

TUM Klimaschutzkonzept

Abschlussbericht

Förderinformation

Das Klimaschutzkonzept der Technischen Universität München wurde durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert. Projekttitle: „KSI: Erstellung eines Klimaschutzkonzepts und Einrichtung der Stelle eines Klimaschutzmanagements für die Technische Universität München“

Förderkennzeichen: 67K18873



Impressum

Herausgeber

Der Präsident der Technischen Universität München

Prof. Dr. Thomas F. Hofmann

Ansprechpartner / Klimaschutzmanager

TUM Sustainability Office, Klimaschutzmanagement

klimaschutz@tum.de | sustainability@tum.de

Autorinnen und Autoren der Technischen Universität München

Jonathan Bauer, Lisa Weber, Werner Lang, Tobias Michl

Autoren der FutureCamp Climate GmbH

Sebastian Durry, Florian Frieden, Michael Gollinger, Andreas Wolff

Wesentliche Mitwirkende

Zentrale Verwaltung Immobilien (ZA4)

Taskforce Sustainable Campus Development

TUM Sustainability Board

Lehrstuhl für erneuerbare und nachhaltige Energiesysteme

TUM Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit

Stand

Februar 2024

Fachliche Begleitung durch

FutureCamp Climate GmbH

Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

unsere heutigen Verhaltens- und Wirtschaftspraktiken haben zu einer rapiden Erwärmung und dem fortschreitenden Verlust von Ökosystemen geführt. Der Klimawandel bedroht die Grundlagen unseres Lebens, und verstärkt auch die bestehenden Ungleichheiten auf globaler Ebene.

Als führende Forschungs- und Bildungsinstitution hat die Technische Universität München (TUM) die Bedeutung einer Nachhaltigkeitstransformation erkannt. Ressourcen- und Energieeffizienz sind integraler Bestandteile unserer Forschung und Lehre, insbesondere aber nicht nur in technischen Disziplinen. Angesichts des zunehmenden Tempos der globalen Erwärmung ist es notwendig, dass wir unsere Anstrengungen intensivieren. Unser Streben nach wissenschaftlicher Exzellenz und gesellschaftlichem Fortschritt kann nicht entkoppelt von den globalen Umweltauswirkungen unserer Aktivitäten erfolgen.

Neben der TUM Sustainable Futures Strategy 2030 ist das vorliegende TUM Klimaschutzkonzept ein weiterer Meilenstein auf unserem Weg zu einer nachhaltigeren Universität. Mit ihm wollen wir nicht nur bestehende Initiativen und Maßnahmen verstärken, sondern unserer Verantwortung gerecht werden und eine umfassende Überarbeitung unserer Prozesse in Forschung, Lehre und Campusmanagement anstoßen. Unser Ziel ist es, mit akademischer Exzellenz einen Beitrag zur Bewältigung der globalen Klimakrise zu leisten. Die Herausforderungen, die vor uns liegen, erfordern nicht nur technologische Innovationen, sondern auch einen Wandel in unserem Denken und Handeln. Dabei werden wir unsere Gewohnheiten auf den Prüfstand stellen, um unsere Prozesse effizienter zu gestalten und proaktiv neue Potenziale zu nutzen. Mit dem TUM Klimaschutzkonzept verpflichtet sich unsere Universitätsgemeinschaft, sich aktiv für eine nachhaltige Zukunft einzusetzen. Ich freue mich darauf, gemeinsam mit Ihnen diese Herausforderung anzunehmen und die TUM als eine Vorreiterin im universitären Klimaschutz zu positionieren.

Meinen Dank für die starke Unterstützung bei der Erstellung des TUM Klimaschutzkonzeptes möchte ich insbesondere dem Vizepräsidenten Sustainable Transformation, Prof. Werner Lang, dem Lehrstuhl für Erneuerbare und Nachhaltige Energiesysteme und dem TUM Campus Straubing sowie allen im Prozess beteiligten Mitgliedern der TUM Community aussprechen. Gemeinsam bringen wir Klimaschutz für unsere TUM voran.



Thomas F. Hofmann

Präsident der Technischen Universität München

Inhaltsverzeichnis

Impressum	2
Vorwort.....	3
Inhaltsverzeichnis.....	4
Abbildungsverzeichnis.....	6
Tabellenverzeichnis.....	7
Abkürzungsverzeichnis.....	8
Executive Summary	10
1 Grundlagen und Rahmenbedingungen.....	12
1.1 TUM Sustainable Futures Strategy 2030.....	13
1.2 Prozessgestaltung, Organisationsstruktur und Stakeholder.....	14
1.3 Begriffserklärungen	17
2 Energie- und Treibhausgasbilanz	19
2.1 Methodik	19
2.2 Energiebilanz	34
2.3 Treibhausgasbilanz	35
3 Roadmap: Wege zur Treibhausgasneutralität.....	41
3.1 Definition der Szenarien	41
3.2 Grundlegende Annahmen	42
3.3 Szenarioanalyse in Scope 1 und 2	44
3.4 Szenarioanalyse in Scope 3.....	54
4 Aktivitäten in den Transformationsfeldern.....	58
4.1 Energieversorgung.....	58
4.2 Energieverbrauch.....	66
4.3 Mobilität.....	74
4.4 Ressourcenverbrauch und –effizienz	81
4.5 Anpassung an den Klimawandel	86
4.6 Forschung, Lehre & Bildung und Entrepreneurship	88
4.7 Management	92
5 Projektkatalog	94
5.1 Projekte Energieversorgung	96
5.2 Projekte Energieverbrauch	110
5.3 Projekte Mobilität.....	148
5.4 Projekte Ressourcenverbrauch und -effizienz	162
5.5 Projekte Anpassung an den Klimawandel	184
5.6 Projekte Forschung, Lehre & Bildung und Entrepreneurship	192

5.7	Projekte Management	208
6	Beteiligung und Kommunikation	212
6.1	Workshops	213
6.2	Website	215
6.3	Externe Vernetzung.....	215
7	Implementierung des Klimaschutzkonzepts.....	216
7.1	Governance	216
7.2	Kommunikationsstrategie	218
7.3	Monitoring und Controlling Konzept.....	220
	Literaturverzeichnis	224
	Anhang.....	226

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Handlungsfelder der TUM Sustainable Futures Strategy 2030	14
Abb. 2: Sieben Transformationsfelder des Klimaschutzkonzepts (eigene Darstellung)	17
Abb. 3: Operative Systemgrenzen der Startbilanz der TUM (Darstellung FutureCamp)	22
Abb. 4: Gesamtemissionen der TUM (market based) nach Scopes und Kategorien	36
Abb. 5: Gesamtemissionen der TUM (location based) nach Scopes und Kategorien	38
Abb. 6: Lageplan der Gebäude des TUMCS in der Stadt Straubing	40
Abb. 7: Absolute und spezifische THG-Emissionen der Gebäude des TUMCS	40
Abb. 8: Emissionsübersicht der Szenarien 1 bis 3	45
Abb. 9: Kumulierte Gesamtinvestitionen der Szenarien 1 bis 3	45
Abb. 10: Emissionsverlauf in Szenario 1	46
Abb. 11: Verlauf der jährlichen Nominalinvestitionen Szenario 1	47
Abb. 12: Jährliche Kosten für Energieträger und Emissionszertifikate Szenario 1	48
Abb. 13: Emissionsverlauf in Szenario 2	49
Abb. 14: Verlauf der jährlichen Nominalinvestitionen Szenario 2	50
Abb. 15: Jährliche Kosten für Energieträger und Emissionszertifikate Szenario 2	51
Abb. 16: Emissionsverlauf in Szenario 3	52
Abb. 17: Verlauf der jährlichen Nominalinvestitionen Szenario 3	53
Abb. 18: Jährliche Kosten für Energieträger und Emissionszertifikate Szenario 3	53
Abb. 19: Szenario 1 - passiv (links) und aktiv (rechts)	55
Abb. 20: Szenario 2 - passiv (links) und aktiv (rechts)	56
Abb. 21: Szenario 3 - passiv (links) und aktiv (rechts)	56
Abb. 22: Verteilung und Verbrauch der Endenergie am Campus München 2021	60
Abb. 23: Verteilung und Verbrauch der Endenergie am Campus Garching 2021	61
Abb. 24: Verteilung und Verbrauch der Endenergie am Campus Weihenstephan 2021	62
Abb. 25: Verteilung und Verbrauch der Endenergie am Campus Straubing 2021	64
Abb. 26: Verteilung und Verbrauch der Endenergie an den Außenstellen 2021	65
Abb. 27: Verteilung der Baualtersklassen des Gebäudebestands der TUM	67
Abb. 28: Verteilung der Nutzungsstruktur der Gebäudeflächen der TUM	68
Abb. 29: Energiebezug und spezifischer Energiebezug der Gebäude des TUMCS	74
Abb. 30: THG-Emissionen aus Dienstreisen 2021 und 2022	75
Abb. 31: Modal Split nach Wegen und Distanzen; TUM gesamt 2023	78
Abb. 32: Modal Split nach Anzahl der Wege und Standorten 2023	79
Abb. 33: Modal Split nach zurückgelegten Distanzen und Standorten 2023	79
Abb. 34: THG-Emissionen der Student Outgoing Reisen 2021 und 2022	81
Abb. 35: Muster eines Projektsteckbriefs	95
Abb. 36: Verteilung der Teilnehmenden der Klimaschutzworkshops	214
Abb. 37: Beteiligungsworkshops an den TUM-Standorten	214
Abb. 38: Darstellung des Monitoring und Controlling Prozesses (eigene Abbildung)	223

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Interne Stakeholder des Klimaschutzkonzepts	16
Tab. 2: Emissionsquellen gemäß BayCalc	19
Tab. 3: Nettoraumfläche der TUM Campus Standorte	20
Tab. 4: Anzahl der Hochschulangehörigen in Vollzeit und pro Kopf 2021	21
Tab. 5: Datenqualität der Scope 1- und 2- Emissionen.....	23
Tab. 6: Datenqualität der Scope 3 Emissionen	24
Tab. 7: Unsicherheitsaufschläge gemäß BayCalc	24
Tab. 8: Verbrauchsdaten des Fuhrparks 2021.....	25
Tab. 9: Verbrauchswerte der Kältemittel 2021	26
Tab. 10: Beschaffte Waren und Dienstleistungen 2021	27
Tab. 11: Erfasste Kapitalgüter 2021	27
Tab. 12: Verbrauchsmengen Wasser und Abwasser 2021	29
Tab. 13: Taxi-, PKW-, Motorrad- und Fahrradfahrten 2021.....	30
Tab. 14: Zurückgelegte Flugstrecken nach Entfernungskategorien 2021	30
Tab. 15: Zurückgelegte Bahnstrecken im Nah- und Fernverkehr 2021	31
Tab. 16: Student Outgoing Personenkilometer pro Verkehrsmittel 2021.....	32
Tab. 17: Aufgeschlüsselte Energieverbräuche der Universitätsstandorte in MWh	35
Tab. 18: Übersicht der wichtigsten Energiekennzahlen	35
Tab. 19: Aufschlüsselung der Emissionen nach Emissionsquellen.....	37
Tab. 20: Gesamtemissionen der TUM und Ausweisung von Emissionskennzahlen.	37
Tab. 21: Emissionen des Strombezugs (market based und location based)	37
Tab. 22: Aufschlüsselung der Emissionen (market based) nach Universitätsstandorten.....	39
Tab. 23: Übersicht der Wachstumskennzahlen und Energieeffizienzkennzahlen.....	42
Tab. 24: Anzusetzende Strompreise und Emissionsfaktoren des deutschen Strommix	44
Tab. 25: Übersicht der Emissionsreduktionsmaßnahmen in Szenario 2	48
Tab. 26: Übersicht der Emissionsreduktionsmaßnahmen in Szenario 3	51
Tab. 27: Außenstellen mit Energieträgerstruktur.....	64
Tab. 28: Fluganzahl und -strecke 2021 und 2022.....	75
Tab. 29: THG-Emissionen der Alltagsmobilität im Jahr 2023.....	78
Tab. 30: Studienangebot am TUMCS 2024	92
Tab. 31: Beteiligungsveranstaltungen und Gremiensitzungen	212
Tab. 32: Zielgruppen der Kommunikation	218
Tab. 33: Ziele der Kommunikation mit internen und externen Zielgruppen	219
Tab. 34: Inhalte der Klimaschutzkommunikation.....	219
Tab. 35: Wesentliche Indikatoren in den Transformationsfeldern für das Monitoring	221
Tab. 36: Emissionsfaktoren gemäß BayCalc	228
Tab. 37: Gebäudebestand der TUM und Zuordnung im Klimaschutzkonzept	231
Tab. 38: TUM Gebäude außerhalb der Systemgrenze des Klimaschutzkonzepts.....	240
Tab. 39: Verkehrsmittelschlüssel der Entfernungskategorien auf Basis der Daten 2022.....	242

Abkürzungsverzeichnis

ASR	Technische Regeln für Arbeitsstätten
CCC	Corporate Communication Center
BayARV	Bayerische Auslandsreiseverordnung
BayCalc	THG-Bilanzierung für Bayerische Hochschulen
BayHIG	Bayerischen Hochschulinnovationsgesetz
BayKlimaG	Bayerisches Klimaschutzgesetz
BayRKG	Bayerische Reisekostengesetz
BayRKS	Bayerisches Reisekostenabrechnungssystem
BayRMS	Bayerisches Reisekostenmanagementsystem
BayZeN	Zentrum Hochschule und Nachhaltigkeit Bayern
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMWK	Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz
DEFRA	Department for Environment, Food and Rural Affairs
DIN	Deutsches Institut für Normung
eGon	Entbehrliche Gegenstände Online
EMAS	Eco-Management and Audit Scheme
EMS	Energiemanagementsystem
EVU	Energieversorgungsunternehmen
GEMIS	Globales Emissions-Modell integrierter Systeme
GHG Protocol	Greenhouse Gas Protocol
HBEFA	Handbuch für Emissionsfaktoren
HPC	High-Performance-Computing
HSWT	Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
ISCN	International Sustainable Campus Network
KoNaRo	Kooperationszentrum für Nachwachsende Rohstoffe
KSG	Bundes-Klimaschutzgesetz
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LfF	Landesamt für Finanzen
LRZ	Leibniz-Rechen-Zentrum
NHNB	Netzwerks Hochschule und Nachhaltigkeit Bayern
PRIMA	Partizipatives Reallabor für innovatives Mobilitätsmanagement mit App-basierten Anreizen
PV	Photovoltaik

StMWK	Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst
TFZ	Technologie- und Förderzentrum
THG	Treibhausgas(e)
TREMOD	Transport Emission Model
TUM	Technische Universität München
TUM IL ³	TUM Institute for LifeLong Learning
TUMCS	TUM Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit
UBA	Umweltbundesamt
VZÄ	Vollzeitäquivalent

Executive Summary

Die Technische Universität München (TUM) hat im Jahr 2022 ihre TUM Sustainable Futures Strategy 2030 veröffentlicht, mit der Vision in sechs definierten Handlungsfeldern eine führende Rolle der nachhaltigen Transformation der Gesellschaft einzunehmen. Als entscheidender Schritt wurde darin im Handlungsfeld Campusbetrieb und Ressourcenmanagement die Entwicklung eines Klimaschutzkonzepts sowie die Etablierung eines Klimaschutzmanagements bis 2024 festgelegt. Das innerhalb der Strategie festgelegte, sehr ambitionierte Ziel der Klimaneutralität in Bezug auf den Energieverbrauch bis 2028 diene als Grundlage der Erarbeitung des Klimaschutzkonzepts der TUM. Als erster Schritt wurde eine erste umfassende Treibhausgasbilanz für die Universität erstellt. Diese inkludiert die TUM-Standorte in München, Garching, Weihenstephan und Straubing sowie als Außenstellen zusammengefasst Standorte der TUM in ganz München und Bayern. Bei der Bilanzierung orientiert sich die TUM an der sogenannten BayCalc-Richtlinie zur Bilanzierung der Treibhausgasemissionen der Hochschulen in Bayern, welche auf dem Greenhouse Gas Protocol basiert.

Für das Bilanzierungsjahr 2021 konnten die Scope 1 und Scope 2 Emissionen der genannten Standorte sowie ein Teil der Scope 3 Emissionen der gesamten TUM erfasst werden. Demnach war die TUM im Jahr 2021 für den direkten und indirekten Ausstoß von 59.214 t CO₂e (market based) verantwortlich. Dabei sind 34.003 t CO₂e der Emissionen Scope 1,

5.292 t CO₂e den Emissionen in Scope 2 und 19.919 t CO₂e den Emissionen Scope 3 zuzuordnen. Aufgrund der lückenhaften Datengrundlage konnten die Scope 3 Emissionen noch nicht vollständig erfasst werden. Demnach ist der tatsächliche indirekte Ausstoß von Treibhausgasemissionen der TUM deutlich höher.

Auf Basis der vorliegenden Daten machen die Kategorien Wärme und Strom den größten Anteil der Emissionen der TUM aus. Der Standort Garching trägt aufgrund des hohen Energiebedarfs, welcher zum größten Teil durch ein eigenes erdgasbetriebenes Heizkraftwerk gedeckt wird, zu ca. 50 % der Gesamtemissionen der TUM bei. Die zweitgrößte Position wird dem Campus Weihenstephan in Scope 2 für den Bezug von Fernwärme zugewiesen. Der Endenergieverbrauch der TUM lag im Jahr 2021 bei 337 GWh, wovon 103 GWh auf den Bezug von Strom zurückgehen. Insgesamt sind die Scope 2 Emissionen durch Energiebezüge jedoch verglichen mit den Scope 1 Emissionen gering. Dies begründet sich vor allem durch den Bezug von Ökostrom an allen TUM-Standorten. Wenn der durchschnittliche lokale Emissionsfaktor (Deutschlandmix) herangezogen wird (location based), ergibt sich ein anderes Gesamtbild. Bei dieser Betrachtung betragen die Gesamtemissionen 100.911 t CO₂e.

Auf Basis der ersten Treibhausgasbilanz (market based) wurden drei Reduktionspfade für die TUM erstellt. In diesen liegt der Schwerpunkt auf der Untersuchung möglicher Energieversorgungsstrukturen der jeweiligen Standorte. Die Studie betrachtet im Fokus mögliche Entwicklungen der Emissionen in den Scopes 1 und 2, sowie die Entwicklungen der damit verbundenen Betriebs- und Investitionskosten. Die Modellierung der Reduktionsszenarien erfolgt über getroffene Annahmen zu zukünftigen Brennstoff- und Kraftstoffeinsätzen, ansteigenden Energiebezügen, ansteigenden Energieeffizienzen und geplanten THG-Reduktionsmaßnahmen.

Im Referenzpfad 1 – Business as usual – werden die derzeitigen Energieverbräuche und Emissionen gemäß der Wachstumsprognose ohne spezifische Reduktionsmaßnahmen weitergeführt, aber passive Effekte wie sinkende Stromemissionsfaktoren eingerechnet. Laufende Effizienzmaßnahmen, die nicht explizit in der Planung enthalten sind, jedoch fortlaufend umgesetzt werden, werden über einen pauschalen Energieeffizienzfaktor berücksichtigt. In die-

sem Szenario werden die Emissionen durch das angenommene Wachstum und trotz Effizienzsteigerungen von im Jahr 2021 knapp unter 40.000 t CO₂e in Scope 1 und 2 auf im Jahr 2045 knapp unter 60.000 t CO₂e steigen.

In Pfad 2 – Treibhausgasneutralität 2045 – werden CO₂e-Reduktionsmaßnahmen bilanziert, welche zur Treibhausgasneutralität der TUM im Jahr 2045 (gemäß dem Ziel der Bundesregierung) führen. Dabei wird besonders auf die Wirtschaftlichkeit und Realisierbarkeit nach dem aktuellen Stand der Technik der hinterlegten Technologien geachtet. Darunter fallen beispielsweise Wärmepumpen der Ausbau von PV-Anlagen auf eigenen Dächern und die Elektrifizierung der PKW-Flotte. Trotz der enormen Investitionen zeigt dieser Pfad auf, dass die Summe der Betriebs- und Investitionskosten über die Jahre bis 2045 im Vergleich zum Referenzpfad (Business as usual) geringer ausfallen.

Pfad 3 – Treibhausgasneutralität 2028 – untersucht die Umsetzbarkeit des im Jahr 2022 gesetzten Ziels der Klimaneutralität in Bezug auf den Energieverbrauch bis 2028. Das Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2028 ist demnach nur durch den Ersatz von Erdgas durch Biometan für das Heizkraftwerk am Standort Garching möglich. An den anderen Standorten ist dieses Ziel nur durch den zeitnahen Ersatz alter Heizkessel durch Wärmepumpen und einem bilanziell treibhausgasneutralen Fernwärmebezug erreichbar. Gemäß internen und externen Einschätzungen ist jedoch der Einkauf der benötigten Menge Biomethan aufgrund der derzeitigen Marktlage unrealistisch.

Eine Treibhausgasneutralität bis 2028, wie bislang als Arbeitshypothese etabliert, könnte demnach nur durch die Kompensation der bis dahin nicht reduzierten Treibhausgasemissionen, also den Erwerb und die Stilllegung von CO₂-Zertifikaten im freiwilligen Kompensationsmarkt, erfolgen. Eine Kompensation in dieser Form wird, solange reale Emissionsreduktionspotentiale bestehen, für die TUM als nicht zielführend angesehen. Investitionen in die Umsetzung von Treibhausgasminderungen innerhalb der Universität haben gegenüber Investitionen in CO₂-Senkenprojekten außerhalb der TUM Systemgrenzen Priorität.

Aufgrund dieser Ergebnisse hat sich die TUM entschlossen, das Ziel anzupassen und zu präzisieren. In Zusammenschluss mit der Zentralen Technik des Immobilienmanagement (ZA4) wurde sich das Ziel der Treibhausgasreduktion von 80 % in Scope 1 und 2 bis 2030 gegenüber dem Basisjahr 2021 gesetzt.

In insgesamt sieben Transformationsfelder wurde der Beitrag zum Klimaschutz auf Basis der Analysen eingehend untersucht und konkrete Projekte abgeleitet, welche gesamtheitlich einen Beitrag zur Reduktion der Treibhausgase der TUM leisten können. Diese insgesamt 58 Einzelprojekte unterteilen sich in sowohl technische und ingenieurwissenschaftliche als auch kommunikations- und organisationsspezifische Projekte. Sie bilden den Kern des Klimaschutzkonzepts und die Grundlage für ein zukünftiges Klimaschutzmanagement an der TUM.

Zur Erreichung der Ziele und Umsetzung der Projekte sind wesentliche Anstrengungen der TUM selbst von großer Bedeutung. Ein jährliches Monitoring und Controllingkonzept dienen der zielgerichteten Steuerung des Klimaschutzmanagements. Dabei sollen Informationen über die Fortschritte in den Projekten und die Realisierung gesetzter Ziele sowohl intern zur effizienten Steuerung und extern als Erfolgskontrolle bereitgestellt werden. Der TUM ist jedoch auch bewusst, dass es in Ergänzung dazu und für die Umsetzung der identifizierten Projekte, insbesondere für die Realisierung von Treibhausgasminderungen in dem zentralen Themenfeld der eigenen Liegenschaften, politischer Lobbyarbeit zur Unterstützung und Veränderung gesetzlicher Rahmenbedingungen bedarf.

1 Grundlagen und Rahmenbedingungen

Die Menschheit stößt jährlich rund 40 Milliarden Tonnen CO₂ in die Atmosphäre aus – Tendenz steigend (Friedlingstein et al., 2022). Gemäß einer Studie des Forschungsteams rund um den Physiker Robin Lamboll vom Imperial College London würde die Welt bei konstanten Emissionsentwicklung, das globale CO₂-Budget für die Limitierung der Erderwärmung auf 1,5 Grad bereits in knapp über sechs Jahren überschreiten (Lamboll et al., 2023). Um das 1,5-Grad-Ziel mit einer 50% Wahrscheinlichkeit noch zu erreichen, müsste die Menschheit demnach bis 2035 netto null Emissionen erreichen – zehn bzw. fünf Jahre früher als etwa Deutschland bzw. Bayern dies laut ihrem Klimaschutzgesetz aktuell planen (Art. Absatz 2 Satz 1 KSG; Art. 2 Absatz 2 BayKlimG).

Auf nationaler Ebene hat die Bundesregierung durch die Neufassung des Klimaschutzgesetzes (KSG) ihre Ziele definiert. Das Gesetz setzt das Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2045 fest, wobei bis 2030 eine Reduzierung der Emissionen um 65 Prozent im Vergleich zu 1990 angestrebt wird und bis zum Jahr 2040 um mindestens 88 Prozent (§ 3 Absatz 1 KSG) (Bundes-Klimaschutzgesetz, 2021). Am 1. Januar 2021 trat das Bayerische Klimaschutzgesetz (BayKlimaG) in Kraft, welches mit seiner Novelle im Januar 2023 die Klimaschutzziele des Freistaat Bayerns noch weiter verschärft hat. Der Freistaat soll demnach bis 2040 klimaneutral sein (Art. 2 Absatz 2 BayKlimG) und will auch seiner Vorbildfunktion gerecht werden: Die Staatsverwaltung setzt sich das Ziel der Klimaneutralität bis 2028 (Art. 3 Abs 1 BayKlimaG) (Bayerisches Klimaschutzgesetz, 2020).

Auch die nach dem bayerischen Hochschulinnovationsgesetz (BayHIG) geschlossene Rahmenvereinbarung 2023 – 2027 zwischen den bayerischen Hochschulen und Universitäten und dem Freistaat Bayern unterstreicht die Vorbildfunktion im Kontext der nachhaltigen Transformation (Bayerisches Hochschulinnovationsgesetz, 2023). Neben den Handlungsfeldern Forschung und Lehre sind nun auch Querschnittsthemen wie Nachhaltigkeit, Klimaschutz und Digitalisierung fest in der Rahmenvereinbarung verankert und wurden in dem im Herbst 2023 individuell zwischen der Technischen Universität München (TUM) und dem Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst (StMWK) geschlossenen Hochschulvertrag konkretisiert (siehe Auszug aus Kapitel 9 des Vertrags im Anhang ☺ A).

Die TUM begegnet den drängenden Herausforderungen des Klimawandels mit einem klaren Bekenntnis zu nachhaltigem Handeln¹. Mit der im Jahr 2022 veröffentlichten TUM Sustainable Futures Strategy 2030 hat sie sich zur Entwicklung eines integrierten Klimaschutzkonzepts und der Reduktion ihrer Treibhausgasemissionen verpflichtet. Da das Zeitfenster für wirksame Maßnahmen begrenzt ist, betont auch die TUM die Dringlichkeit mit entschiedenem Handeln auf die Klimakrise zu reagieren.

¹ Weitere Informationen: <https://www.tum.de/nachhaltigkeit>

Technische Universität München

Als 1868 gegründete Polytechnische Schule gehört die TUM heute zu einer der besten Universitäten Europas. An den sieben Schools und Fakultäten studieren heute in 178 Studienprogrammen 52.000 Studierende. 643 Professorinnen und Professoren und 3.010 Promovierende bilden das internationale Kollegium aus herausragenden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern an der TUM (Stand 2023). In Forschung und Lehre sind die Schools auf nachhaltige Innovation für Mensch, Natur und Gesellschaft ausgerichtet und durch Integrative Forschungs- und weitere wissenschaftliche Einrichtungen transdisziplinär miteinander verbunden. Die TUM erstreckt sich mit ihren Standorten weit über München hinaus und ist auf mehreren Kontinenten rund um den Globus vertreten.

1.1 TUM Sustainable Futures Strategy 2030

Die TUM verfolgt mit ihrer im Jahr 2022 veröffentlichten TUM Sustainable Futures Strategy 2030² die Vision, eine führende Rolle in der nachhaltigen Transformation der Gesellschaft einzunehmen (Technische Universität München, 2022). Dabei setzt die Universität auf Verantwortung, Talentförderung sowie wissenschaftliche und technologische Exzellenz. In einem partizipativen Prozess mit den Beschäftigten und Studierenden der Universität wurden sechs Handlungsfelder identifiziert, inhaltliche Schwerpunkte priorisiert und Maßnahmen definiert (Abb. 1).

Entlang dieser sechs Handlungsfelder wurden ambitionierte Ziele ins Visier genommen und gemeinschaftlich Maßnahmen entwickelt. Deren Wirkung soll anhand geeigneter Erfolgsindikatoren messbar werden, um die Fortschritte in der Nachhaltigkeitstransformation der TUM zu steuern. Die Umsetzung und Weiterentwicklung der Strategie wird künftig durch eine regelmäßige Berichterstattung (TUM Sustainable Futures Report) begleitet (Technische Universität München, 2022).

Als eine Maßnahme innerhalb des Handlungsfelds "Campusbetrieb und Ressourcenmanagement" wurde die Entwicklung eines Klimaschutzkonzepts sowie die Etablierung eines Klimaschutzmanagements bis 2024 festgelegt. Auch die Erstellung einer Treibhausgasbilanz im Jahr 2023 mit jährlicher Fortschreibung wurde bereits als Maßnahme fest in der TUM Sustainable Futures Strategy 2030 verankert.

Die TUM hat sich bereits vor Beginn der Entwicklung des Klimaschutzkonzepts in ihrer Strategie das sehr ambitionierte Ziel der **Klimaneutralität in Bezug auf den Energieverbrauch bis 2028** gesetzt. Dieses Ziel stellte die Basis der Untersuchungen eines der drei Klimaschutzszenarien da, auf die in Kapitel 3 genauer eingegangen wird. Die Ergebnisse dieser Szenarioanalyse und das gesetzte Klimaschutzziel werden in Kapitel 4 erläutert.

² <https://mediatum.ub.tum.de/doc/1690440/1690440.pdf>



Abb. 1: Handlungsfelder der TUM Sustainable Futures Strategy 2030

1.2 Prozessgestaltung, Organisationsstruktur und Stakeholder

Im September 2021 beantragte die TUM Fördermittel des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) im Rahmen der Kommunalrichtlinie (Förderschwerpunkt 4.1.8 a) für die Entwicklung eines integrierten Klimaschutzkonzepts und den Aufbau eines Klimaschutzmanagements für die Universität³. Die Bewilligung erfolgte im April 2022, woraufhin im Herbst 2022 die Klimaschutzmanager die Arbeit aufgenommen haben. Die Projektträgerschaft liegt bei der Zukunft-Umwelt-Gesellschaft (ZUG) gGmbH. Für das Vorhaben wurden zwei Klimaschutzmanager eingestellt, da die TUM durch ihre vielfältige Campusstruktur unterschiedliche Anforderungen und Voraussetzungen für die Implementierung von Klimaschutzmaßnahmen bietet. Insbesondere ist hierbei der TUM Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit (TUMCS) zu nennen.

TUM Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit

Die Entwicklung nachhaltiger Technologien einerseits und ihre wirtschaftliche Umsetzung andererseits – das sind die beiden großen Themen, die der TUM Campus Straubing als sogenanntes „Integrative Research Institute“ der Technischen Universität München in Kooperation mit der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf zusammenführt. Dafür braucht es naturwissenschaftlich-technisch ausgebildete Fachkräfte, Chemiker, Biotechnologen und Ingenieure, die auch ein breites Verständnis der ökonomischen und sozialen Zusammenhänge haben, oder Ökonomen, die die Sprache der Techniker verstehen. Im Jahr 2023 studierten rund 1.100 Studierende in zehn Studienprogrammen am TUM Campus Straubing.

Der TUMCS liegt etwa 140 km nordöstlich von München im ländlich geprägten Niederbayern und zeichnet sich durch ein eigenständiges Campus- und Gebäudemanagement aus. Die an-

³ <https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie/erstellung-von-klimaschutzkonzepten-und-einsatz-eines-klimaschutzmanagements/erstvorhaben-klimaschutzkonzept-und-klimaschutzmanagement>

deren Standorte werden vom zentralen Gebäude- und Immobilienmanagement betreut. Zudem hat der Campus Straubing Nachhaltigkeit als Themenschwerpunkt und ist in das bayernweite Zentrum für Nachwachsende Rohstoffe (Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe, KoNaRo) integriert.

Das Klimaschutzmanagement ist organisatorisch im TUM Sustainability Office verortet, welches als Präsidialstabsstelle mit dem Vice President Sustainable Transformation am Hochschulpräsidium angesiedelt ist. Die Prozessverantwortung der Erstellung des Klimaschutzkonzepts liegt bei den beiden Klimaschutzmanagern innerhalb des TUM Sustainability Office am Standort München. Unmittelbar unterstützen zudem der Lehrstuhl für Erneuerbare und Nachhaltige Energiesysteme am Campus Garching und der TUM Campus Straubing. Dadurch konnten drei der vier Campusstandorte mit Präsenz des Klimaschutzmanagements vor Ort betreut werden.

Ab Januar 2023 begleitete das Beratungsunternehmen, FutureCamp Climate GmbH (FutureCamp), als externer Dienstleister die Erstellung des Klimaschutzkonzepts fachlich und inhaltlich. Konkret wurde FutureCamp mit der Erstellung der Energie- und Treibhausgasbilanz, der Potenzialanalyse sowie die Entwicklung von Reduktionspfaden (Szenarien) beauftragt und unterstützte bei der Gestaltung und Durchführung der Akteursbeteiligung sowie der Entwicklung der Verstärkungsstrategie.

Neben der Erweiterung der Führungsebene um das Thema Nachhaltigkeit mit dem Vice President Sustainable Transformation wurde im März 2023 zur erfolgreichen Umsetzung, Begleitung und Weiterentwicklung der TUM Sustainable Futures Strategy 2030 das TUM Sustainability Board als Think Tank etabliert. Dieses setzt sich zusammen aus dem Vice President Sustainable Transformation (Vorsitz), sieben fachkompetenten Vertreterinnen und Vertreter aus den TUM Schools sowie zwei Vertreterinnen und Vertreter aus der Studierendenschaft. Zur Bearbeitung spezifischer Schwerpunkte kann das TUM Sustainability Board bedarfsbezogene Taskforces einsetzen. Für die Entwicklung des Klimaschutzkonzeptes kam dem TUM Sustainability Board insbesondere die Funktion als übergeordnetes Sounding Board zu. Künftig ist die aktive Beteiligung an der Umsetzung insbesondere strategischer Maßnahmen vorgesehen.

Aufgrund der zentralen Bedeutung eines nachhaltigen Ressourcenmanagements und einer treibhausgasneutralen Campuserwicklung wurde ad hoc eine Taskforce Sustainable Campus Development einberufen. Diese verfolgt gemäß Hochschulleitungsbeschluss das Ziel gemeinsam mit der Zentralen Verwaltung für Immobilien (ZA4), durch signifikante Veränderungen in der Energieversorgung (Quellen und Verteilung) und Energienutzung (Nutzerverhalten, Gebäudehülle) schnellstmöglich einen treibhausgasneutralen Campusbetrieb zu erreichen. Seit ihrem Arbeitsbeginn im Sommer 2023 begleitet die Taskforce Sustainable Campus Development die Entwicklung des Klimaschutzkonzeptes auf inhaltlicher und fachlicher Ebene und wird weiterhin auch den Umsetzungsprozess mit ihrer Fachexpertise unterstützen.

Der Prozess der Entwicklung des Klimaschutzkonzeptes wurde in Anlehnung an die Entwicklung der TUM Sustainable Futures Strategy 2030 partizipativ und statusgruppenübergreifend gestaltet. Unter Einbindung aller interessierter Akteursgruppen wurden im Sommer 2023 an den vier großen Campusstandorten München, Garching, Weihenstephan und Straubing Workshops durchgeführt. Dabei wurden sowohl die Erwartungen der Hochschulgemeinschaft abgefragt als auch Ideen für Projekte in den unterschiedlichen Transformationsfeldern gesammelt (siehe Kapitel [6.1](#)).

Neben den unmittelbar relevanten Governance-Strukturen und der organisatorischen Verankerung des Themas Nachhaltigkeit beim TUM Sustainability Office waren und sind weitere interne Stakeholder bzw. Fachabteilungen für die Entwicklung und Umsetzung des Klimaschutzkonzepts von großer Bedeutung (Tab. 1).

Tab. 1: Interne Stakeholder des Klimaschutzkonzepts

Gremien, Fachabteilungen, Verwaltungseinheiten, Lehrstühle	Interne Bezeichnung / Abkürzung
Hochschulpräsidium & Präsident	Hochschulleitung
Kanzler, Büro des Kanzlers	Kanzler
Vice President Sustainable Transformation	VP Sustainability
TUM Sustainability Board	Board
Taskforce Sustainable Campus Development	Taskforce
TUM Sustainability Office	Sustainability Office
Studentische Vertretung Referat für Umwelt	URef
Zentrale Verwaltung Abteilung Immobilien, Zentrale Technik	ZA4, Zentrale Technik
Zentrale Verwaltung Abteilung Immobilien, Gebäudemanagement der Standorte	ZA4, Gebäudemanagement
Zentrale Verwaltung Abteilung Immobilien, Baumanagement der Standorte	ZA4, Baumanagement
Zentrale Serviceeinrichtung, IT Servicezentrum	ITSZ
Zentrale Verwaltung für Finanzen, Zentrale Reisekostenstelle	ZA3, Zentrale Reisekostenstelle
Zentrale Verwaltung für Finanzen, Finanzbuchhaltung	ZA3, Finanzen
Zentrale Verwaltung, TUM Legal Office, Zentrale Vergabeberatung	ZA5, Zentrale Vergabeberatung
Zentrale Serviceeinrichtung, Center for Study and Teaching	CST
Präsidialstab Berufungen	Berufungsstab
TUM Institute for Life Long Learning	IL3
Hochschulreferat 2, Corporate Communications Center	CCC
Hochschulreferat 3, TUM Global and Alumni Office	TUM Global and Alumni Office
Hochschulreferat 4, TUM Forschungsförderung und Technologietransfer	TUM ForTe
Integrative Research Institute, Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit	TUMCS
TUMCS Office, Gebäudemanagement	Gebäudemanagement TUMCS
Lehrstuhl für Verkehrstechnik	Lehrstuhl VT
Lehrstuhl für Siedlungsstruktur und Verkehrsplanung	Lehrstuhl SVP
Lehrstuhl für erneuerbare und nachhaltige Energiesysteme	Lehrstuhl ENS
Lehrstuhl für Energiesysteme	Lehrstuhl LES
Lehrstuhl für energieeffizientes und nachhaltiges Planen und Bauen	Lehrstuhl ENPB

Betrachtungsrahmen und Inhalt des Klimaschutzkonzepts

Gemäß der Förderrichtlinie beinhaltet das Klimaschutzkonzept eine Energie- und Treibhausgasbilanz, Potentialanalyse, und die Entwicklung von Reduktionspfaden. Aus den Ergebnissen dieser sowie den zu betrachtenden Themenfeldern des Förderantrags/-bescheids leiten sich sieben Transformationsfelder ab (Abb. 2), die auch die Struktur des Klimaschutzkonzepts

widerspiegeln. Sie wurden hinsichtlich ihres Beitrags zum Klimaschutz eingehend untersucht, um konkrete Projekte ableiten zu können. Die Begrifflichkeit des Transformationsfeldes wurde gewählt, um Missverständnisse mit den in der TUM Sustainable Futures Strategy 2030 definierten sechs Handlungsfeldern zu vermeiden (siehe Kapitel 1.1). Zu jedem Transformationsfeld wurden Ziele formuliert aus welchen insgesamt 58 Einzelprojekte abgeleitet wurden. Diese bilden den Kern des Klimaschutzkonzepts und die Grundlage für die Umsetzung des Klimaschutzmanagements an der TUM.

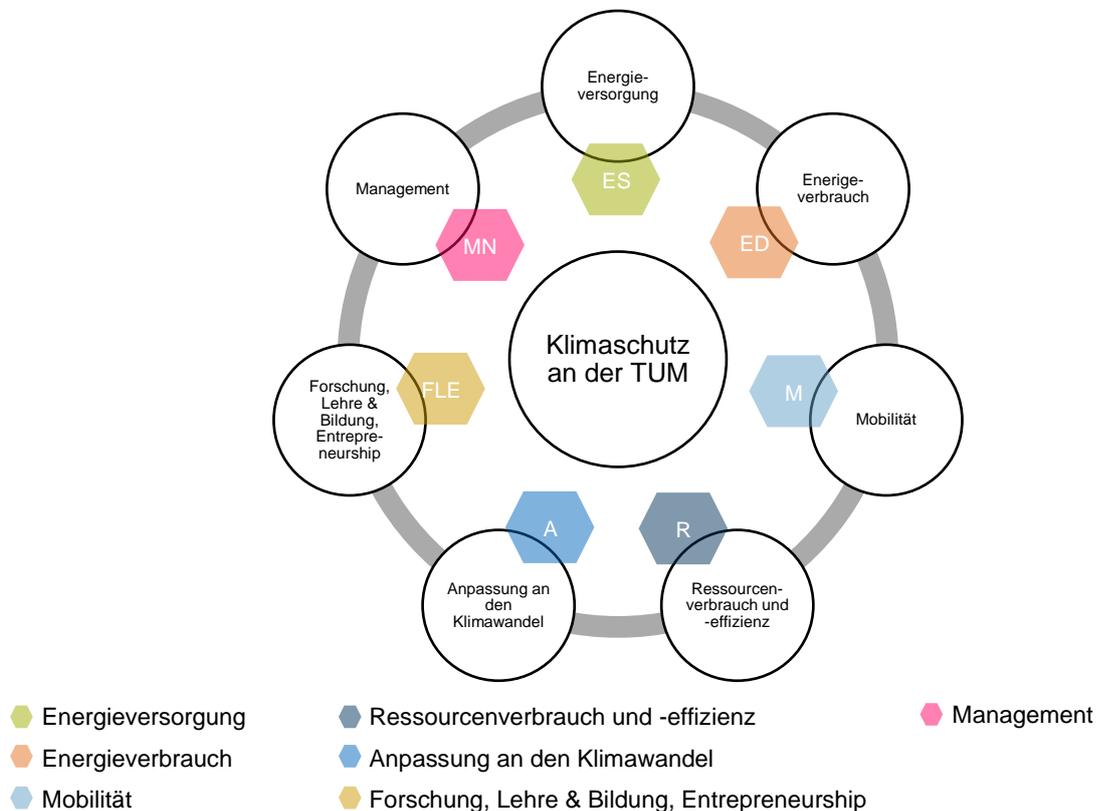


Abb. 2: Sieben Transformationsfelder des Klimaschutzkonzepts (eigene Darstellung)

1.3 Begriffserklärungen

Da die Begrifflichkeiten wie „Treibhausgasneutralität“ oder „Klimaneutralität“ häufig sehr unterschiedlich definiert und interpretiert werden, sind einige Begriffsdefinitionen nötig, die für das vorliegende Klimaschutzkonzept gelten:

Treibhausgasneutralität bezeichnet das Gleichgewicht von Emissionen und Entnahmen von Treibhausgasen (THG; entsprechend der Definition im Kyoto-Protokoll) in bzw. aus der Atmosphäre. Sie kann dabei praktisch auf zwei Wegen erreicht werden. Durch die Reduktion der Emission von THG oder durch den Entzug von THG aus der Atmosphäre (Carbon Capture).

Der Begriff **Klimaneutralität** bezieht ein weiteres Spektrum ein, indem neben THG weitere Gase und indirekte Effekte berücksichtigt werden. So wirken sich die Veränderungen von Böden oder Oberflächen ebenfalls auf das Klima aus und auch Gase, welche nicht im Kyoto-Protokoll als direkte THG aufgelistet werden, können indirekt zum THG-Effekt beitragen.

Die **Treibhausgasbilanzierung** beschreibt den Prozess, bei dem die Menge an THG, die durch eine bestimmte Aktivität, ein Unternehmen, eine Organisation oder eine räumliche Einheit emittiert werden, gemessen, quantifiziert und dokumentiert wird. Das Ziel dieser Bilanzierung ist es, einen Überblick über die Auswirkungen der betrachteten Einheit bzgl. des Klimawandels zu erhalten. Dieser Prozess umfasst typischerweise folgende Schritte:

1. Identifikation von Quellen und Senken
2. Messung und Quantifizierung
3. Kategorisierung in Scopes

Daran anschließend erfolgt meist die Berichterstattung sowie die Entwicklung von Reduktionsstrategien. Beides kann durch die vorherige Bilanzierung fokussierter und effizienter gestaltet werden.

Das **Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol)** ist ein international anerkannter Standard zur Erfassung und Berichterstattung von Treibhausgasemissionen von Organisationen, Unternehmen und anderen Einrichtungen. Es wurde vom World Resources Institute (WRI) und dem World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) entwickelt. Das GHG Protocol bietet einen standardisierten Rahmen, der es Organisationen ermöglicht, ihre Treibhausgasemissionen systematisch zu quantifizieren und zu berichten. Es legt Standards und Richtlinien fest, um Emissionen in verschiedenen Bereichen wie Produktion, Energieverbrauch, Transport und mehr zu (WRI & WBCSD, 2004). Es gibt zwei Kernstandards:

- **Corporate Standard:** Dieser Standard bietet Anleitungen zur Messung und Berichterstattung von Treibhausgasemissionen von Unternehmen und Organisationen. Dieser Standard deckt alle drei Scopes ab (s. unten).
- **Value Chain Standard:** Dieser Standard konzentriert sich speziell auf die Erfassung von Treibhausgasemissionen in der Lieferkette eines Unternehmens, einschließlich der Emissionen, die durch Lieferanten und Endnutzer verursacht werden.

Scopes beziehen sich auf die drei verschiedenen Kategorien von Treibhausgasemissionen, die eine Organisation oder ein Unternehmen verursachen kann (WRI & WBCSD, 2004).

- **Scope 1** umfasst direkte Emissionen, die aus der Verbrennung von Brennstoffen oder anderen Quellen innerhalb der Organisation selbst stammen. Dazu gehören beispielsweise Emissionen aus Fahrzeugen, Heizungsanlagen und Produktionsprozessen sowie der Austritt von Kältemitteln.
- **Scope 2** bezieht sich auf indirekte Emissionen, die durch den Bezug von Elektrizität, Dampf oder Wärme entstehen, die außerhalb der Organisation erzeugt werden, aber von dieser genutzt werden. Ein typisches Beispiel hierfür sind die Emissionen, die bei der Stromerzeugung in einem Kraftwerk entstehen und dann durch den Verbrauch elektrischer Energie durch die Organisation verursacht werden.
- **Scope 3** umfasst alle anderen indirekten Emissionen, die mit den Aktivitäten der Organisation verbunden sind, aber nicht direkt von ihr kontrolliert werden. Dazu gehören beispielsweise Emissionen, die durch Lieferanten, den Transport von Waren und Dienstleistungen, Dienstreisen sowie durch Pendeltätigkeiten entstehen. Das GHG Protocol unterteilt den Scope 3 in 15 Kategorien. Die für die Bilanzierung der TUM verwendete BayCalc-Richtlinie führt sechs der 15 Kategorien als für Hochschulen relevant auf (siehe Kapitel ☺ 2.1).

2 Energie- und Treibhausgasbilanz

Die erste THG-Bilanz der TUM bildet die Grundlage für den Aufbau eines Klimaschutzmanagements. Nur wenn die THG-Emissionen bekannt sind und eine kontinuierliche (jährliche) Erfassung dieser erfolgt, können Erfolge, die durch die Umsetzung der einzelnen Projekte aus dem Klimaschutzkonzept erzielt wurden, gemessen und überwacht werden. Die Energiebilanz bildet dabei die Grundlage zur Berechnung der energiebezogenen Emissionen und kann ebenfalls durch eine kontinuierliche Erfassung einem Monitoring unterzogen werden.

2.1 Methodik

Bilanzierungsstandard

Die TUM orientiert sich bei der THG-Bilanzierung an der *BayCalc-Richtlinie (Version 1.6) zur Bilanzierung der Treibhausgasemissionen der Hochschulen in Bayern* (BayCalc-Richtlinie) (Sargl et al., 2023). Die BayCalc-Richtlinie wurde unter dem Dach des Netzwerks Hochschule und Nachhaltigkeit Bayern (NHNB) gemeinsam mit den Mitgliedshochschulen und in Kooperation mit der Allianz Nachhaltige Universitäten Österreich entwickelt. Im März 2023 wurde das Zentrum Hochschule und Nachhaltigkeit Bayern (BayZeN) gegründet, in welches das NHNB bis Ende 2023 überführt wurde.

Die BayCalc-Richtlinie basiert im Wesentlichen auf dem GHG Protocol, welches bei der THG-Bilanzierung der maßgebliche internationale Standard ist. Die BayCalc-Richtlinie stellt teilweise spezifischere Anforderungen an die Hochschulen als das GHG Protocol. Diese Präzisierung ergibt sich aus der notwendigen Anpassung eines internationalen Standards auf einen regionalen und sektorspezifischen Kontext.

Ziel der BayCalc-Richtlinie ist die THG-Bilanzierung der bayerischen Hochschulen zu vereinheitlichen sowie eine zeitliche und institutionelle Vergleichbarkeit der Bilanzen zu ermöglichen. So wird beispielsweise darauf eingegangen, welche Scope 3 Emissionen im Kontext des Hochschulwesens als relevant anzusehen sind. Durch Unterkategorien wird zudem verdeutlicht, welche Emissionen innerhalb der jeweiligen Scope 3 Kategorie zu bilanzieren sind. Desweiteren liefert die Richtlinie eindeutige Beschreibungen bezüglich diverser Besonderheiten in den organisatorischen Systemgrenzen einer Hochschule, wodurch die Vorgaben des GHG Protocol leichter auf den konkreten Anwendungsfall Hochschule übertragen werden können. Die BayCalc-Richtlinie fordert die Bilanzierung der in Tab. 2 abgebildeten Emissionsquellen.

Tab. 2: Emissionsquellen gemäß BayCalc

Verpflichtend in Scope 1 und 2	Empfohlen in Scope 3
Strom (marktbasiert und standortbasiert)	Kategorie 1: Vorgelagerte Emissionen durch Erzeugung und Transport von Brennstoffen und Energie
Wärme	Kategorie 2: Bezogene Waren und Dienstleistungen
Kältemittel	Kategorie 3: Bezogene Kapitalgüter (Baustoffe)
Prozessemissionen	Kategorie 4: Abfall und Wasser
	Kategorie 5: Dienstreisen (Dienstreisen von Beschäftigten, Student Outgoing, Exkursionen, An- und Abreise von Gästen)
	Kategorie 6: Pendeln von Mitarbeitenden und Studierenden

Die Leitprinzipien für die THG-Bilanzierung nach GHG Protocol und nach der BayCalc-Richtlinie sind (Sargl et al., 2023; WRI & WBCSD, 2004):

1. **Relevanz:** Definition und adäquate Ansprache der relevanten Zielgruppen.
2. **Vollständigkeit:** Einbezug aller relevanten Emissionsquellen innerhalb der Systemgrenzen und Offenlegen von Ausnahmen.
3. **Kontinuität:** Verwendung derselben Methodik für alle Bilanzen der gleichen Systemgrenze und Offenlegung von Änderungen im Vorgehen, falls zutreffend.
4. **Transparenz:** Nachvollziehbare Ausweisung der Datenquellen und Darlegung der Berechnungsmethoden sowie Beschreibung von Datenlücken.
5. **Genauigkeit:** Vermeidung von Unsicherheiten soweit möglich und Ausschluss systematischer Fehler und methodischer Fehler, wie z. B. Doppelbilanzierungen.

Durch die Definition organisatorischer Systemgrenzen wird festgelegt, welche organisationsbezogenen Bereiche und Liegenschaften einer Organisation, eines Unternehmens oder hier einer Hochschule innerhalb der Bilanzgrenzen liegen.

Systemgrenze der Technischen Universität München

Bei der Definition der System- oder Bilanzgrenzen wird zwischen organisatorischen und operativen bzw. inhaltlichen Systemgrenzen unterschieden. Die organisatorische Systemgrenze für die Startbilanz der TUM mit Bezugsjahr 2021 umfasst die in Tab. 3 aufgeführten Standorte und Gesamtfläche⁴, welche von der ZA4, Gebäudemanagement zur Verfügung gestellt wurde. Es wurden nur Gebäudeflächen in die Systemgrenze gezählt, die auch der TUM zugeordnet werden können. Gebäude, die durch die TUM verwaltet, aber vollständig durch andere staatliche Einrichtungen genutzt werden wurden nicht integriert. Eine Übersicht der für das Klimaschutzkonzept relevanten Gebäude sowie der explizit exkludierten Gebäude kann dem Anhang  C entnommen werden (Tab. 34 und Tab. 35).

Tab. 3: Nettoraumfläche der TUM Campus Standorte

NRF in m ²	Standort
143.501	Campus München
312.956	Campus Garching
125.885	Campus Weihenstephan
19.357	Campus Straubing
145.577	Außenstellen ⁵
747.256	Gesamt-Nettoraumfläche der TUM

Am Standort Straubing wurden alle Gebäudeflächen des TUMCS und damit verbundenen Energieverbräuche und Emissionen der TUM zugeordnet. Durch die Kooperation mit der HSWT werden einige Flächen am Campus zwar von Professuren der HSWT oder gemeinschaftlich genutzt, es erfolgt jedoch keine Abrechnung der Energiekosten mit der HSWT. Die

⁴ Die angegebene Fläche in m² bezieht sich auf die Nettoraumfläche (NRF).

⁵ Berchtesgaden, Campus im Olympiapark, Campus Ottobrunn, Dachau, Eichenau, Forschungsstation Viehhausen, Freising-Achering, Garching Sonst., Garmisch-Partenkirchen, Iffeldorf, Kapuzinerhölzl, München Sonst., Obernach, Pasing, Raitenhaslach, Schwabing-West, Starnberg, Veitshof, Versuchsstation Dürnast, Versuchsstation Roggenstei, Versuchsstation Thalhausen

vollständige Zuordnung zur TUM erfolgte, da die gesamten Kosten durch die TUM getragen werden und die Versorgungshoheit beim TUMCS liegt. Alle Kosten für bezogene Waren und Dienstleistungen der HSWT-Professuren wurden ebenfalls vom TUMCS getragen. Lediglich Dienstreisekosten der HSWT-Beschäftigten werden von der HSWT getragen und die Pendelaktivitäten der HSWT-Beschäftigten werden von der HSWT erfasst und zugerechnet.

Im Jahr 2021 verteilten sich die Zahlen der Hochschulangehörigen wie in Tab. 4 abgebildet (TUM in Zahlen 2021, 2022).

Tab. 4: Anzahl der Hochschulangehörigen in Vollzeit und pro Kopf 2021

	Vollzeitäquivalente (VZÄ)	Personen („Köpfe“)
Anzahl der Studierenden	47.937 ⁶	48.296
Anzahl der Beschäftigten	10.746 ⁷	15.312 ⁷
Hochschulangehörige	58.683	63.608

Die operative Systemgrenze für die Startbilanz der TUM mit Bezugsjahr 2021 umfasst, gemäß der BayCalc-Richtlinie, die in Abb. 3 dargestellten Emissionsquellen. Die vollumfängliche Bilanzierung der Scope 1 und der Scope 2 Emissionen ist für eine THG-Bilanz gemäß den Anforderungen der BayCalc-Richtlinie verpflichtend. Dies ist bei der TUM erfüllt.

Ebenfalls wurden wesentliche Scope 3 Emissionen wie energiebedingte Vorketten, bezogene Waren und Dienstleistungen, bezogene Kapitalgüter, Abfall und ein Teil der Dienstreisen (nicht erfasst sind Exkursionen, An- und Abreise von Gästen) bilanziert. Der Pendelverkehr der Beschäftigten und Studierenden wurde in der Startbilanz aufgrund fehlender Daten noch nicht berücksichtigt. Die Emissionsquelle der Abfälle ist nicht vollständig bilanziert, wird aber in den Folgebilanzen vervollständigt. Die TUM hat den Anspruch, bestehende Datenlücken für die Folgebilanzen sukzessive zu schließen. Daten zu Scope 3 Emissionen zu erfassen, ist meist eine Herausforderung, da diese außerhalb der berichtenden Organisation entstehen und bei der Datenerhebung auf Informationen Dritter angewiesen ist. Dies gilt insbesondere für Vorketten-Emissionen, wie z. B. Vorketten Emissionen von Brennstoffen. Falls Daten nur mit erheblichem Aufwand zu erfassen oder keine passenden Emissionsfaktoren erhältlich sind, kann eine engere Systemgrenze gesetzt werden. Dies muss nach dem Leitprinzip der Transparenz im Bericht dokumentiert werden. Für Folgebilanzen sollte, auf der Startbilanz aufbauend, die Datenerfassung verbessert werden. Aus diesem Grund können zunächst ausgeschlossene Kategorien in einer Folgebilanz bilanziert werden. Auch dies gilt es transparent zu dokumentieren.

⁶ Umfasst Studierende der Schools of Engineering & Design, Life Sciences, Management (ohne Heilbronn), Social Sciences & Technology, Fakultäten Mathematik, Physik, Chemie, Elektrotechnik & Informationstechnik, Informatik, Medizin, Sport & Gesundheitswissenschaften, Integrative Research Institute TUMCS, German Institute of Sciences & Technology, Elitestudiengänge, Austauschprogramme und Promotionsstudierende

⁷ Umfasst: Professorinnen und Professoren, außeruniversitäre Professorinnen und Professoren, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, Nicht-Wissenschaftlerinnen und Nicht-Wissenschaftler, Wissenschaftliche Hilfskräfte, studentische Hilfskräfte, Auszubildende, Professorinnen und Professoren Klinikum

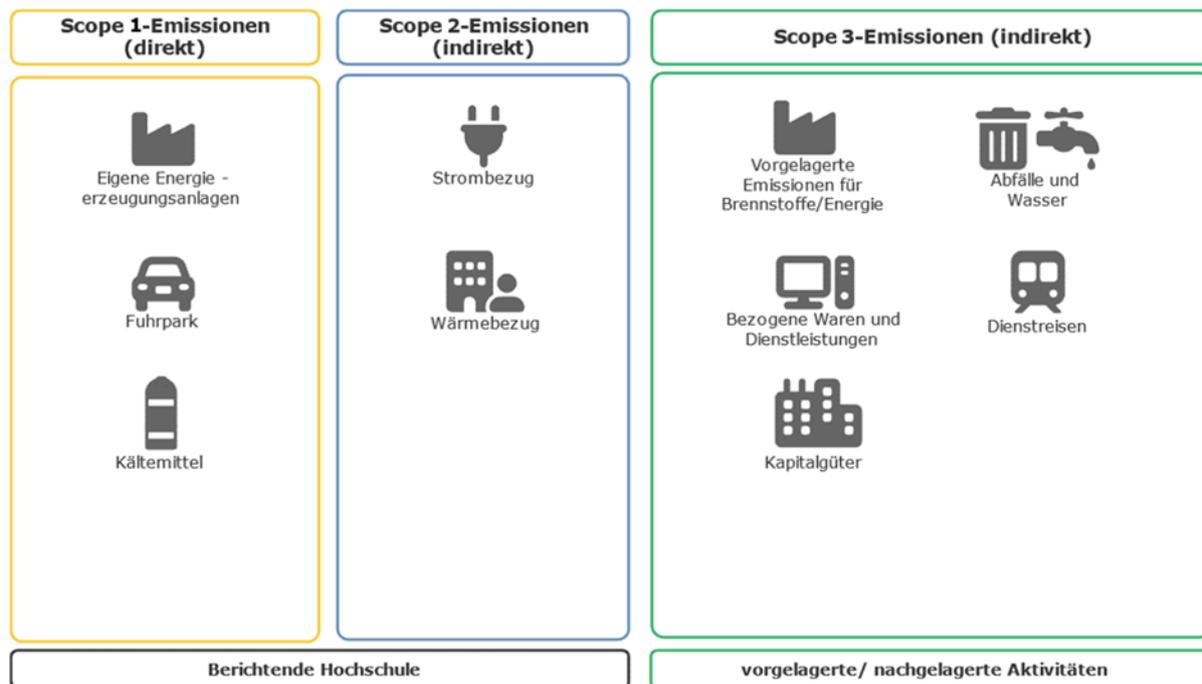


Abb. 3: Operative Systemgrenzen der Startbilanz der TUM (Darstellung FutureCamp)

Treibhausgasemissionsberechnung und Emissionsfaktoren

THG-Emissionen werden berechnet, indem Primär- bzw. Aktivitätsdaten wie z. B. Verbräuche, bezogene Mengen oder Geldbeträge mit Emissionsfaktoren multipliziert werden. Sind keine Primärdaten vorhanden, kann auf Sekundärdaten, aus Studien oder Berichte, zurückgegriffen werden. Hier sollte darauf geachtet werden, dass die Sekundärdaten sich auf einen Kontext vergleichbar zur berichtenden Organisation beziehen. Die höchste Datenqualität weisen direkte Emissionsmessungen auf. Danach folgen in der Hierarchie Primärdaten und dann Sekundärdaten mit absteigender Datenqualität.

Ein Emissionsfaktor gibt die THG-Emissionen pro Bezugseinheit, wie z. B. die erzeugten t CO₂e pro genutzter Kilowattstunde Strom, an. Emissionsfaktoren sollten für die Berechnung geographisch, technologisch und zeitlich möglichst aktuell und passend sein. Außerdem ist die Vollständigkeit der Emissionsfaktoren zu beachten, die in Emissionsbilanzen oft nicht einheitlich ist. Teilweise werden bei den Emissionsfaktoren nur direkte Emissionen (z. B. Verbrennung von Erdgas) betrachtet, dabei wird die Vorkette außer Acht gelassen. Der Einbezug der Vorketten-Emissionen (wie z. B. Exploration, Förderung und Transport von Erdgas bis zum Verbrennungsort) ist jedoch ebenso ein relevanter Teil der Emissionsberechnung. Emissionsfaktoren müssen aus offiziell anerkannten, zuverlässigen und aktuellen Quellen stammen.

Die Berechnung der Emissionen der TUM erfolgte anhand von Aktivitätsdaten in Kombination mit aktuellen Emissionsfaktoren. Für die Berechnung wird von BayZeN in Ergänzung zur BayCalc-Richtlinie ein auf Microsoft Excel basiertes Berechnungstool (BayCalc-Bilanzierungstool) bereitgestellt⁸. Die Emissionsfaktoren, die für die THG-Berechnung der TUM im Tool hinterlegt und somit für die Berechnung verwendet wurden, stammen aus den folgenden Datenbanken und Quellen (siehe Anhang ☺ B):

⁸ <https://www.nachhaltighochschule.de/arbeitsgruppen/ag-thg-bilanzierung/>

- UBA (Umweltbundesamt)
- DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs. GB/UK)
- GEMIS (Globales Emissions-Modell integrierter Systeme, IINAS Darmstadt)
- ÖKOBAUDAT (Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen)
- TREMOD (Transport Emission Model)
- öffentlich zugänglichen Studien

Größtenteils wurden die Emissionsfaktoren genutzt, die standardmäßig im BayCalc-Bilanzierungstool hinterlegt sind. Für Kältemittel wurden zusätzliche Emissionsfaktoren aus der DEFRA-Datenbank und der U.S. Environmental Protection Agency (EPA) verwendet.

Sofern vorhanden, wurden im Berechnungstool aktuelle Daten des UBA implementiert, da diese sich auf den korrekten geografischen Kontext beziehen. Das UBA ist die zentrale Umweltbehörde Deutschlands und liefert durch Studien sowie durch das Handbuch für Emissionsfaktoren (HBEFA) aktuelle Emissionsfaktoren in relevanten Bereichen.

Bei der Erstellung der vorliegenden THG-Bilanz wurde an einigen Stellen auf DEFRA-Werte zurückgegriffen. DEFRA ist die Umweltschutzbehörde des Vereinigten Königreichs Großbritannien und Nordirland. Diese Instanz veröffentlicht jährlich ein aktuelles und umfassendes Set von Emissionsfaktoren.

Für einige Emissionsquellen wird GEMIS als Quelle für Emissionsfaktoren genutzt. Bei GEMIS handelt es sich um eine kostenlose Datenbank von IINAS welches durch das Ökoinstitut entwickelt wurde. Die Datenbank wird ebenfalls jährlich aktualisiert. Der Emissionsfaktor für den deutschen Strom-Mix wurde beispielsweise basierend auf GEMIS berechnet.

Es ist davon auszugehen, dass die Emissionsfaktorenliste des BayCalc-Bilanzierungstools jährlich aktualisiert und erweitert wird. Dies wird für die Bilanzierung der Folgejahre entsprechend berücksichtigt.

Datenqualität und Datenlücken

Im Folgenden werden die Datenqualität und der Umgang mit Datenlücken zusammenfassend dargestellt (Tab. 5 und Tab. 6). Die Darstellung ist in Scope 1, Scope 2 sowie Scope 3 Emissionsquellen unterteilt. Die Einheiten ergeben sich aus den innerhalb des BayCalc-Bilanzierungstool hinterlegten Emissionsfaktoren.

Tab. 5: Datenqualität der Scope 1- und 2- Emissionen

Emissionsquellen Scope 1+2	Einheiten	Datenqualität
Energie (Strom und Wärme)	kWh	hoch
Fuhrpark (Kraftstoffverbrauch Diesel)	l	ausreichend
Fuhrpark (Kraftstoffverbrauch Benzin)	l	ausreichend
Fuhrpark (Fahrleistung)	km	ausreichend
Kältemittel	kg	hoch

Tab. 6: Datenqualität der Scope 3 Emissionen

Emissionsquellen Scope 3	Einheiten	Datenqualität
Energie (Strom und Wärme)	kWh	hoch
Bezogene Waren und Dienstleistungen	Stück	ausreichend
Kapitalgüter	€	ausreichend
Abfall und Abwasser	Abfall noch nicht bilanziert, Abwasser und Wasser: m ³	hoch
Dienstreisen	Pkm, Liter, €	niedrig-hoch

Weitere Details zu Datenlücken und die Grundlage für die in Tab. 5 und Tab. 6 angegebene Bewertung der Datenqualität ist dem folgenden Unterkapitel zu entnehmen. Die Ausweisung und Kategorisierung der Datenqualität ergibt sich aus der der BayCalc-Richtlinie (vgl. Kapitel 7.4 Datengüte, BayCalc-Richtlinie). Aus der Bewertung der Datenqualität ergeben sich entsprechende Unsicherheitsaufschläge, die innerhalb des BayCalc-Bilanzierungstool hinterlegt sind und in Tab. 7 aufgeführt sind.

Tab. 7: Unsicherheitsaufschläge gemäß BayCalc

Datenqualität in BayCalc	Unsicherheitsfaktor in BayCalc
hoch	1
ausreichend	1,1
niedrig	1,25
sehr niedrig	1,5

Datenerfassung

Energie

Als Datengrundlage für die Energie (Wärme und Strom in kWh) wurden für München, Weihenstephan und die Außenstellen der Energiemonitoringbericht für das Jahr 2021 der ZA4, Zentrale Technik herangezogen. Dabei wurden der Brennstoffverbrauch (S. 6, S. 40), der nicht witterungsbereinigte Wärmeverbrauch (S. 9-11, S. 42) und der Stromverbrauch (S.20, S. 30-33, S. 46) für die Energiebilanz verwendet. Die Zuordnung der einzelnen Verbrauchsstellen zu den Gebäuden erfolgte in Abstimmung mit der Zentralen Technik der ZA4. Als weitere Datengrundlage diente eine Liste der Gebäude der TUM und deren Gebäudeflächen aufgeteilt in die Flächenanteile nach DIN 277 vom Flächenmanagement der ZA4. Die Einhaltung der Systemgrenze, welche der aufgeführten Gebäude in dem Monitoring Bericht vollständig der TUM zuzuordnen sind, wurde mit der ZA4 und seinen einzelnen Universitätseinheiten abgesprochen. Ein Abgleich der Energiedaten aus dem Energiemonitoringbericht und Ergänzungen erfolgten mittels einer Übersicht der Entlastungskontingente für Strom und Gas.

Für Garching wurden der Strombezug, der Erdgasbezug sowie die erzeugten Wärme- und Strommengen (in kWh) durch die ZA4, Zentrale Technik bereitgestellt. Ein Abgleich der Energiedaten und Ergänzungen erfolgten mittels einer Übersicht der Entlastungskontingente für Strom und Gas. In Garching ist eine gebäudescharfe Zuordnung der Wärmeverbräuche aufgrund fehlender Messinfrastruktur nicht möglich. Jedoch ist eine Auflösung der Energiever-

bräuche je Gebäude für die Berechnung der THG-Emissionen und die Aufstellung einer Energiebilanz nicht notwendig, da sich die TUM als Betreiber des Heizkraftwerks und Wärmenetzes diese Emissionen gemäß GHG Protocol in Scope 1 anzurechnen hat.

In Straubing werden die Energieverbrauchsdaten auf Basis der Abrechnungen der Energieversorger in der Campusverwaltung zusammengetragen. Ein Abgleich der Energiedaten und Ergänzungen erfolgten ebenfalls mittels einer Übersicht der Entlastungskontingente für Strom und Gas. Für das Jahr 2021 war am BHKW im neuen Gebäude Uferstraße 53 noch keine getrennte Ausweisung der erzeugten Strom- und Wärmemengen möglich, da der Betrieb des Gebäudes und BHKWs erst im Jahresverlauf aufgenommen wurde. Ab dem Jahr 2022 ist eine getrennte Ausweisung möglich.

Die Außenstellen, welche nicht im o. g. Energiemonitoringbericht gelistet waren, wurden separat nach dem Strom- und Wärmeverbrauch angefragt. Dies betraf den Campus Ottobrunn, das Akademiezentrum Raitenhaslach und das Forschungszentrum Geriatrie in Garmisch-Partenkirchen.

Da die Daten aus direkten Messungen, Ablesungen, oder Rechnungen stammen, ist die Datengüte gemäß BayCalc-Richtlinie als hoch kategorisiert. Eine zusammengefasste Auflistung der zugrunde liegenden Daten für die THG-Bilanz ist unter Kapitel 2.2 zu finden.

Fuhrpark

Bei der Datensammlung für die Erstellung der THG-Bilanz zeigte sich, dass bislang keine zentrale und vollständige Datenbank über alle Fahrzeuge des Fuhrparks mit Kraftstoffverbrauchsmengen oder der Fahrleistung an der TUM existiert. Eine Liste der vorhandenen Informationen über alle bekannten Dienstfahrzeuge der TUM wurde von der ZA3, Finanzen bereitgestellt. Da die Möglichkeit besteht, dass nicht alle Fahrzeuge vollständig erfasst sind, ist die Datenqualität hier jedoch nur „ausreichend“.

Die Eintragung im BayCalc-Bilanzierungstool erfordert die Eingabe einer Kraftstoffmenge in Litern oder der Fahrleistung in km. Diese Angaben wurden bei den in der Fahrzeugliste hinterlegten TUM-Einheiten separat für alle gelisteten Fahrzeuge angefragt und sind aggregiert in Tab. 8 aufgeführt. Dabei wurden nur motorisierte Fahrzeuge (PKWs, LKWs, landwirtschaftliche Maschinen, etc.) abgefragt. Landwirtschaftliche, nichtmotorisierte Geräte und Anhänger weisen keinen eigenen Kraftstoffverbrauch auf. Gleichzeitig wurde um eine Prüfung der Vollständigkeit der gelisteten Fahrzeuge gebeten. Für 96 % der angefragten Fahrzeuge konnte entweder die Fahrleistung oder der Kraftstoffverbrauch ermittelt werden. Zur Berechnung der THG-Emissionen wurde aufgrund der höheren Aussagekraft Angaben zum genauen Kraftstoffverbrauch im Jahr 2021 gegenüber der Fahrleistung bevorzugt, sofern beide Informationen vorhanden waren. Da die Daten zum Teil aus Schätzungen stammen, ist die Datengüte gemäß BayCalc-Richtlinie als „ausreichend“ kategorisiert.

Tab. 8: Verbrauchsdaten des Fuhrparks 2021

Kategorie	Menge	Einheit
Verbrauch Diesel	139.639	l
Verbrauch Benzin	6.989	l
Verbrenner-PKW (Fuhrpark)	409.609	km
Hybrid-PKW (Fuhrpark)	30.683	km
E-PKW (Fuhrpark)	64.190	km

Kältemittel

Die Kältemittelverbräuche wurden bei der ZA4, Gebäudemanagement angefragt. Dabei wurden nur nachgefüllte Mengen an Kältemittel in der THG-Bilanz aufgeführt, da davon ausgegangen wird, dass diese Mengen durch Leckagen ausgetreten und in die Umwelt gelangt sind. Die nachgefüllten Mengen sind in Tab. 9 aufgeführt. Da die Daten aus Rechnungen stammen, wird die Datengüte gemäß BayCalc-Richtlinie als hoch kategorisiert.

Tab. 9: Verbrauchswerte der Kältemittel 2021

Kältemittel	Menge in kg
R410A	1,8
R134	3,2
R422D	8,3
R407C	1,0

Bezogene Waren und Dienstleistungen

Die im BayCalc-Bilanzierungstool vorgesehenen Waren und Dienstleistungen wurden auf die Verfügbarkeit von Daten an der TUM geprüft. Diese Prüfung zeigte auf, dass nur ein Teil der vorgegebenen Waren und Dienstleistungen zentral erfasst wird. Alle Waren, die im zentralen SAP-System aufgeführt sind und einer der Kategorien aus dem BayCalc-Bilanzierungstool zugewiesen werden konnten, wurden in die THG-Bilanz aufgenommen und sind in Tab. 10 aufgeführt.

In SAP werden alle Anlagen mit einem Wert über 250 € netto inventarisiert und in verschiedenen Anlageklassen gelistet. Die SAP-Listen wurden von der ZA3, Finanzen bereitgestellt. Anhand der Anlagenbezeichnung in den SAP-Listen konnte die eingekaufte Stückzahl ermittelt werden und im BayCalc-Bilanzierungstool eingetragen werden. Alle Gegenstände, für die aus der Anlagenbezeichnung keine eindeutige Zuordnung zu den Kategorien aus dem BayCalc-Bilanzierungstool möglich war, wurden separat geprüft. Die erfassten Kategorien und Mengen sind in Tab. 10 aufgeführt. Da die Vollständigkeit der Datenbasis auch für die in SAP gelisteten Waren nicht gewährleistet werden kann, ist die Datengüte gemäß BayCalc-Richtlinie nur als ausreichend kategorisiert.

Die eingekauften Mengen Papier konnten nicht erfasst werden, da die Papierbeschaffung dezentral durch die Lehrstühle oder Verwaltungseinheiten erfolgt und nicht in SAP zu inventarisieren sind.

Die Beschaffung von Reinigungsmitteln, Papierhandtüchern und Toilettenpapier erfolgt ebenfalls dezentral oder über die Dienstleistungsunternehmen, die für die Gebäudereinigung zuständig sind und konnte daher nicht erfasst werden.

Die outgesourcten Leistungen an das Leibniz Rechen Zentrum (LRZ) konnten nicht in der in der BayCalc-Richtlinie vorgegebenen Einheit bereitgestellt werden.

Die geringe Anzahl der Docking Stationen ergibt sich aus der Schwelle von 250 € netto der Inventarisierungen in SAP.

Tab. 10: Beschaffte Waren und Dienstleistungen 2021

Kategorie	Menge	Einheit
Beamer	46	Stück
Desktop-PC	1.274	Stück
Docking-Stationen	9	Stück
Drucker	226	Stück
Toner	Nicht erfassbar	Stück
Monitore	763	Stück
Multifunktionsgeräte	Nicht erfassbar	Stück
Notebook/Laptop	1.997	Stück
Outgesourcte Leistungen des Rechenzentrums	Nicht erfassbar	Gb/a
Papier (Primärfaser)	Nicht erfassbar	t
Papier (Recycling)	Nicht erfassbar	t
Papierhandtücher (Recycling)	Nicht erfassbar	t
Regale/ Schränke	944	Stück
Reinigungsmittel	Nicht erfassbar	t
Smartphones	241	Stück
Stühle	1.458	Stück
Tablet	406	Stück
Tische	1.351	Stück
Toilettenpapier (Recycling)	Nicht erfassbar	t

Kapitalgüter

Die im BayCalc-Bilanzierungstool vorgesehenen Kapitalgüter, allesamt Baumaterialien für Neubauten im Bilanzjahr, konnten in der Startbilanz nicht erhoben werden, da diese Daten weder von den Staatl. Bauämtern noch von der ZA4, Baumanagement bereitgestellt werden konnten. Neben den im BayCalc-Bilanzierungstool aufgeführten Kategorien wurden „Server“ und „Fahrzeuge“ auf Vorschlag des externen Dienstleisters FutureCamp in der Kategorie Kapitalgüter ergänzt. Ein entsprechender Emissionsfaktor wurde von FutureCamp bereitgestellt. Die Mengen in der die Kapitalgüter erfasst wurden sind in Tab. 11 aufgeführt. Die Daten für Fahrzeuge und Server aus dem SAP-System stammen und dort vollständig inventarisiert werden, wird die Datengüte gemäß BayCalc-Richtlinie als hoch kategorisiert.

Tab. 11: Erfasste Kapitalgüter 2021

Kategorie	Menge	Einheit
Kies	Nicht erfassbar	t
Sand	Nicht erfassbar	t
Beton	Nicht erfassbar	t
Branntkalk	Nicht erfassbar	t
Gips	Nicht erfassbar	t
Glas	Nicht erfassbar	t
Steinwolle	Nicht erfassbar	t

Kategorie	Menge	Einheit
Zement (Portland)	Nicht erfassbar	t
Kupfer	Nicht erfassbar	t
Stahl-mix	Nicht erfassbar	t
Stahl-Elektro	Nicht erfassbar	t
Stahlblech-verzinkt	Nicht erfassbar	t
Schafwolle	Nicht erfassbar	t
Hanf	Nicht erfassbar	t
Jute	Nicht erfassbar	t
Stahlbeton	Nicht erfassbar	t
Kalksandstein	Nicht erfassbar	t
Hochlochziegel	Nicht erfassbar	t
Mineralwolle	Nicht erfassbar	t
Holz	Nicht erfassbar	t
Holzfaserdämmung	Nicht erfassbar	t
Zellulose	Nicht erfassbar	t
Baumwolle	Nicht erfassbar	t
Blähperlit	Nicht erfassbar	t
Glaswolle	Nicht erfassbar	t
Blähglas	Nicht erfassbar	t
Fahrzeuge	537.214	€
Server	251	Stück

Abfall und Abwasser

Die Mengen an Trinkwasser, die aus dem öffentlichen Netz an den Standorten München, Weihenstephan und einigen Außenstellen bezogen wurden entstammen den Energiemonitoringberichten für das Jahr 2021 von der ZA4, Zentrale Technik. Die bezogene Menge am Campus Straubing wurde aus den Rechnungen der Stadtwerke Straubing entnommen. Für den Standort Garching konnten dem Klimaschutzmanagement keine Wassermenge für das Jahr 2021 übermittelt werden. Für Abwasser wurde, wie in den Abrechnungen der Entsorgungsgesellschaften üblich, die Menge des bezogenen Wassers angenommen. Die verbrauchten Mengen an Wasser und Abwasser sind in Tab. 12 aufgeführt. Da die Daten aus direkten Messungen, Ablesungen, oder Rechnungen stammen, ist die Datengüte gemäß BayCalc-Richtlinie als hoch kategorisiert.

Die Menge an angefallenen Abfällen konnten von der ZA4, Zentralen Technik für das Jahr 2021 nicht rückwirkend bereitgestellt werden. Eine Erfassung der angefallenen Abfallmengen pro Jahr ist ab dem Jahr 2024 mit neu geschlossenen Verträgen mit den Entsorgungspartnern möglich.

Tab. 12: Verbrauchsmengen Wasser und Abwasser 2021

Campus	Art	Menge in m ³
Weihenstephan	Wasser	821.097
Weihenstephan	Abwasser	821.097
Garching	Wasser	Nicht erfasst
Garching	Abwasser	Nicht erfasst
München	Wasser	106.779
München	Abwasser	106.779
Straubing	Wasser	2.586
Straubing	Abwasser	2.586
Außenstellen ⁹	Wasser	47.013
Außenstellen ⁹	Abwasser	47.013

Dienstreisen

Gemäß BayCalc-Richtlinie sind Emissionen, die bei einer Dienstreise von Mitgliedern der Hochschule mit nicht hochschuleigenen Fahrzeugen entstehen in Scope 3 zu erfassen. Diese werden dabei über die Treibstoff- oder Strommenge berechnet oder über die zurückgelegten Personenkilometer und das genutzte Verkehrsmittel. Es genügt dabei die Emissionen mittels des Emissionsfaktors des Hauptverkehrsmittels¹⁰ zu berechnen (Sargl et al., 2023).

Innerhalb der TUM ist die ZA3, zentrale Reisekostenstelle für die Genehmigung von Dienst- und Fortbildungsreisen und die anschließende Erstattung von Auslagen zuständig. Derzeit werden die für die Berechnung der THG-Emissionen benötigten Daten bei der Rückerstattung der Reisekosten, die Entfernung und das genutzte Hauptverkehrsmittel, weder digital über das Bayerische Reisekostenmanagementsystem (BayRMS) noch über das Reisekostenabrechnungssystem (BayRKS) vollständig erfasst. Eine TUM-seitige Auswertung der Daten lassen diese Systeme darüber hinaus nicht zu. Außerdem können die Emissionen aus Dienstreisen nicht standortbezogen aufgeteilt werden (auch zukünftig nicht angedacht). Die Emissionen werden daher übergreifend der gesamten TUM zugeordnet. Für die Berechnung der THG-Emissionen aus Dienstreisen musste aufgrund der begrenzten Datenverfügbarkeit auf Basis der genutzten Verkehrsmittel unterschiedliche Herangehensweisen gewählt werden, welche im Folgenden beschrieben werden.

Die Auswertung der in BayRKS hinterlegten Daten, welche zur Bearbeitung der Abrechnungsanträge für Reisekosten genutzt werden, kann derzeit nur über das bayer. Landesamt für Finanzen (LfF) erfolgen. Dabei können jedoch auch nur kostenrelevante Datensätze exportiert und ausgewertet werden, dies betrifft die Fahrkosten und die Anzahl der Fahrten oder Flüge mit dem jeweiligen Verkehrsmittel. Demnach können aus den hinterlegten Daten lediglich die zurückgelegte Entfernung mit privaten PKWs, Motorrädern oder Fahrrädern über die Wegstreckenentschädigung berechnet werden sowie die entstandenen Kosten für Taxifahrten für die Berechnung der Emissionen der Dienstreisen genutzt werden. Im BayCalc-Bilanzierungstool sind Emissionsfaktoren für Taxifahrten in € pro t CO₂e sowie für Verbrenner-PKWs und Mo-

⁹ Umfasst: Richard-Wagner-Str. 14, Franz Langiger Str. 10, Baumbachstr. 11, Tennisanlage, Schacht Süd, BFTS, Schacht Nord, Schacht Ost, WSP Starnberg, Eichenau, Iffeldorf, Schragenhofstr. 31

¹⁰ Das Hauptverkehrsmittel entspricht dem Verkehrsmittel, mit dem die größte Entfernung zurückgelegt wird.

torräder in Personenkilometer pro t CO₂e hinterlegt. Die für Taxi-, PKW-, Motorrad- und Fahrradfahrten ergeben sich die folgenden Werte aus der Auswertung des LfF (Tab. 13). Da die Daten aus Abrechnungen stammen, wird die Datengüte gemäß BayCalc-Richtlinie als hoch kategorisiert.

Tab. 13: Taxi-, PKW-, Motorrad- und Fahrradfahrten 2021

Verkehrsmittel	Menge	Einheit
Taxi	9.612	€
Verbrenner-PKW	816.413	Pkm
Motorrad	2.639	Pkm
Fahrrad	6.688	Pkm

Mit dem Beschluss des Maßnahmenpakets zum Klimaschutz des Ministerrats im November 2019 müssen ab dem Jahr 2020 alle entstehenden CO₂-Emissionen für unvermeidbare dienstliche Flugreisen kompensiert werden (Klimaschutzprogramm gemäß Art. 5 BayKlimaG, 2022). Für die Ermittlung der zu kompensierenden CO₂-Emissionen für Flugreisen müssen alle Resorts, also auch die TUM, alle dienstlichen Flüge inkl. Flugstrecke (Start- und Endflughafen) erfassen. Die Auswahl der CO₂-Kompensationsmöglichkeiten sowie die Beschaffung der entsprechenden Zertifikate erfolgt zentral über die Landesagentur für Energie und Klimaschutz (LENK). Die gesammelten Daten werden der LENK direkt zur Verfügung gestellt. Die LENK ermittelt mit Hilfe eines Emissionsrechners die entstandenen und dann zu kompensierenden THG-Emissionen. Dabei spielen nicht nur Faktoren wie die zurückgelegte Flugstrecke, sondern auch der Flugzeugtyp oder die Besetzung des Flugzeugs eine Rolle. Im BayCalc-Bilanzierungstool erfolgt die Emissionsberechnung jedoch über eine Unterteilung in Entfernungskategorien von Kurz- (unter 1.000 km), Mittel- (zwischen 1.000 und 10.000 km) und Langstrecke (über 10.000 km) und den dazugehörigen Emissionsfaktoren. Diese Unterteilung entspricht der Vorgehensweise des Umweltbundesamts (UBA) für die Berechnung der Flugreiseemissionen der Bundesministerien und wurde im Zuge der Entwicklung der BayCalc-Richtlinie mit diesem abgestimmt. Für die Berechnung der THG-Emissionen aus den Flugreisen der TUM wurden demnach nicht direkt die von der LENK berechneten Emissionswerte übernommen, sondern lediglich die ermittelten Flugstrecken. Die für die TUM zusammengefasste Auswertung der zurückgelegten Flüge und Streckenberechnung wurde von Seiten der LENK für die Jahre 2021 und 2022 zur Verfügung gestellt. Für das Jahr 2021 ergibt sich daraus die in Tab. 14 abgebildete Aufteilung der Flugstrecken in die für das BayCalc-Bilanzierungstool erforderlichen Entfernungskategorien. Da die Daten für die Flugstrecken aus dem Reisekostensystem stammen, wird die Datengüte gemäß BayCalc-Richtlinie als hoch kategorisiert.

Tab. 14: Zurückgelegte Flugstrecken nach Entfernungskategorien 2021

Entfernungskategorie	Personenkilometer
Flug unter 1.000 km (einfach)	448.437
Flug 1.000 km-10.000 km (einfach)	2.126.219
Flug über 10.000 km (einfach)	104.464

Die Emissionen, welche durch Dienstreisen mit der Bahn verursacht wurden, können für die THG-Bilanzierung bisher nur hochgerechnet werden. Eine vollständige Erfassung der Start- und Zielorte erfolgt wie oben beschrieben bislang nicht digital. Für die Hochrechnung wurden

die Bahnfahrten, welche über die einschlägige BMIS-Nummer der TUM (Bahnkundennummer) gebucht wurden von der Deutschen Bahn angefordert. Die angefragten Daten enthalten die unter der TUM Bahnkundennummer gebuchten Personenkilometer im Nah- und Fernverkehr. Die Anzahl der über die TUM Bahnkundennummer gebuchten Fahrten unterscheidet sich jedoch von der Anzahl der abgerechneten Bahnfahrten im BayRKS. In 2021 wurden 41 % der Anzahl der Bahnfahrten über die einschlägige TUM Bahnkundennummer gebucht. Für die Hochrechnung wurde der Mittelwert der zurückgelegten Strecke im Nah- und Fernverkehr gebildet und anteilig auf die Differenz der nicht über die TUM Bahnkundennummer gebuchten Fahrten für Nah- und Fernverkehr hochgerechnet. Für das Jahr 2021 ergibt sich daraus die in Tab. 15 abgebildete Aufteilung der zurückgelegten Bahnstrecke im Nah- und Fernverkehr. Da die Daten für die Berechnung der Bahnreiseemissionen auf Annahmen und Hochrechnungen beruht, wird die Datengüte gemäß BayCalc-Richtlinie als niedrig kategorisiert.

Tab. 15: Zurückgelegte Bahnstrecken im Nah- und Fernverkehr 2021

Streckenkategorie	Personenkilometer
Fernverkehr	1.040.742
Nahverkehr	129.041

Emissionen, die sich aus Fahrten mit dem Öffentlichen Nahverkehr ergeben können aufgrund der fehlenden Datenbasis derzeit für die TUM nicht errechnet werden.

Student Outgoing

In dieser Kategorie werden Emissionen erfasst, die durch die An- und Abreise von Auslandsaufenthalten der Studierenden entstehen. Abweichend der BayCalc-Richtlinie inkludiert die TUM auch die Emissionen der Auslandsaufenthalte, die nicht direkt durch die Hochschule finanziert werden. Analog zu den Dienstreisen werden die Personenkilometer und das verwendete Hauptverkehrsmittel¹¹ für die An- und Abreise der Studierenden erhoben. Eine Heimreise oder weitere während des Auslandsaufenthalts entstehende Emissionen durch Privatreisen werden nicht der THG-Bilanz der TUM angerechnet.

Die Verantwortung für die Datenerfassung liegt beim TUM Global und Alumni Office, welches eine Übersicht der von Studierenden genutzten Austauschprogramme und Ziele pro Semester für die Berechnung der THG-Emissionen zur Verfügung stellen kann. Allgemein wird bei Austauschreisen von Studierenden zwischen zwei verschiedenen Austauschprogrammen unterschieden: ERASMUS (innereuropäischen Austausch) und TUM-Exchange (außereuropäischer Austausch). Für die Berechnung der Emissionen liegt in Bezug auf diese Austauschprogramme eine leicht unterschiedliche Datenbasis zu Grunde, jedoch wird für beide Austauschprogramme angenommen, dass die Studierenden diese von München starten und nach München zurückkehren. Bei Flugreisen wird der nächstmögliche Flughafen des Austauschorts angenommen und analog zu den Dienstreisen für die Berechnung der Emissionen mit dem im BayCalc-Bilanzierungstool hinterlegtem Emissionsfaktor zwischen Kurz- (unter 1.000 km), Mittel- (zwischen 1.000 und 10.000 km) und Langstrecke (über 10.000 km) unterschieden. Da Reisen im Wintersemester über den Jahreswechsel erfolgen, wurde für die jährliche Betrachtung die Anreisen bzw. Abreisen des jeweiligen Wintersemesters betrachtet. Für das Jahr 2021 sind somit die folgenden Anreisen (von München zum Studienort) und Abreisen (vom

¹¹ Das Hauptverkehrsmittel entspricht dem Verkehrsmittel, mit dem die größte Entfernung zurückgelegt wird.

Studienort *nach* München) der Studierenden relevant: Abreisen im Wintersemester 2020/21, An- und Abreisen im Sommersemester 2021, Anreisen im Wintersemester 2021/22.

Für das Austauschprogramm ERASMUS wird erst seit Sommersemester 2022 das genutzte Hauptverkehrsmittel abgefragt. Die folgenden Verkehrsmittel können dabei von den Studierenden gewählt werden: PKW, PKW (carpooling), E-PKW, Motorrad, Bus, Flugzeug, Schiff/Fähre und Bahn. Daher wurden die Emissionen aus ERASMUS Reisen für das Jahr 2021 auf Basis eines sog. Verkehrsmittelschlüssels auf Basis der Daten aus 2022 für vordefinierte Emissionskategorien berechnet. Der Verkehrsmittelschlüssel gibt innerhalb einer Entfernungskategorie an, welcher Anteil an Personenkilometer in dieser Kategorie mit einem bestimmten Verkehrsmittel zurückgelegt wurde. Es wird angenommen, dass sich die Wahl des Hauptverkehrsmittels im Jahr 2021 nur geringfügig von 2022 unterschieden hat. Der Verkehrsmittelschlüssel der definierten Entfernungskategorien ist im Anhang [⊖] D in Tab. 39 abgebildet. Auf Basis dieser Aufschlüsselung wurde die Entfernung pro Verkehrsmittel für die Reisen, in den für das Jahr 2021 relevanten Semester extrapoliert.

Die Datenanalyse, der innerhalb des Austauschprogramms TUM-Exchange bereisten Ziele ergab, dass keine Reisen unter 1.500 km zurückgelegt wurden. Aufgrund dessen wird angenommen, dass alle Reisen per Flugzeug erfolgten. Tab. 16 zeigt eine Übersicht der im Jahr 2021 genutzten Verkehrsmittel und Personenkilometer für beide Austauschprogramme. Im Jahr 2021 sind insgesamt 1.712 Studierende über ERASMUS und TUM-Exchange verreist.

Tab. 16: Student Outgoing Personenkilometer pro Verkehrsmittel 2021

Verkehrsmittel	Personenkilometer
Bus	100.558
PKW	375.322
davon Carpooling	183.307
E-PKW	9.644
Motorrad	2.150
Bahn	451.678
Schiff/ Fähre	0
Fahrrad / E-Bike	0
Flug bis 1.000 km	34.549
Flug 1.000 km-10.000 km	4.575.626
Flug über 10.000 km	260.096

Exkursionen

Die gemäß BayCalc-Richtlinie zu erfassenden mobilitätsbedingten Emissionen durch Exkursionen, die nicht mit hochschuleigenen Fahrzeugen erfolgt sind, sind derzeit nicht in der THG-Bilanz der TUM abgebildet, da diese Daten nicht zentral erfasst werden.

An- und Abreise von Gästen

Auch die gemäß BayCalc-Richtlinie zu erfassenden mobilitätsbedingten Emissionen durch die An- und Abreise von Gästen, die über die TUM abgerechnet werden, sind derzeit nicht in der THG-Bilanz der TUM abgebildet, da diese Daten nicht zentral erfasst werden.

Pendelaktivitäten der Beschäftigten und Studierenden

Gemäß BayCalc-Richtlinie sind die Emissionen der Pendelaktivitäten der Beschäftigten und Studierenden in die THG-Bilanzierung mit aufzunehmen. Im Jahr 2021 wurde jedoch noch keine umfassende und TUM-weite Mobilitätsbefragung oder sonstige geeignete Erhebung durchgeführt. Daher konnte diese Emissionskategorie noch nicht in die erste THG-Bilanzierung mit aufgenommen werden. Das Schaffen der benötigten Datengrundlage wurde nun im Zuge der Erstellung des Klimaschutzkonzepts gemeinsam mit dem Lehrstuhl für Siedlungsstruktur und Verkehrsplanung sowie dem Lehrstuhl für Verkehrstechnik im Wintersemester 2023 angestoßen. Die durchgeführte Mobilitätserhebung konzentrierte sich dabei auf den Aspekt der Alltagsmobilität mit der täglichen Anfahrt an die Arbeits- und Studienorte der Beschäftigten und Studierenden. Diese Erhebung legt die Grundlage für ein langfristiges Monitoring, fließt in die zukünftige THG-Bilanzierung (ab Bilanzierungsjahr 2023) ein und schafft die benötigte Datengrundlage für ein zielgerichtetes und effizientes Vorgehen bei der Etablierung von nachhaltigen Mobilitätslösungen an der TUM.

Folgebilanzierung, Umgang mit Datenlücken und Unsicherheiten

Die Startbilanz wird in den folgenden Jahren aktualisiert und sofern möglich verbessert. Die Erstellung von Folgebilanzen ermöglicht die Wirksamkeitskontrolle von Treibhausgasreduktionsmaßnahmen. Um zukünftig vollständigere THG-Bilanzen erstellen zu können ist es wichtig, die Datenerhebung und die Datenqualität zu verbessern.

In diesem Prozess wird mit der Implementierung wiederholbarer und transparenter Erfassungsmethoden begonnen. Eine gute Dokumentation der Datenerfassung, der Datenqualität und der entsprechenden Unsicherheiten trägt dazu bei, die Qualität der THG-Bilanz und somit die Interpretierbarkeit der Ergebnisse zu verbessern.

Eine zentrale Rolle im gesamten Prozess der Bilanzierung (von der Datenerhebung bis zur Berechnung) spielt die Analyse von Datenunsicherheiten. Eine systematische Bewertung dieser Unsicherheiten ist unerlässlich, um die Zuverlässigkeit der Emissionsdaten zu gewährleisten. Hierbei ist es wichtig, Messungenauigkeiten, die Genauigkeit von Schätzverfahren und die Validität von Annahmen kritisch zu hinterfragen.

Die Datenqualität der Startbilanz der TUM wurde bereits in Tab. 5 und Tab. 6 eingestuft. Die Unsicherheitsaufschläge, die sich aus der Bewertung der Datenqualität ergaben, wurden in Tab. 7 aufgeführt und bei der Emissionsberechnung berücksichtigt. Unsicherheiten im Zuge der Modellierung der Treibhausgasreduktionsmaßnahmen (siehe Kapitel 3) wurden durch konservative Annahmen berücksichtigt.

Ein Großteil der Unsicherheiten ist der Unvollständigkeit der Aktivitätsdaten der jeweiligen Emissionsquellen zuzuschreiben. Aus diesem Grund soll für die Folgebilanzen der Fokus auf die Vervollständigung der Datenlage gesetzt werden. Für Folgebilanzen sollen die fehlenden Daten für die Kategorien Abfall, Exkursionen, An- und Abreise von Gästen sowie Pendeln erhoben werden. Im Zuge der Datenerhebung soll ein Prozess definiert werden, der jährlich wiederholbar und effizient durchgeführt werden kann.

Darüber hinaus ist eine Erfassung aller Kapitalgüter und beschaffter Waren und Dienstleistungen auch für die TUM als Universität empfohlen, da diese üblicherweise im unternehmerischen Kontext einen erheblichen Anteil der Scope 3 Emissionen ausmachen. Die Datenlage ist für diese Kategorien in der Startbilanz noch nicht vollständig. Eine detaillierte Erfassung dieser Kategorien kann jedoch sehr zeitintensiv sein. Daher kann es gerechtfertigt und sinnvoll sein,

für eingekaufte Waren, Dienstleistungen und Kapitalgüter unter einem gewissen Einkaufsvolumen, Annahmen zu treffen. Bei Verwendung von Annahmen sollten entsprechende Unsicherheitsfaktoren in die Emissionsberechnung inkludiert werden. Dieses Vorgehen trifft auf alle Aktivitätsdaten zu.

Um die Effektivität von bereits definierten Maßnahmen und zukünftig geplanten Maßnahmen besser evaluieren zu können sollten Anstrengungen unternommen werden, Energiebezüge und eingesetzte Energieträger gebäudespezifisch bzw. anlagenspezifisch zu erfassen (siehe Projekte in ED4, ☞ Energiemonitoring)

Lebenszyklusbasierte Kostenermittlung als Grundlage der Vergabe von Bauvorhaben

ED3a Enge Kooperation mit den relevanten staatlichen Stellen zur Einführung einer lebenszyklusbasierten Kostenermittlung für Vergaben im Hochschulbau und Integration als Entscheidungsgrundlage bei der Vergabe von Bau- und Sanierungsvorhaben

Energiemonitoring Ebenso wichtig wie die Aktualisierung der Aktivitätsdaten ist die Aktualisierung der Emissionsfaktoren. Die Verwendung aktueller und spezifischer Emissionsfaktoren ist entscheidend für die Genauigkeit der Emissionsberechnungen. Eine regelmäßige Aktualisierung der Emissionsfaktoren ist insbesondere für die Berechnung der energiebedingten Emissionen wichtig, um aktuelle Entwicklungen in der Energieproduktion zu berücksichtigen. Die Verantwortlichkeit für die entsprechende Aktualisierung und Auswahl der Emissionsfaktoren liegt bei den Entwicklern des BayCalc-Tools.

2.2 Energiebilanz

Ein wichtiger Einflussfaktor auf die Menge der THG-Emissionen ist der Energieverbrauch aufgrund der Nutzung von fossilen Energieträgern zur Erzeugung von Wärme und Strom. Je nach Größe und Beschaffenheit der Standorte ergeben sich verschiedene Herausforderungen bei der Dekarbonisierung der Universität. Am Standort Garching wird aufgrund des durch die TUM selbst betriebenen Heizkraftwerks der mit Abstand höchste Anteil der fossilen Energieträger verbraucht. Die Campus München und Weihenstephan verbrauchen ebenfalls hohe Energiemengen, jedoch werden diese durch Biogas bzw. Fernwärme bereitgestellt, weshalb signifikant geringere Emissionsmengen anfallen. Die Stromverbräuche der Standorte sind ebenfalls relevant, jedoch zeigen die folgenden Tabellen und Grafiken, dass die Emissionsintensität aufgrund des Bezugs von Ökostrom von sehr geringer Bedeutung ist (Tab. 17 und Tab. 18). So bezog die TUM im Jahr 2021 nur 0,18 % ihres Stroms nicht aus erneuerbaren Quellen (Baustrom und Übergangsverträge, Erläuterung auf ☞ S.62 f). Demgegenüber werden nur 8,65 % des Wärmebedarfs aus erneuerbaren Quellen gedeckt.

Bezogen auf die Vollzeitäquivalente der Beschäftigten und Studierenden sowie die Nettonutzwärme ergeben sich die in Tab. 18 aufgeführten spezifischen Energiekennzahlen. Diese wurden sowohl in der Taskforce als auch in der AG Klimaschutzmanagement des BayZeN abgestimmt.

Tab. 17: Aufgeschlüsselte Energieverbräuche der Universitätsstandorte in MWh

Standort	München	Garching	Weihenstephan	Straubing	Außenstellen	Gesamt
Erdgas (Wärme)	4.978	88.563	2.641	1.738	927	98.847
Erdgas (Strom)	0	79.337	0		0	79.337
Heizöl	0	501	65	0	3.322	3.888
Biomasse	0	0	0	0	492	492
konventionelle Fernwärme	0	0	25.240	221	6.767	32.228
Fernwärme aus Biogas	18.604	0	0	0	77	18.681
Fernwärme aus Biomasse	0	0	0	1.125	0	1.125
Strom	12.797	48.938	30.259	1.610	8.983	102.587
Gesamt	36.379	217.339	58.205	4.694	20.568	337.185

Tab. 18: Übersicht der wichtigsten Energiekennzahlen

Kennzahl	Einheit	Spezifische Kennzahl für Wärmeverbrauch ¹²	Spezifische Kennzahl für Stromverbrauch
Energieverbrauch je VZÄ ¹³	MWh/VZÄ	2,627	2,238
Energieverbrauch pro m ² NRF	MWh/m ²	0,206	0,183

2.3 Treibhausgasbilanz

Im Folgenden werden die Ergebnisse der THG-Bilanz dargestellt. Dabei wird zuerst auf die Gesamtemissionen eingegangen. Anschließend werden die Emissionen im Detail betrachtet und den einzelnen Universitätsstandorten bzw. den Emissionsquellen zugeordnet. In einigen Grafiken und Tabellen sind die Summen der Emissionswerte in den jeweiligen Scopes nicht identisch, da auf unterschiedliche Bilanzgrenzen Bezug genommen wird. Eine standortspezifische Auswertung der Emissionen konnte nur im Bereich der energiebedingten Emissionen gemacht werden. In anderen Kategorien ist diese Auswertung nicht möglich und wird daher übergeordnet der gesamten TUM zugewiesen.

Die TUM hat im Jahr 2021 direkt und indirekt den Ausstoß von 59.214 t CO₂e verursacht (market based). Dabei entfallen 57 % der Emissionen auf Scope 1, 9 % der Emissionen auf Scope 2 und 34 % auf Scope 3 (Abb. 4). Damit machen die direkten Emissionen auf Basis der hinterlegten Datengrundlage den größten Anteil aus. Dies muss jedoch vor dem Hintergrund noch fehlender Scope 3 Daten betrachtet werden. Wenn alle Scopes vollständig bilanziert werden können, ist davon auszugehen, dass die Scope 3 Emissionen den größten Anteil ausmachen.

¹² Die Kennzahl bezieht sich auf Brennstoffbezug in MWh zur Wärmeerzeugung plus Wärmebezug (Fernwärme) in MWh.

¹³ VZÄ bezieht sich auf alle Hochschulangehörigen gemäß Tab. 4

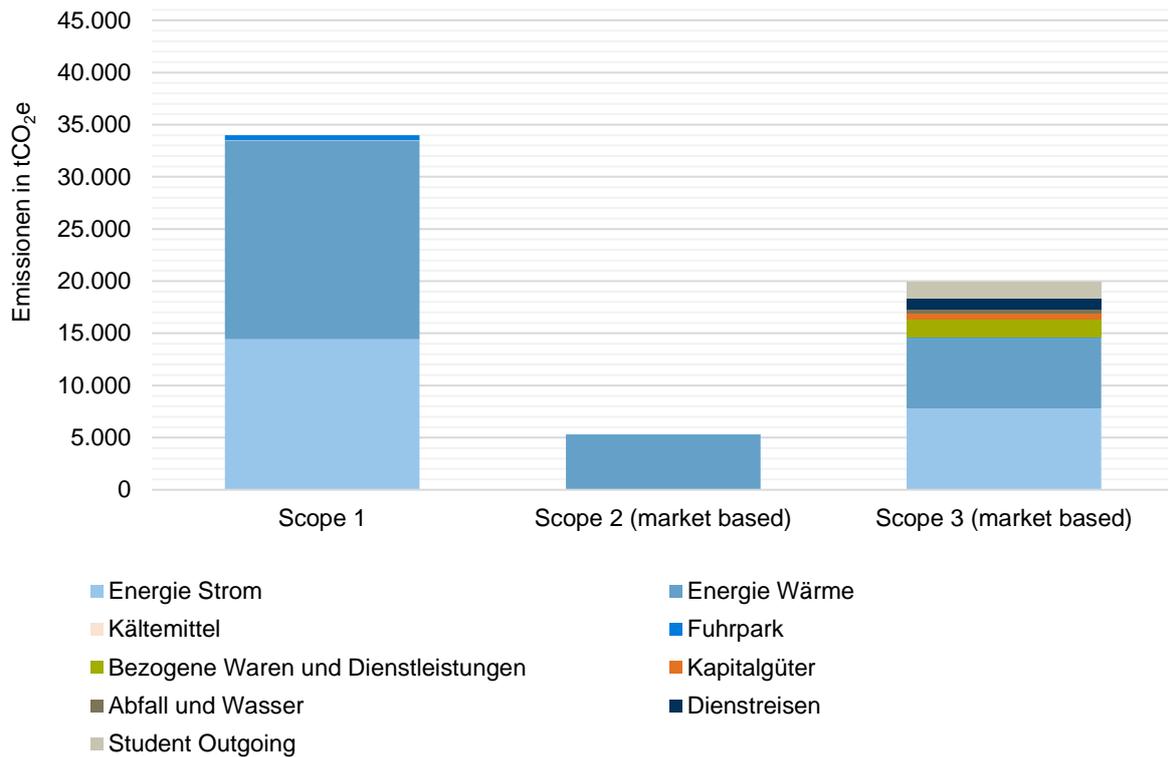


Abb. 4: Gesamtemissionen der TUM (market based) nach Scopes und Kategorien

In Tab. 19 werden die Werte der in der BayCalc-Richtlinie verankerten Emissionsquellen detailliert dargestellt. Wie bereits in Kapitel 2.1 erläutert, konnten aufgrund der Datenverfügbarkeit nicht für alle Quellen in Scope 3 Emissionen ermittelt werden. Für die Folgebilanzierungen wird eine Verbesserung der Datengrundlage angestrebt, um ein ganzheitliches Bild der THG-Emissionen der TUM in Zukunft darstellen zu können. Erst durch eine genaue Datengrundlage ist die Wirksamkeitskontrolle von Emissionsreduktionsmaßnahmen in allen Kategorien möglich.

Auf Basis der derzeitigen Datengrundlage machen die Emissionen in Scope 1, 2 und 3 in der Strom- und Wärmeversorgung den größten Anteil aus. Da insbesondere die Kategorien Waren und Dienstleistungen, oder das Pendelverhalten noch nicht vollständig oder gar nicht bilanziert werden konnten, fallen die Scope 3 Emissionen niedriger aus als es in der Realität der Fall ist. Die Kategorie der eingekauften Waren und Dienstleistungen und die Pendelmobilität führen üblicherweise zu hohen Scope 3 Emissionen. Trotz fehlender Datenlage wurde versucht die Scope 3 Emissionen basierend auf übergeordneten Annahmen und Studienwerten zu modellieren (siehe Kapitel 3.4).

Tab. 19: Aufschlüsselung der Emissionen nach Emissionsquellen

Emissionen in t CO ₂ e	Scope 1	Scope 2	Scope 3	Gesamt
Strom	14.443	25	4.610	4.635
Wärme	19.033	5.262	9.899	48.637
Bezogene Waren und Dienstleistungen			1.689	1.689
Kapitalgüter			602	602
Abfall und Wasser			412	412
Dienstreisen	494	4	1.123	1.622
Exkursionen				
Student Outgoing			1.584	1.584
An und Abreise von Gästen				
Pendeln von Beschäftigten und Studierenden				
Kältemittel	33		1	34
Gesamt	34.003	5.292	19.919	59.214

Bezogen auf die Hochschulangehörigen und die Nettoraumfläche der Universität ergeben sich die in Tab. 20 aufgeführten Werte. Beide Kennzahlen sollten bestenfalls zu Vergleichen mit anderen Hochschulen herangezogen werden, die ebenfalls nach der BayCalc Richtlinie bilanziert haben, da branchenübergreifende Vergleiche keine sinnvollen Schlüsse zulassen.

Tab. 20: Gesamtemissionen der TUM und Ausweisung von Emissionskennzahlen.

Kennzahl	Wert	Einheit
Emissionen	59.214	t CO ₂ e
Emissionen pro VZÄ	1,01	t CO ₂ e/VZÄ
Emissionen pro m ² (NRF)	0,079	t CO ₂ e/m ²

Dual Reporting

Die Scope 2 Emissionen durch Energiebezüge sind im Vergleich zu den Scope 1 und 3 Emissionen gering. Dies begründet sich vor allem durch den Bezug von Ökostrom an nahezu allen Standorten. Wie in Tab. 21 zu sehen ist, würden die strombedingten Emissionen bei Bezug des lokalen Strommix um über 40.000 t CO₂e ansteigen.

Tab. 21: Emissionen des Strombezugs (market based und location based)

Angaben in t CO ₂ e	Scope 2	Scope 3	Gesamt
Stromemissionen (market based)	25	4.610	4.635
Stromemissionen (location based)	36.741	9.591	46.332
Emissionsreduktion durch Ökostrom	36.716	4.981	41.697

Wenn die durchschnittlichen lokalen Emissionsfaktoren herangezogen werden (location based), ergibt sich ein anderes Gesamtbild. Hier steigen die Emissionen in Scope 2 durch den Strombezug auf 36.741 t CO₂e. Beim location based Berechnungsansatz machen die Scope 2 Emissionen mit 42 % den größten Anteil an den Gesamtemissionen aus. Die Gesamtemissionen steigen aufgrund der höheren Werte in Scope 2 und 3 auf 100.911 t CO₂e an (Abb. 5). Durch den Bezug von Ökostrom primär aus Wasserkraftanlagen im EU-Ausland wird eine Emissionsreduktion von knapp über 41 % erzielt.

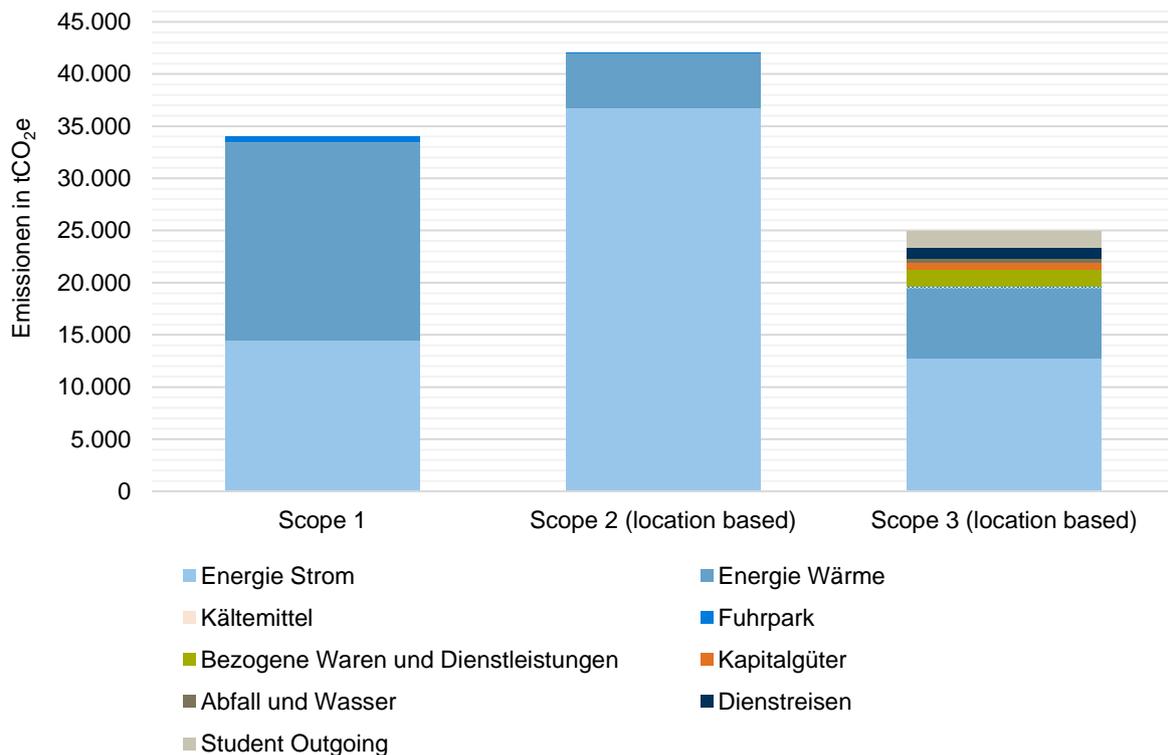


Abb. 5: Gesamtemissionen der TUM (location based) nach Scopes und Kategorien

Standortspezifische Auswertung der energiebedingten Emissionen in Scope 1 und 2

Der Standort Garching hat aufgrund seiner Größe und energieintensiven Forschungsaktivitäten mit Abstand den höchsten Energieeinsatz (Tab. 17). Durch die primäre Energiebereitstellung im eigenen Heizkraftwerk aus Erdgas ist der Campus Garching damit für ca. 50 % der Gesamtemissionen der TUM verantwortlich (Tab. 22). Die zweitgrößte Emissionsmenge fällt am Campus Weihenstephan in Scope 2 (Tab. 22) an. Diese ist auf den Bezug von Fernwärme in Weihenstephan zurückzuführen.

Tab. 22: Aufschlüsselung der Emissionen (market based) nach Universitätsstandorten

Standort	Scope 1	Scope 2	Gesamt	Einheit
München	906	744	1.650	t CO ₂ e
Garching	30.732	0	30.732	t CO ₂ e
Weihenstephan	498	3.303	3.801	t CO ₂ e
Straubing	316	78	395	t CO ₂ e
Außenstelle	1.056	1.162	2.218	t CO ₂ e
Gesamt	33.508	5.287	38.796	t CO₂e

Aus den oben aufgeführten Abbildungen und Tabellen zeichnen sich deutliche Emissionsreduktionspotentiale, vor allem für den Standort Garching, ab. Als Betreiberin des Heizkraftwerkes in Garching obliegt der TUM an diesem Standort die direkte Kontrolle über die größte Emissionsquelle. Weiterhin sind Reduktionspotentiale durch die verstärkte Nutzung von Fernwärme mit vergleichsweise geringen Emissionen an allen Standorten vorhanden. Jedoch sind diese Potenziale insbesondere von den Betreibern der Fernwärmekraftwerken und deren Art der Wärmeerzeugung abhängig. Neben den energiebedingten Emissionen muss die TUM aber auch die Emissionen der Dienstreisen, Exkursionen und dem Pendelverkehr, der Beschaffungen, und des Fuhrparks signifikant senken. Es ist jedoch zu erwähnen, dass vor allem die Scope 3 Emissionen auch mithilfe umfangreicher Maßnahmen mittelfristig nicht vollständig reduziert werden können, da die internationalen Lieferketten noch Jahrzehnte benötigen, um vollständig dekarbonisiert zu werden. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass besonders in den relevanten Bereichen, welche die Universität direkt beeinflussen kann, zeitnah Maßnahmen ergriffen werden sollen, damit Emissionsziele eingehalten werden können. Dies betrifft insbesondere die Bereiche Wärme- und Stromerzeugung, Dienstreisen und den Fuhrpark. Entsprechende Projekte sind in Kapitel 4 und 5 genauer ausgeführt.

TUM Campus Straubing

Die überschaubare Größe und bessere Verfügbarkeit der Verbrauchsdaten, die am TUMCS bereits gebäudespezifisch vorliegen, ermöglichen eine detailliertere Aufführung der THG-Emissionen des Campus auf Gebäudeebene, wie es das Ziel für zukünftige Bilanzierungen an den anderen Standorten ist. Durch eine gebäudespezifische Auswertung der Verbrauchsdaten und THG-Emissionen können einerseits die Gebäude mit den größten Emissionen und Handlungsbedarf identifiziert werden und lassen sich andererseits Maßnahmen an den Gebäuden besser monitoren und steuern.

Der TUMCS umfasste im Jahr 2021 zehn Gebäudekomplexe: Schulgasse 16, 20, 22 und 22a, Petersgasse 5 und 18, Uferstraße 53, Essigberg 3, Albrechtsgasse 28 und Rentamtsberg 1. Davon befinden sich die Gebäude der Schulgasse 16 (SG16), Schulgasse 22a (SG22a), Petersgasse 5 (PG5), Albrechtsgasse 28 (AG28) und Uferstraße 53 (US53) im Besitz des Freistaates Bayern und sind der TUM zur Nutzung überlassen. Die Gebäude der Stadt Straubing der Schulgasse 22 (SG22) und Petersgasse 18 (PG18), die Räumlichkeiten in der Schulgasse 20 (SG20), sowie der Vorlesungssaal am Rentamtsberg 1 (RB1) sind durch den TUMCS angemietet. Die Lage der Gebäude in der Stadt Straubing ist in Abb. 6 aufgeführt.

Abb. 7 zeigt die absoluten THG-Emissionen und spezifischen THG-Emissionen pro m² NRF der Gebäude am TUMCS auf. Dort ist zu erkennen, dass das Gebäude der US53 die höchsten

absoluten und spezifischen Emissionen aufweist. Die ergänzende Erklärung dazu ist im Kapitel 4.1 Energieversorgung zu finden. Die Erstellung einer analogen Abbildung für die anderen Campus Standorte war aufgrund der vorhandenen Zählerstruktur nicht im gleichen Detailgrad möglich. Eine gebäudescharfe Zuordnung der Emissionen wird als Ziel für alle Standorte verfolgt.

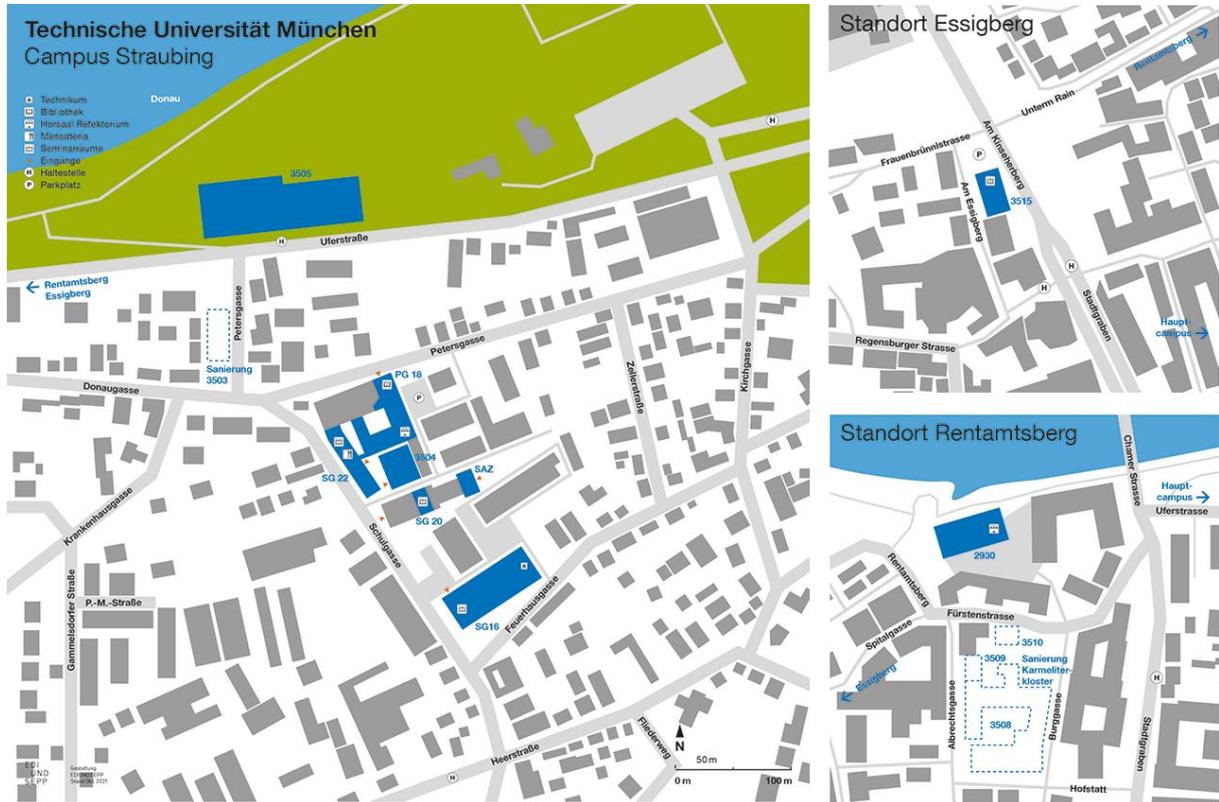


Abb. 6: Lageplan der Gebäude des TUMCS in der Stadt Straubing

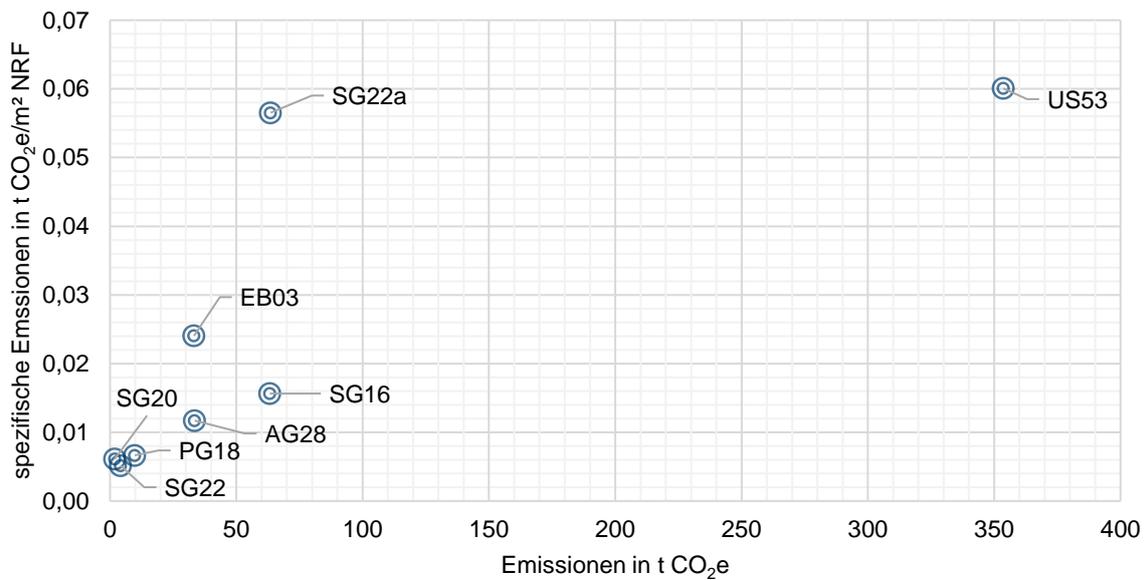


Abb. 7: Absolute und spezifische THG-Emissionen der Gebäude des TUMCS

3 Roadmap: Wege zur Treibhausgasneutralität

Die Erstellung der Treibhausgasreduktionspfade erfolgte auf Basis der THG-Startbilanz für das Berichtsjahr 2021 (siehe Kapitel 2). Die Begrifflichkeiten „Pfade“ und „Szenarien“ werden im Folgenden als Synonyme verwendet. Die Daten stammen aus diversen Quellen der zentralen Universitätsverwaltung und den einzelnen Standorten (siehe Kapitel 2 Datenerfassung). Zusätzlich werden die THG-Emissionen der einzelnen Standorte in die Scope 1, Scope 2 und Scope 3 Emissionen gemäß der BayCalc-Richtlinie unterteilt.

Mit diesen Daten wurde eine Übersicht aller Standorte erstellt. Auf dieser Basis wurden die in dieser Studie betrachteten Entwicklungen der Emissionen in den Scopes 1 und 2 sowie einige Teilbereiche der Emissionen in Scope 3 modelliert. Die Modellierung in den jeweiligen Reduktionspfaden erfolgte über die getroffenen Annahmen zu den zukünftigen Brennstoff- und Kraftstoffeinsätzen, Prozessemissionen, ansteigenden Energiebezügen, ansteigenden Energieeffizienzen und geplanten THG-Reduktionsmaßnahmen.

3.1 Definition der Szenarien

Im Referenzpfad 1 werden die derzeitigen Energieverbräuche und Emissionen gemäß der Wachstumsprognose ohne spezifische Reduktionsmaßnahmen weitergeführt. Außerdem werden passive Effekte wie sinkende Stromemissionsfaktoren eingerechnet. Zudem werden hier laufende Effizienzmaßnahmen berücksichtigt, die nicht explizit in der Planung enthalten sind, jedoch fortlaufend umgesetzt werden (bspw. Dämmung, LED-Beleuchtung etc.). Diese werden über einen pauschalen Energieeffizienzfaktor abgebildet, der aus Abschätzungen im Rahmen der historischen Energieeffizienzsteigerung abgeleitet wurde.

Im Pfad 2 werden THG-Reduktionsmaßnahmen bilanziert, welche zur Treibhausgasneutralität der TUM im Jahr 2045 führen werden. Dabei wird besonders auf die Wirtschaftlichkeit der hinterlegten Technologien geachtet. Ebenfalls werden möglichst Technologien bilanziert, welche bereits Stand der Technik sind. Darunter fallen beispielsweise Wärmepumpen für die Bereitstellung von Warmwasser, Ausbau von PV-Anlagen auf eigenen Dächern und die Elektrifizierung der PKW-Flotte.

Im Pfad 3 wird das Treibhausneutralitätsziel auf 2028 vorgezogen. Daher werden in diesem Pfad die Emissionsreduktionsmaßnahmen zeitlich verschoben. Außerdem werden zusätzliche Maßnahmen ergriffen, um die Zielerreichung der TUM unabhängig von lokalen Versorgern zu garantieren. So wird im Vergleich zu Pfad 2 der Wechsel von Fernwärmeversorgern einbezogen, um schon im Jahr 2028 nur noch treibhausgasneutrale Fernwärme zu beziehen. Anders als in den Pfaden 1 und 2 ist, im Pfad 3 die Reihung der Methoden durch keine begrenzenden Rahmenbedingungen eingeschränkt. THG-Emissionen werden hier bis zur Erlangung der vollständigen Treibhausgasneutralität im Jahr 2028 gemindert. Der dafür aufzubringende Energiebedarf sowie die dann dazu aufzubringenden Kosten werden ermittelt. Für die Reihung der Methoden stehen im dritten Pfad die spezifischen THG-Einsparungspotenziale sowie der Planungsvorlauf im Vordergrund. Die Kosten werden erst nachgelagert berücksichtigt.

Für die Pfade 2 und 3 werden so THG-Minderungsmaßnahmen ermittelt, die jeweils ab einem bestimmten Zeitpunkt im Zeitraum 2023–2045 wirksam werden. Dabei werden zum einen Effekte erfasst, die sich aus Änderungen der energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen ergeben. Diese sind zum Beispiel Veränderungen in den Emissionsfaktoren des deutschen

Strommix und im Brennstoffmix der Eigenerzeugung. Zum anderen werden in allen Pfaden angenommene Effizienzentwicklungen berücksichtigt.

Auf Basis der ermittelten Maßnahmen erfolgt pro Pfad eine Berechnung und Darstellung der Emissionsentwicklung, Kosten und Vermeidungskostenkurven.

3.2 Grundlegende Annahmen

Für die Bilanzierung der Treibhausgasreduktionspfade und die Projektionen mussten allgemeine Annahmen zugrunde gelegt werden. Diese wurden in der Regel für alle Pfade gleich festgelegt und nur mit wenigen Ausnahmen pfadspezifisch definiert. Die übergreifenden Annahmen werden in diesem Kapitel kurz beschrieben. Die hier enthaltenen Aussagen beruhen auf den Ergebnissen und dem Diskussionsverlauf im Rahmen des Projekts, den durchgeführten Workshops und Sitzungen für dieses Projekt, weiteren Arbeiten der Auftragnehmer und dazugehörigen Abstimmungen mit dem TUM-Projektteam. Zu zentralen Annahmen wie etwa dem angenommenen zukünftigen Wachstum der Universität wurde auf Daten der Verwaltung zurückgegriffen. Zu zentralen Annahmen, die nicht TUM-spezifisch sind, wie beispielsweise Strom- und CO₂-Preise, wurde insoweit sinnvoll und notwendig, ein Abgleich mit aktuell veröffentlichten Studien durchgeführt. Es wurden überwiegend vorhandene Daten der TUM genutzt. Dies betrifft Annahmen zu Energiebedarfen, Brennstoffeinsätzen und Energieeffizienzabschätzungen. So weit wie möglich wurden ferner bereits bestehende Vorarbeiten aus Roadmaps von Unternehmen und Verbänden genutzt, zum Beispiel zur Herleitung hier relevanter Annahmen und dafür genutzter Quellen. Alle Annahmen wurden in den Workshops für dieses Projekt diskutiert und abgestimmt.

Annahmen zum Wachstum der TUM

Das Wachstum wird grundsätzlich in allen drei Pfaden gleich angenommen (Tab. 23) und basiert für den gesamten Zeitraum bis 2045 auf aktuellen Planungen der TUM. Energieeffizienzgewinne durch kleinere Maßnahmen werden mit einem pauschalen Energieeffizienzfaktor in der Gesamtbilanz berücksichtigt (Tab. 23).

Tab. 23: Übersicht der Wachstumskennzahlen und Energieeffizienzkennzahlen

Standort	Jährlicher Anstieg d. Energieverbräuche in %	Jährlicher Anstieg d. Energieeffizienz in %
Garching	2,5 %	0,5 %
München	0,7 %	0,2 %
Weihenstephan	0,7 %	0,1 %
Straubing	0,7 %	0,1 %
Außenstellen	0,7 %	0,1 %

Annahmen zukünftiger technologischer Entwicklungen

Die eingesetzten Brennstoffmengen werden auf Basis der Wachstumsannahmen und den definierten pauschalen Effizienzgewinnen berechnet. Zudem reduzieren sich die Brennstoffmengen in Abhängigkeit von den definierten Klimapfaden und den dort hinterlegten Übergängen zu den strombasierten Wärmeerzeugungsverfahren (bspw. Wärmepumpe).

In dieser Studie ist mit Ausnahme des Zubaus von Photovoltaikanlagen kein pauschaler Zubau von Eigenerzeugungskapazitäten bis 2045 angenommen. Die Eigenerzeugungskapazitäten werden pfadspezifisch in Abhängigkeit der jeweils definierten CO₂e-Minderungsmaßnahmen angepasst.

Strom ist grundsätzlich nur begrenzt verfügbar und kann nicht beliebig zusätzlich zur Verfügung gestellt werden, vor allem steht erneuerbarer Strom in größeren Mengen bislang nur begrenzt zur Verfügung. Dennoch wird in der vorliegenden Arbeit davon ausgegangen, dass über den Betrachtungszeitraum bis 2045 entsprechende politische Rahmenbedingungen geschaffen werden und eine hohe Akzeptanz vorherrschen wird, um im Bedarfsfall trotz des stärkeren Ausbaus erneuerbarer Kapazitäten den fehlenden erneuerbaren Strom auch in großem Umfang aus dem Ausland zu importieren. Daher wird in dieser Studie davon ausgegangen, dass der notwendige erneuerbare Strom auch zur Verfügung steht.

Die Netzanschlusskapazitäten können ein limitierender Faktor sein, da ein höherer Strombezug ggf. über bestehende geringe Netzanschlusskapazitäten nicht ohne einen Ausbau möglich sein wird. Die Netzknoten stellen in dieser Studie allerdings keine Limitierung dar, da von einer infrastrukturellen Anpassung in Deutschland im Rahmen der Energiewende ausgegangen wird. Der Ausbau von Netzanschlusskapazitäten durch die TUM wird daher vernachlässigt. Die eingesetzten Strommengen werden auf Basis der Wachstumsannahmen und den definierten pauschalen Effizienzgewinnen berechnet.

Der aktuelle Fuhrpark basiert in Form der Dienstfahrzeuge überwiegend auf dieselbasierten Verbrennungsmotoren. Die sukzessive, weitgehende Umstellung auf batterieelektrische Antriebe wird nach aktueller Einschätzung die wirtschaftlichste Option für alternative Antriebsarten darstellen. Im Pfad 1 wird keine weitere Umstellung des Fuhrparks auf elektrische oder alternative Antriebe berücksichtigt. In Pfad 2 und 3 wird rechnerisch die vollständige Elektrifizierung der Fuhrparkflotte angenommen¹⁴.

Annahmen der Kostenentwicklung

Die Stromkosten sind eine sehr wichtige Rahmenbedingung, die sich direkt auf die Wettbewerbsfähigkeit auswirkt. In der Roadmap wurden die aktuell hohen Strompreise berücksichtigt. Daher sinken die Strompreise in der Bilanzierung von über 200 €/MWh im Jahr 2023 auf ca. 70 €/MWh im Jahr 2040 und steigt danach wieder leicht an (Agora Energiewende, 2023). Die Stromkosten können vor allem in sehr volatilen Zeiten kaum prognostiziert werden. Daher muss diese Annahme kontinuierlich überprüft und gegebenenfalls angepasst werden.

Tab. 24 zeigt die angenommenen Strompreise sowie die Emissionsfaktoren des deutschen Strommix bis zum Jahr 2045 (Agora Energiewende, 2023). Der Emissionsfaktor in Tab. 24 beinhaltet nur die Emissionen aus Scope 2. Die Vorkette des Stroms ist in Scope 3 bilanziert.

¹⁴ In die Berechnung wurden vereinfacht alle Fahrzeuge des Fuhrparks integriert, ungeachtet der Tatsache, dass auch landwirtschaftliche Fahrzeuge darunter gelistet sind, für die eine Elektrifizierung unter der aktuellen Marktlage keine Alternative darstellt.

Tab. 24: Anzusetzende Strompreise und Emissionsfaktoren des deutschen Strommix

	Einheit	2021	2025	2035	2045
Stromkosten gesamt	€/MWh	125,00	129,00	78,00	76,00
Emissionsfaktor Strommix Deutschland (Scope 2)	t CO ₂ e/MWh	0,3581	0,2924	0	0

Die Brennstoffmengen, die im nationalen Emissionshandelssystem erfasst sind, werden mit den bis 2025 festgeschriebenen CO₂-Preisen berücksichtigt. Ab dem Jahr 2026 wird von dem gleichen Preisniveau und der gleichen linearen Entwicklung ausgegangen wie im Europäischen Emissionshandelssystem (interne Annahmen FutureCamp). Der Anstieg des Preises für CO₂-Emissionszertifikate wird für alle drei Pfade gleich angenommen. Das steigende Preisniveau wird zudem von der Annahme geleitet, dass der Grad internationaler Kooperation im Zuge der Umsetzung des Pariser Klimaabkommens weiter zunimmt. Diese Annahme ermöglicht es, die Ergebnisse der Berechnungen unbeeinflusst von den Auswirkungen eines stark veränderlichen und schwer prognostizierbaren CO₂-Marktpreises zu bewerten. Für alle drei Pfade wird ein linearer Anstieg des CO₂-Preises von 62 €/t CO₂e im Jahr 2021 auf 150 €/t CO₂e im Jahr 2045 angesetzt. Diese Annahmen basieren auf internen Projekten und Quellen von FutureCamp. Wichtig für das Verständnis ist, dass die hier betrachteten Emissionen der Scopes 1 und 2 immer mit diesem Preis bewertet sind.

Der reine Gaspreis wird mit einem krisenbedingten starken Anstieg im Jahr 2022 und 2023 angenommen. Bis 2030 wird von einem rasch sinkenden Preis ausgegangen. Danach steigt der Gaspreis bis 2045 wieder leicht an. Damit steigt der Preis von ca. 40 €/MWh im Jahr 2021 auf ca. 140 €/MWh im Jahr 2023. Danach sinkt der Preis auf ca. 60 €/MWh im Jahr 2030 ab und steigt danach bis 2045 auf ca. 75 €/MWh (interne Annahmen FutureCamp). Der gesamte Gaspreis setzt sich aus dem reinen Gaspreis und den zusätzlichen Kosten durch das Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG) zusammen.

Die Fernwärmebezugskosten werden mit einer jährlichen Steigerung von 2 % bilanziert. Langfristig werden somit die Kostensteigerungen anhand der angestrebten Inflationsrate angenommen.

3.3 Szenarioanalyse in Scope 1 und 2

Mittels der in Kapitel 3.23.2 beschriebenen Annahmen werden drei Szenarien für die Scopes 1 und 2, auf der Basis verschiedener Emissionsreduktionsmaßnahmen bilanziert. Neben der Berechnung von Energie- und Emissionszahlen wurden auch Kostenabschätzungen getroffen. Abb. 8 zeigt die Emissionsverläufe der drei Szenarien und Abb. 9 die korrespondierenden kumulierten Investitionssummen.

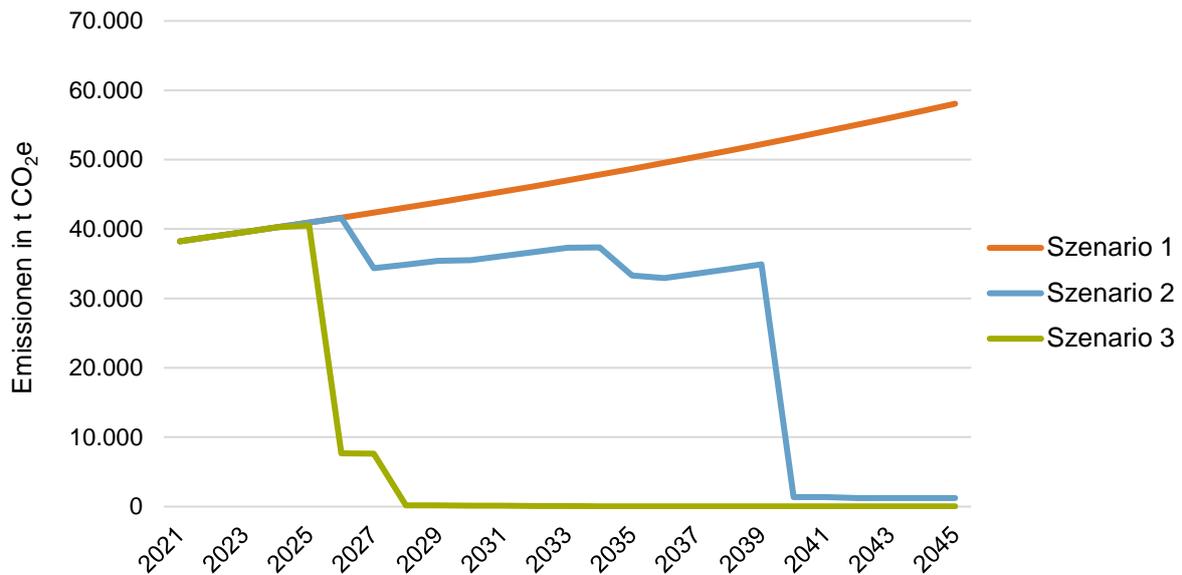


Abb. 8: Emissionsübersicht der Szenarien 1 bis 3

Die Emissionen der drei Szenarien unterscheiden sich in den ersten Jahren der Bilanzierung nicht. Erst ab 2025 zeigen sich große Abweichungen zwischen Szenario 3 und Szenario 1 und 2. Da im Szenario 3 schon 2028 die Treibhausgasneutralität angestrebt wird, müssen die Maßnahmen schon früh greifen, obwohl die Gesamtwirtschaftlichkeit dadurch schlechter ausfällt. Somit sinken die Emissionen im Szenario 3 im Jahr 2028 auf null. Szenario 2, welches langfristig ebenfalls die Klimaneutralität erreicht, erreicht im Jahr 2027 erste Emissionsreduktionen. Insgesamt sinken die Emissionen deutlich langsamer ab, sodass bis 2040 die Emissionen auf ca. 1.200 t CO₂e sinken. Die Restemissionen in den Jahren 2040 bis 2045 ergeben sich aus Fernwärmebezügen. Im Vergleich zum Referenzszenario (Szenario 1) weisen die Szenarien 2 und 3 im Jahr 2045 eine Emissionsreduktion von über 50.000 t CO₂e pro Jahr auf.

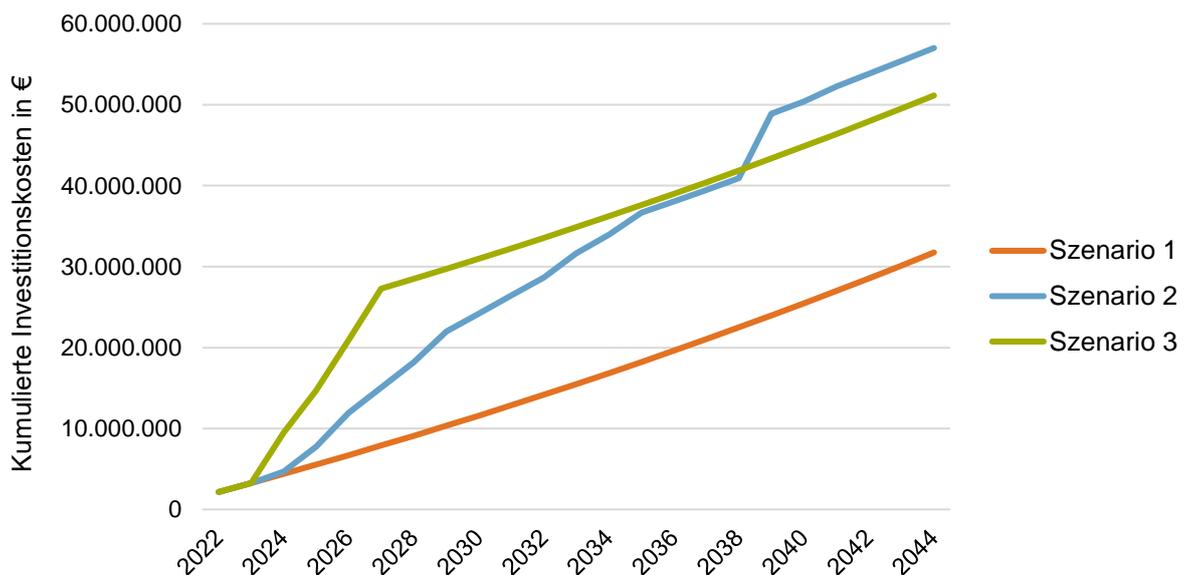


Abb. 9: Kumulierte Gesamtinvestitionen der Szenarien 1 bis 3

Die Emissionsreduktionen der Szenarien 2 und 3 gehen mit signifikanten Investitionssummen einher. In Szenario 3 fallen sehr früh hohe Investitionen an, während die Investitionen in Szenario 2 weiter über die Zeitachse verteilt sind (Abb. 9). Insgesamt übersteigen die Investitionen in Szenario 2 sogar die Kosten von Szenario 3. Um ein ganzheitliches Bild der Kosten für die TUM zu erhalten, sollten jedoch auch die laufenden Kosten betrachtet werden. In diesem Vergleich ist das Szenario 2 am günstigsten, während Szenario 3 immer noch günstiger als Szenario 1 ist.

Szenario 1: Business-As-Usual

Beschreibung des Pfades

In diesem Szenario werden keine aktiven Emissionsreduktionsmaßnahmen bilanziert. Der Emissionsverlauf wird durch das antizipierte Wachstum dominiert. Die Effizienzsteigerungsmaßnahmen wirken emissionsreduzierend. Die Effizienzmaßnahmen stellen in ihrer Höhe historische Effizienzsteigerungen dar, welche durch kontinuierliche Prozessverbesserungen, bessere Dämmungen und andere kleine Maßnahmen erzielt werden. Somit sind die Kosten und das Reduktionspotenzial der Maßnahmen dieses Szenarios relativ gering.

Entwicklung der CO₂e-Emissionen

In Szenario 1 kann bis 2045 keine Reduktion der absoluten CO₂e-Emissionen erreicht werden. Die Gesamtemissionen steigen aufgrund des Wachstums der Universität langsam, aber stetig an. Dadurch steigen die CO₂e-Emissionen der TUM in Scope 1 und 2 von etwa 38.000 auf etwa 58.000 t CO₂e p. a. an (Abb. 10). Somit führt das jährliche Wachstum bis 2045 zu einer Steigerung der jährlichen Emissionen von 51,8 %. Wie schon im Kapitel [Treibhausgasbilanz](#) erwähnt, verursacht Garching den höchsten Anteil der Emissionen.

Auf eine passive Reduktion der Emissionen kann die TUM sich somit nicht zurückziehen. Szenario 1 zeigt, dass aktive Maßnahmen nötig sind, um überhaupt eine signifikante absolute Emissionsreduktion zu erreichen.

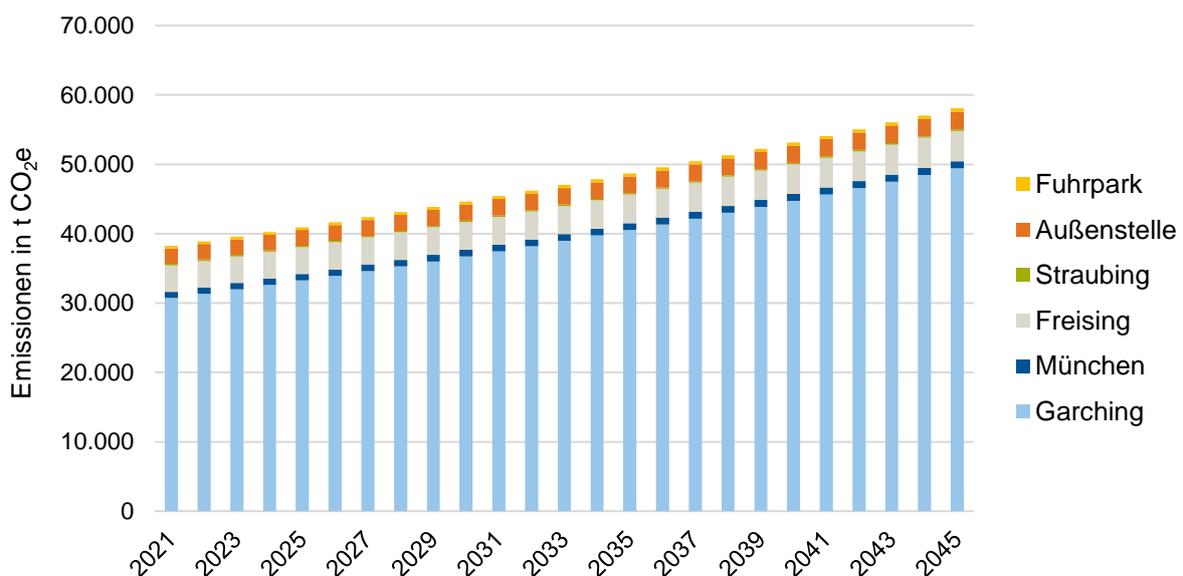


Abb. 10: Emissionsverlauf in Szenario 1

Kostenabschätzung zu Szenario 1

In Szenario 1 werden nur Investitionen für die Durchführung der Effizienzmaßnahmen bilanziert. Wie Abb. 11 zeigt, ergeben sich geringe, aber stetig steigende jährliche Investitionssummen. Die Effizienzkosten nehmen mit steigender Effizienz immer weiter zu. Zusätzlich muss dem Wachstum der Universität Rechnung getragen werden. Aufgrund des Heizkraftwerks sind die Kosten der Effizienzmaßnahmen in Garching am höchsten. In absoluten Zahlen werden dadurch allerdings auch die meisten Emissionen eingespart.

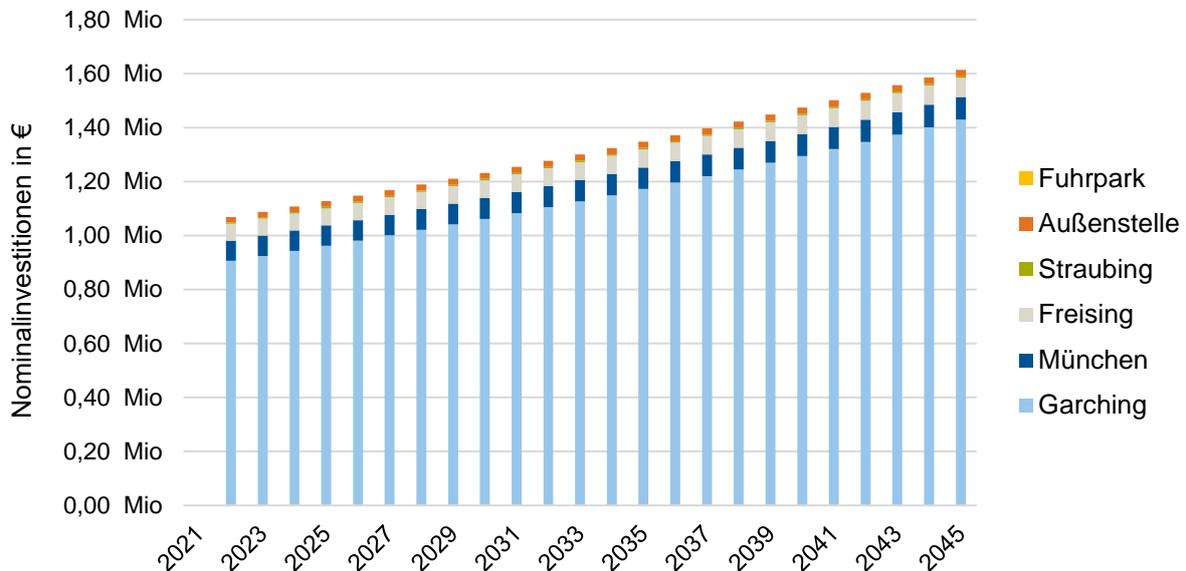


Abb. 11: Verlauf der jährlichen Nominalinvestitionen Szenario 1

Neben den Investitionskosten werden die laufenden Kosten für Energieträger und Emissionszertifikate analysiert. Abb. 12 zeigt die angenommenen jährlichen Kosten bis 2045. Besonders auffällig ist die Kostenspitze im Jahr 2023. Diese begründet sich durch die sprunghaft gestiegenen Energiekosten infolge des Krieges in der Ukraine. In den Folgejahren sinken die Kosten wieder relevant ab und steigen ab 2030 wieder stetig an. Im Vergleich zu 2021 sieht die Prognose deutlich höhere Energiekosten für die TUM in der Zukunft. Diese Kosten sowie steigende Preise für Emissionszertifikate müssen in künftigen Entscheidungen berücksichtigt werden, um auch nachhaltig finanziell wettbewerbsfähig zu bleiben.

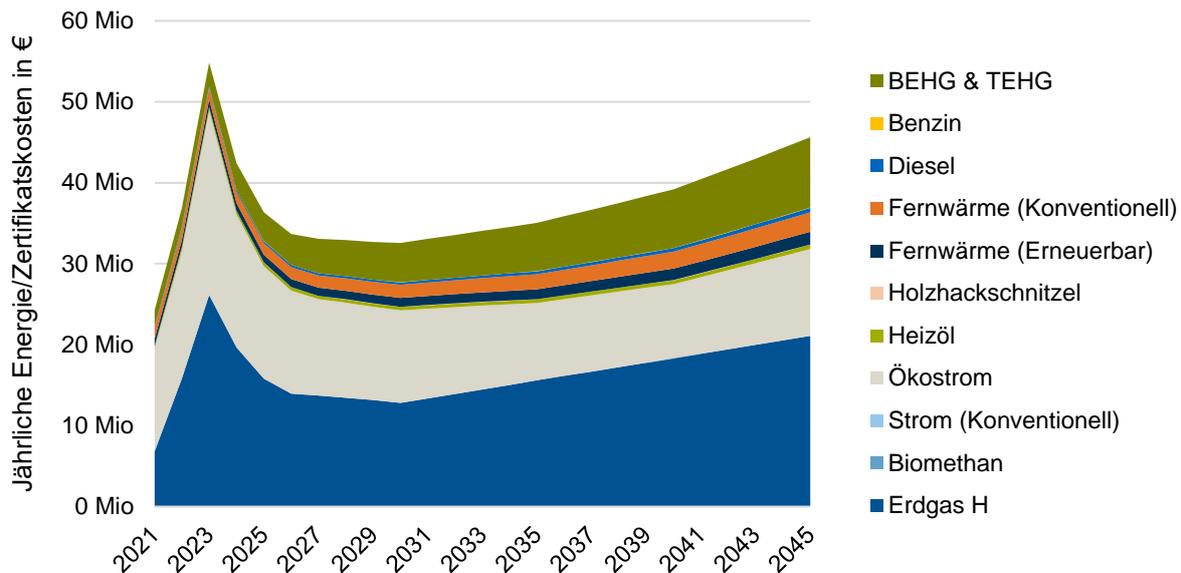


Abb. 12: Jährliche Kosten für Energieträger und Emissionszertifikate Szenario 1

Szenario 2: Klimaneutralität bis 2045 in Scope 1 und 2

Beschreibung des Pfades

In Szenario 2 werden diverse Emissionsreduktionsmaßnahmen bilanziert. Eine Übersicht der berücksichtigten Maßnahmen befindet sich in Tab. 25. Weiterhin werden alle Faktoren des Referenzszenarios (Szenario 1) ebenfalls berücksichtigt. Die wichtigsten Maßnahmen sind die Absenkung der Wärmenetztemperatur am Campus Garching im Jahr 2028, die Umstellung auf THG-neutrale Fernwärme am Campus Weihenstephan im Jahr 2035 sowie die Umstellung der Wärmebereitstellung am Standort Garching mithilfe einer industriellen Großwärmepumpe im Jahr 2040. Letztere führt zu der höchsten Emissionsreduktion aller Maßnahmen und führt in Verbindung mit der Nutzung von Ökostrom zu einer Emissionsreduktion von über 30.000 t CO₂e jährlich.

Tab. 25: Übersicht der Emissionsreduktionsmaßnahmen in Szenario 2

Maßnahme	Standort	Voraussichtliche Erstinbetriebnahme
Aufbau von Photovoltaik auf allen verfügbaren Flächen	Garching	2024
Aufbau von Photovoltaik auf allen verfügbaren Flächen	Straubing	2025
Absenkung der Wärmenetztemperatur	Garching	2027
Wärmepumpen als Ersatz für Heizkessel	Garching	2030
Umstellung auf THG-neutrale Kältemittel	Garching	2035
Elektrodenkessel zur Erzeugung von Dampf	Garching	2040
Wärmepumpen als Ersatz für BHKW	Straubing	2042
Wärmepumpen als Ersatz für Heizkessel	Weihenstephan	2034
Umstellung auf THG-neutrale Fernwärme	Weihenstephan	2035
Wärmepumpen als Ersatz für Heizkessel	München	2036
Umstellung auf THG-neutrale Fernwärme	Straubing	2035
Wärmepumpen als Ersatz für Heizkessel	Außenstelle	2040

Maßnahme	Standort	Voraussichtliche Erstinbetriebnahme
Umstellung von Heizöl auf THG-neutrale Fernwärme	Außenstelle	2035
Elektrifizierung von PKWs	Fuhrpark	2025-2030
Elektrifizierung von Nutzfahrzeugen	Fuhrpark	2030-2035

Entwicklung der CO₂e Emissionen

Insgesamt kommt es durch die Maßnahmen zu signifikanten Emissionsreduktionen in den Jahren 2028, 2035 und 2040. Zwischen diesen Zeitpunkten steigen die Emissionen trotz der anderen Maßnahmen an, da das hinterlegte Wachstumsszenario stärker wirkt als die weiteren Maßnahmen (Abb. 13). Dennoch tragen diese Maßnahmen dazu bei, die Emissionssteigerung zu begrenzen und sind somit ein wichtiger Baustein des Klimaschutzszenarios.

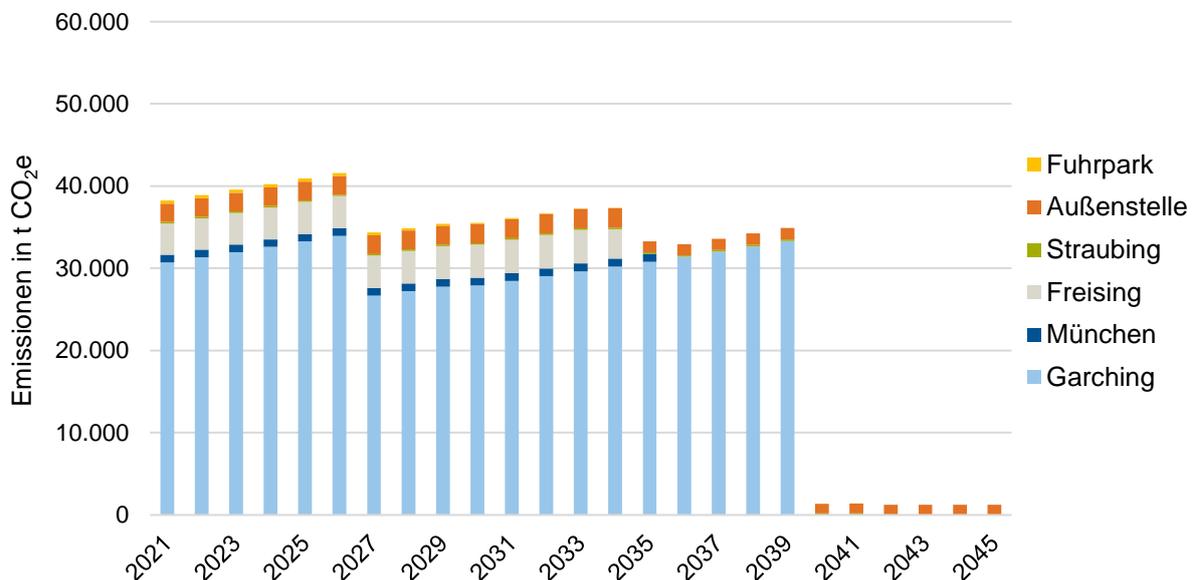


Abb. 13: Emissionsverlauf in Szenario 2

Im Vergleich zum Status Quo im Jahr 2021 können die Emissionen in diesem Szenario bis 2030 um 7 % reduziert werden und bis 2040 um 96 %. Diese Emissionsreduktionen werden vor allem durch die Elektrifizierung der Wärmebereitstellung sowie die Nutzung von treibhausgasneutraler Fernwärme erreicht.

Kostenabschätzung zu Szenario 2

Szenario 2 benötigt im Vergleich zu Szenario 1 deutlich höhere Einzelinvestitionen. So kommen zu den ständigen Investitionen für Effizienzsteigerungen vor allem Kosten für Wärmepumpen, die Elektrifizierung des Fuhrparks und die Anschaffung von Elektrodenkesseln in Garching hinzu. Die Anschaffung von Elektrofahrzeugen verteilt sich in diesem Szenario über mehrere Jahre. Insgesamt werden dafür jedoch über 14 Millionen Euro veranschlagt. So ergeben sich neben den Kosten für Effizienzmaßnahmen weitere Investitionen in Höhe von ca. 25 Millionen Euro. Die Nominalinvestitionen sind in Abb. 14 dargestellt. 2 Millionen Euro für den Aufbau von PV-Anlagen in Garching im Jahr 2024 sind in dieser Kalkulation nicht enthalten, da diese Kosten vom Freistaat Bayern übernommen werden.

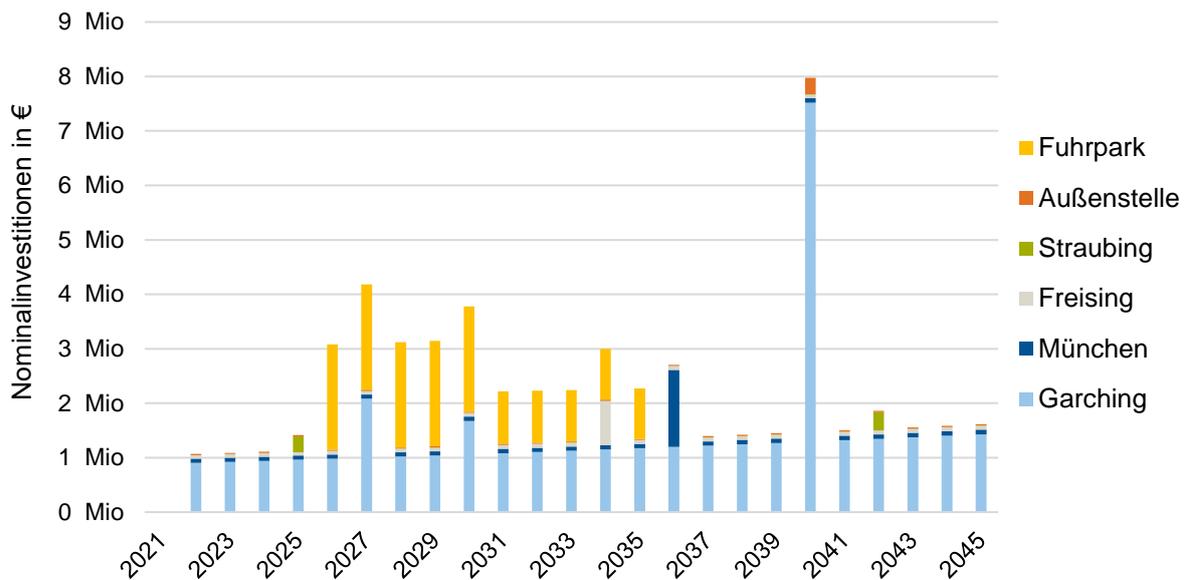


Abb. 14: Verlauf der jährlichen Nominalinvestitionen Szenario 2

Die laufenden Kosten in Szenario 2 (Abb. 15) entwickeln sich in den ersten Jahren nahezu parallel zu den Kosten in Szenario 1 (Abb. 12). Im Detail fällt jedoch auf, dass die Stromkosten in den Jahren 2024 und 2025 aufgrund neuer PV-Anlagen geringer ausfallen. Danach steigen die Stromkosten, während die Kosten für Erdgas sinken, da die Wärmepumpen an verschiedenen Standorten Heizkessel verdrängen. Im Jahr 2035 sinkt der Heizölverbrauch rapide ab, bevor er im Jahr 2040 auf null sinkt. Das liegt vor allem am Standort Dürnast, welcher von Heizöl auf Fernwärme umgestellt wird. Dieser Standort ist in dieser Studie unter den Außenstellen subsumiert. Im Jahr 2040 sinken die Ausgaben für Erdgas auf null, da in Garching die industrielle Großwärmepumpe die gesamte Wärmeversorgung übernimmt. Somit steigt der Stromverbrauch unterproportional zum vorherigen Gasverbrauch an. Insgesamt sinken die laufenden Kosten im Vergleich zum Referenzszenario signifikant ab. Das liegt zu einem hohen Anteil an den geringen verbleibenden Kosten fossiler Brennstoffe, welche in Zukunft durch steigende Preise für Emissionszertifikate signifikant teurer werden. Somit führt Szenario 2 im Vergleich zu Szenario 1 zu geringeren Gesamtkosten, obwohl höhere Investitionen vorgenommen werden müssen. Langfristig ist Szenario 2 ökologisch und ökonomisch vorteilhafter.

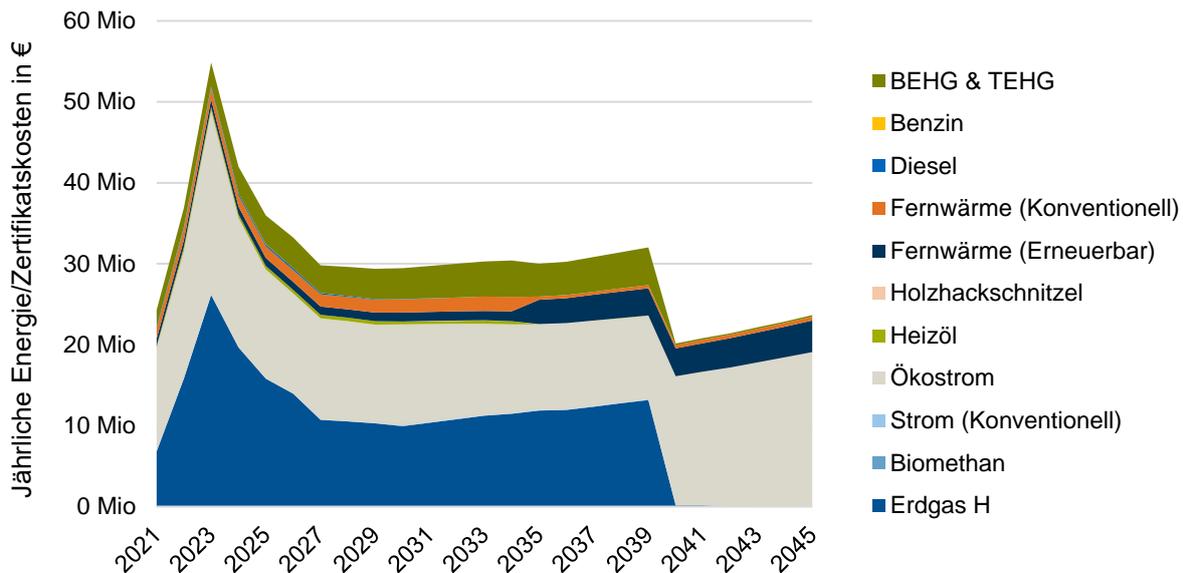


Abb. 15: Jährliche Kosten für Energieträger und Emissionszertifikate Szenario 2

Szenario 3: Klimaneutralität bis 2028 in Scope 1 und 2

Beschreibung des Pfades

Szenario 3 stellt die Klimaneutralität im Jahr 2028 in den Vordergrund. Die Wirtschaftlichkeit der Emissionsreduktionsmaßnahmen rückt in den Hintergrund. In diesem Szenario werden ähnliche Maßnahmen bilanziert wie in Szenario 2. Jedoch werden diese Maßnahmen deutlich vorgezogen. Außerdem wird in Garching das Heizkraftwerk weiter betrieben. Allerdings wird als Brennstoff ab 2026 Biomethan eingesetzt. Dadurch erfolgt die größte Emissionsreduktion an diesem Standort schon im Jahr 2026. Weiterhin werden in Straubing, Weihenstephan und den Außenstellen keine Wärmepumpen eingesetzt, da dies hinsichtlich Planung und Umbau die Zielerreichung zeitlich beeinträchtigen könnte und weiterhin zu hohen, sehr kurzfristigen Kosten führen würde. Stattdessen werden relevante Emissionsreduktionen durch bilanziell treibhausgasneutrale Fernwärme (der Bezug von konventioneller Fernwärme aus dem physischen Netz, welche bilanziell als erneuerbar angerechnet wird, aufgrund von Verträgen mit erneuerbaren Fernwärmeversorgern, welche nicht physisch in das gleiche Netz einspeisen) erzielt. Somit kann schon im Jahr 2028 die Treibhausgasneutralität in Scope 1 und 2 erreicht werden.

Tab. 26: Übersicht der Emissionsreduktionsmaßnahmen in Szenario 3

Maßnahme	Standort	Voraussichtliche Erstinbetriebnahme
Aufbau von Photovoltaik auf allen verfügbaren Flächen	Garching	2024
Aufbau von Photovoltaik auf allen verfügbaren Flächen	Straubing	2025
Wärmepumpen als Ersatz für Heizkessel	Garching	2025
Nutzung von Biomethan im Heizkraftwerk	Garching	2026
Absenkung der Wärmenetztemperatur	Garching	2027
Umstellung auf THG-neutrale Kältemittel	Garching	2028

Maßnahme	Standort	Voraussichtliche Erstinbetriebnahme
Bilanziell THG-neutrale Fernwärme als Ersatz f. Heizkessel	Weihenstephan	2028
Vollständige Umstellung auf Ökostrom	Straubing	2028
Bilanziell THG-neutraler Fernwärme als Ersatz für BHKW	Straubing	2028
Wärmepumpen als Ersatz für Heizkessel	München	2028
Bilanziell THG-neutraler Fernwärme als Ersatz f. Heizkessel	Außenstellen	2028
Elektrifizierung von PKWs	Fuhrpark	2024-2028
Elektrifizierung von Nutzfahrzeugen	Fuhrpark	2024-2028

Entwicklung der CO₂e Emissionen

Durch die hohe Konzentration der Klimaschutzmaßnahmen in den kommenden fünf Jahren sinken die Emissionen bis 2028 auf weniger als 50 t CO₂e ab, welche im Zusammenhang mit dem genutzten Biomethan stehen und langfristig noch anfallen werden (Abb. 16). Durch den Einsatz von Biomethan und die Absenkung der Wärmenetztemperatur in Garching sinken die Emissionen schon um über 32.000 t CO₂e ab. Weiterhin führt die Nutzung von bilanziell treibhausgasneutraler Fernwärme in Straubing, Weihenstephan und den Außenstellen zu relevanten Emissionsreduktionen.

Während die Emissionen in diesem Szenario bis 2025 aufgrund des Wachstums der Universität noch um knapp 6 % steigen, sinken die Emissionen in den drei darauffolgenden Jahren um über 99 %.

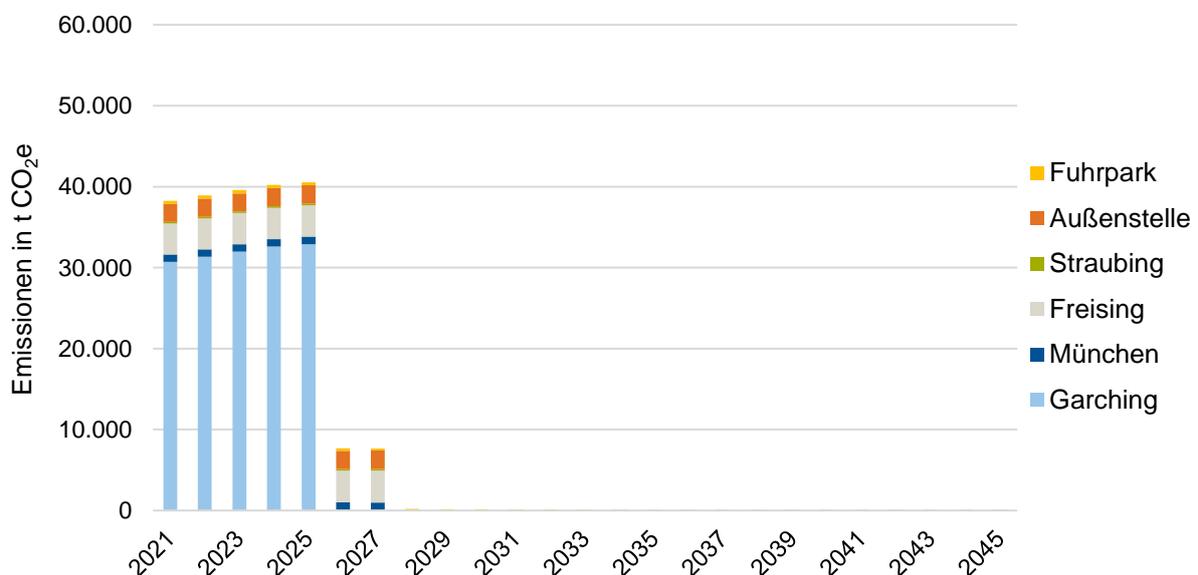


Abb. 16: Emissionsverlauf in Szenario 3

Kostenabschätzung zu Szenario 3

Die gesamten Nominalinvestitionen (ohne Effizienzmaßnahmen) in Szenario 3 belaufen sich auf ca. 19 Millionen Euro. Allein die Elektrifizierung des Fuhrparks benötigt ca. 16 Millionen Euro aufgeteilt auf vier Jahre. Daneben fallen hohe Einzelinvestitionen für die Absenkung der

Wärmenetztemperatur in Garching im Jahr 2027 und die Wärmepumpen am Campus München im Jahr 2028 an. Aufgrund der Fuel-Switch-Maßnahmen in diesem Szenario sind die Investitionskosten somit geringer als im Szenario 3. Der Verlauf der Nominalinvestitionen ist in Abb. 17 dargestellt,

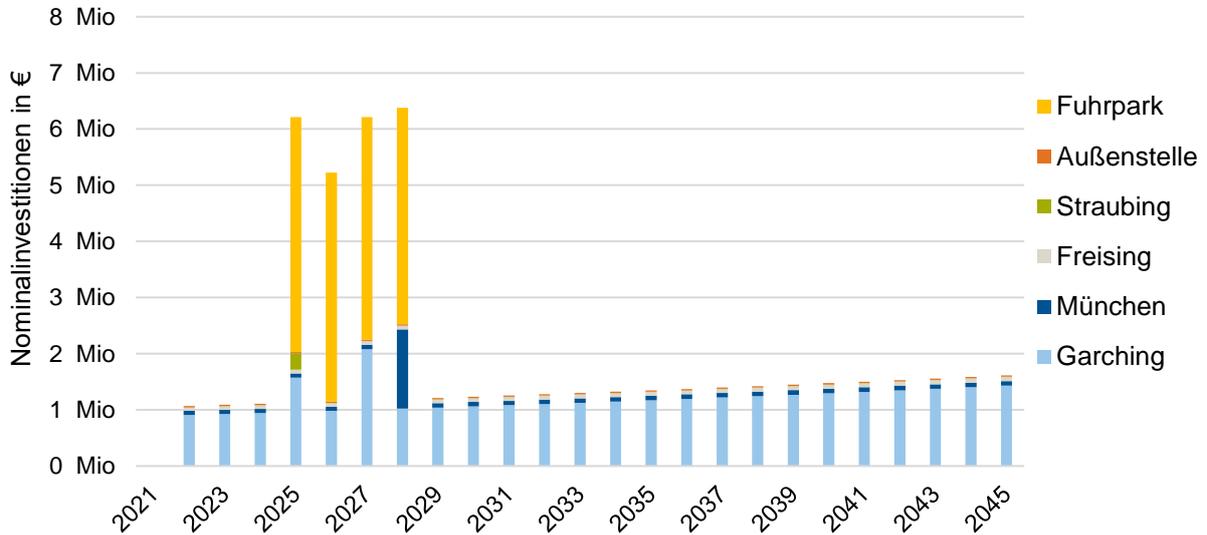


Abb. 17: Verlauf der jährlichen Nominalinvestitionen Szenario 3

Im Szenario 3 verändert sich die Zusammensetzung der laufenden Kosten entsprechend den bilanzierten Maßnahmen lediglich in den ersten Jahren (Abb. 18). So fallen ab dem Jahr 2028 keine Kosten mehr für fossile Energieträger an. Besonders die Nutzung von kostenintensivem Biomethan steigert die laufenden Kosten im Szenario 3. So weist dieses Szenario zwar insgesamt geringere Investitionskosten als Szenario 2 auf, jedoch sind die laufenden Kosten deutlich höher, sodass Szenario 3 zwar ökologischer vorteilhafter ist, jedoch zu höheren Gesamtkosten für die TUM führt.

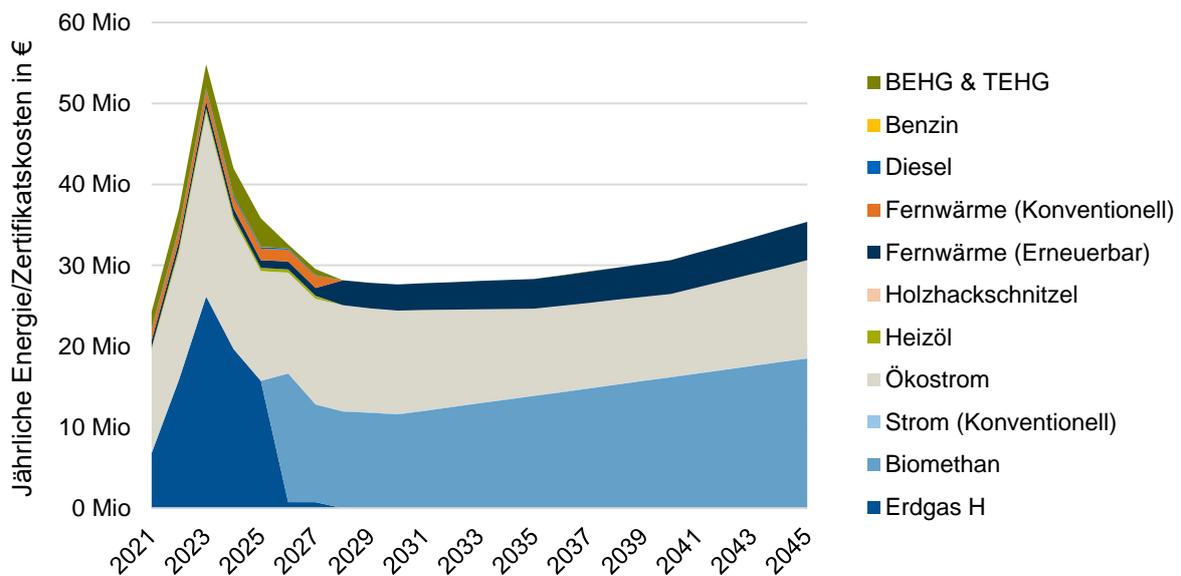


Abb. 18: Jährliche Kosten für Energieträger und Emissionszertifikate Szenario 3

3.4 Szenarioanalyse in Scope 3

Beschreibung der Szenarien

Ein Großteil der Kategorien in Scope 3 können von Organisationen nur bedingt beeinflusst werden. Daher wären Szenarien, welche eine vollständige Treibhausgasneutralität in allen drei Scopes erzwingen, wenig realistisch. Um realistische Szenarien für die TUM zu erstellen, wurde ausgehend von den oben beschriebenen Szenarien 1-3 jeweils ein passives und ein aktives Scope 3 Szenario generiert.

Trotz fehlender Datenlage der Startbilanz in Bezug auf Scope 3 Emissionen (siehe Kapitel 2) wurde in dieser Studie versucht die Scope 3 Emissionen der TUM basierend auf übergeordneten Annahmen und Studienwerten abzuschätzen (Belz et al., 2020). Die Emissionen, die aus dem Pendeln der Hochschulangehörigen resultieren, wurden deshalb basierend auf Mittelwerten hochgerechnet. Im Folgenden ist diese Berechnung dargestellt.

$$NA_B * EF_B + NA_U * EF_U + NA_A * EF_A + NA_{Fr} * EF_{Fr} + NA_F * EF_F = EF_D \quad (1)$$

Der durchschnittliche Emissionsfaktor (EF_D) errechnet sich aus dem Summenprodukt der Nutzungsanteile von Bussen, U-Bahnen, Autos, Fahrrädern und dem Anteil der Fußgänger ($NA_B, NA_U, NA_A, NA_{Fr}, NA_F$) mit den zugehörigen Emissionsfaktoren ($EF_B, EF_U, EF_A, EF_{Fr}, EF_F$).

$$W_{D,M} * A_{D,J} * EF_D = E_{D,M} \quad (2)$$

Der durchschnittliche Pendleremissionsfaktor je Hochschulangehöriger errechnet sich aus der Multiplikation der durchschnittlichen Wegstrecke je Angehöriger ($W_{D,M}$) mit der Anzahl der Arbeitstage im Jahr ($A_{D,J}$) und dem zuvor errechneten durchschnittlichen Emissionsfaktor.

Die Berechnung der Pendleremissionen erfolgt durch die Multiplikation der Anzahl der Hochschulangehörigen mit dem durchschnittlichen Pendleremissionsfaktor.

Die energiebedingten Scope 3 Emissionen können aus den Energieverbräuchen der TUM abgeleitet werden. Alle anderen Emissionskategorien sind ohne ausreichende Datenlage schwierig abschätzbar, da sich hier von Institution zu Institution üblicherweise ein sehr individuelles Bild zeigt.

Für das passive Szenario wurden vier Effekte berücksichtigt: Ein steigender Anteil von Elektrofahrzeugen in Deutschland, die Nutzung von synthetischen Kraftstoffen im Flugverkehr, sinkende Stromemissionsfaktoren und sinkende Carbon-Footprints der bezogenen Güter. Die ersten beiden Faktoren beeinflussen vor allem die Emissionen von Dienstreisen sowie Transportemissionen von Hochschulangehörigen und Gästen. Der sinkende Stromemissionsfaktor führt zu abnehmenden Scope 3 Emissionen der Stromverbräuche und abnehmende Carbon-Footprints der bezogenen Güter verringert die Emissionen, welche mit dem Bezug von Waren (z. B. Büro- oder Elektronikartikel) zusammenhängen.

Die Effekte des aktiven Szenarios wurden in Workshops mit unterschiedlichen Gruppen der Hochschulangehörigen erarbeitet. Dadurch sollen die Maßnahmen, welche auch direkt in das Leben an der Universität eingreifen, möglichst gut von allen Stakeholdern angenommen werden.

Im aktiven Szenario wurden folgende Effekte berücksichtigt: Die Subventionierung von klimaschonenden Reisen, die Anpassung von Dienstreiseregulungen, die Anpassung von Pendlerregelungen, das Anreizen einer erhöhten Fahrradnutzung, ein nachhaltiges Beschaffungswesen sowie campusnahe Wohnheime. Die Effekte dieses Szenarios werden also durch die TUM

selbst gesteuert und zeigen Möglichkeiten auf, wie Scope 3 Emissionen der Universität aktiv reduziert werden können. Besonders das nachhaltige Beschaffungswesen sowie die campusnahen Wohnheime, haben dabei relativ schwierig zu antizipierende Emissionsreduktionseffekte und würden gegebenenfalls zu hohen Kosten führen. Dies sind jedoch Maßnahmen, welche auch bei den Studierenden ein positives Signal auslösen würden.

Neben diesen Maßnahmen wurde auch die Reduktion von Scope 3 Emissionen durch die Reduktion von Warenkäufen sowie die Nutzung von nachhaltigen Rohstoffen im Bauwesen diskutiert. Allerdings sind diese Vorschläge zumindest mittelfristig entweder kaum realistisch oder können mit der aktuellen Datenbasis nicht sinnvoll bilanziert werden.

Übersicht der Scope 3 Szenarien

Die Effekte des passiven und aktiven Scope 3 Szenarios in Verbindung mit den für Scope 1 und 2 entwickelten Szenarien 1-3 zeigen die folgenden Abbildungen: Abb. 19, Abb. 20 und Abb. 21.

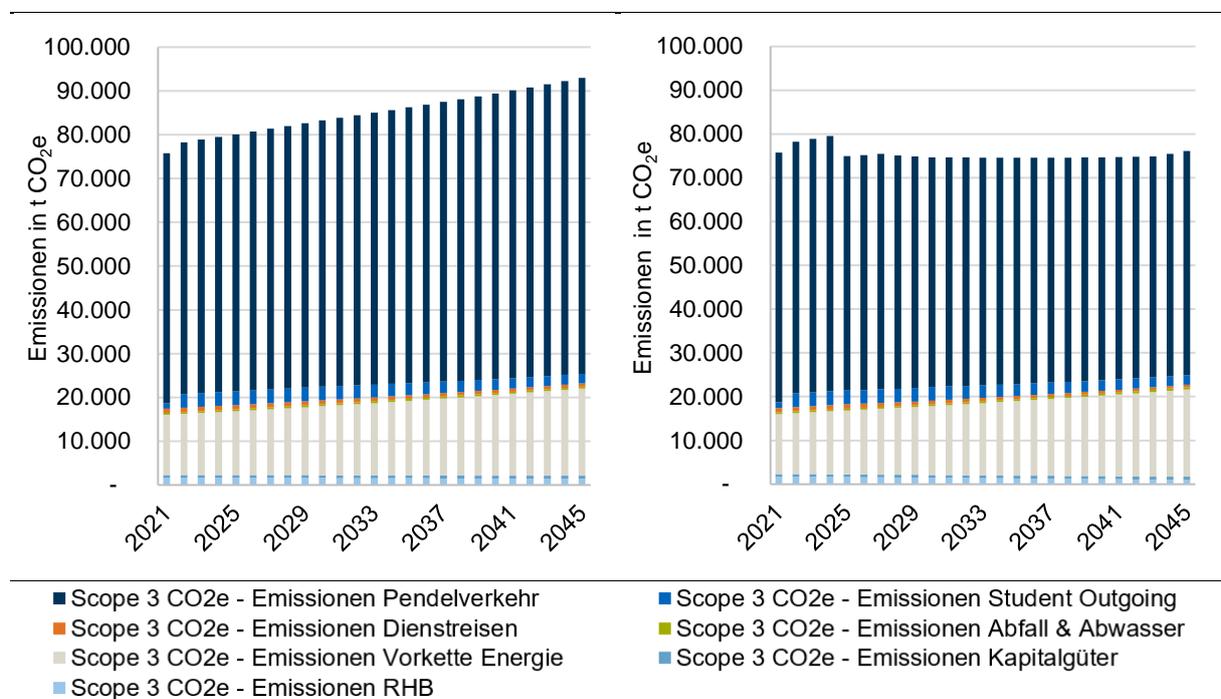


Abb. 19: Szenario 1 - passiv (links) und aktiv (rechts)

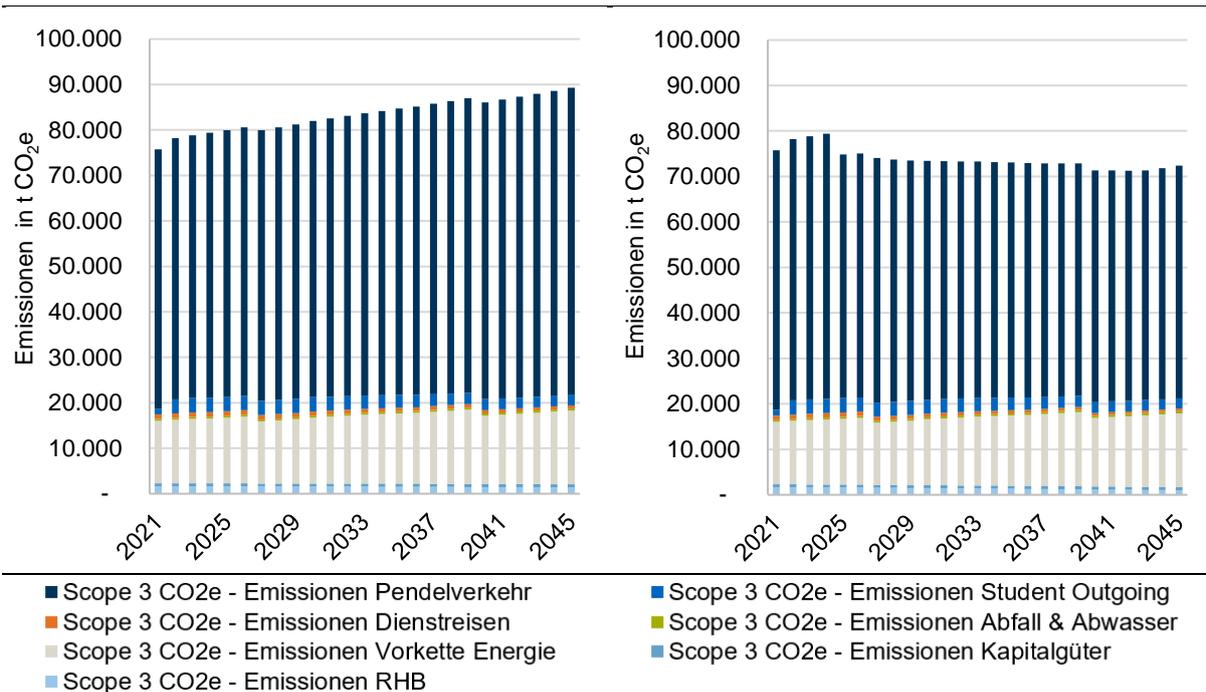


Abb. 20: Szenario 2 - passiv (links) und aktiv (rechts)

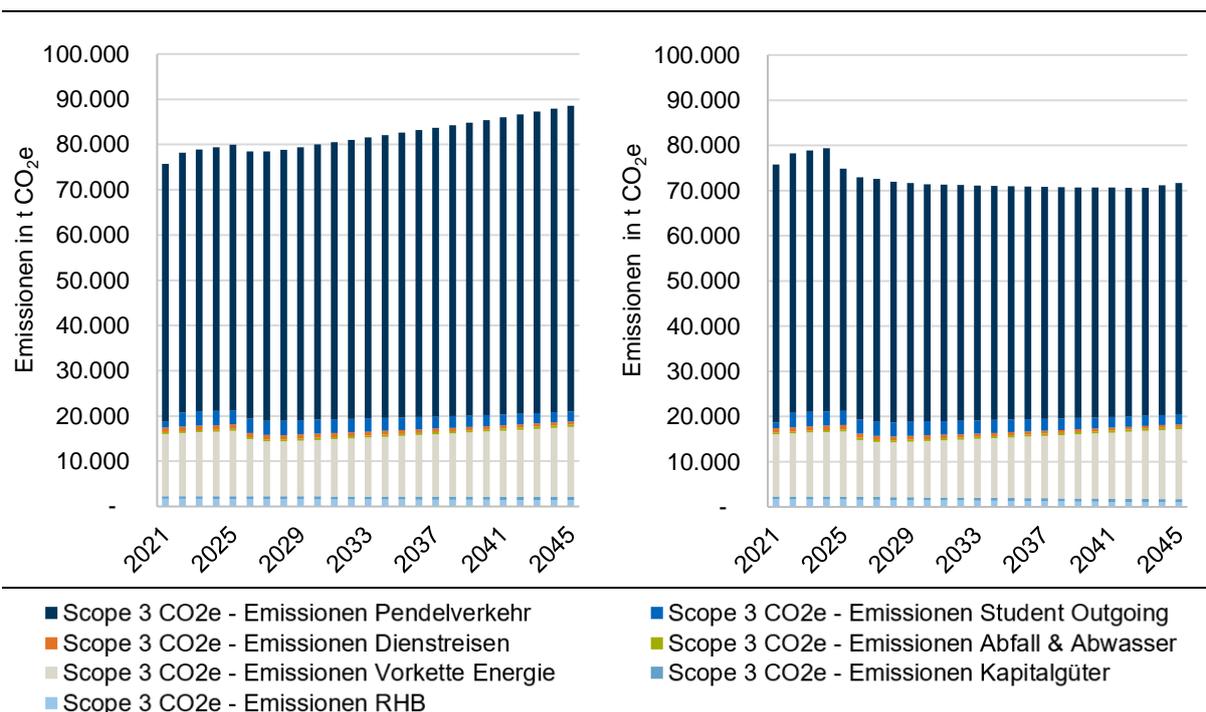


Abb. 21: Szenario 3 - passiv (links) und aktiv (rechts)

Die Emissionen des Pendlerverkehrs machen den dominanten Anteil der Scope 3 Emissionen aus. Daneben tragen die energiebedingenden Vorketten einen signifikanten Anteil zu den Scope 3 Emissionen bei. Alle anderen bilanzierten Emissionskategorien sind vergleichsweise gering. Dies liegt jedoch maßgeblich daran, dass die Datenlage und Studienlage für die Emissionskategorien der eingekauften Waren, Kapitalgütern und Abfall für eine sinnvolle Hochrechnung nicht ausreichen. Das Jahr 2021 war stark durch die Corona-Pandemie beeinflusst. Dies begründet den geringen Anteil an Emissionen in Bezug auf Reisetätigkeiten.

Im Vergleich der drei Szenarien verändern sich lediglich die energiebedingten Vorkettenemissionen. Die Szenarien 2 und 3 weisen mit ca. 89.000 t CO₂e im Jahr 2045 die geringsten Scope 3 Emissionen aus. Szenario 1 führt im Jahr 2045 zu ca. 93.000 t CO₂e. Die aktiven Szenarien weisen im Vergleich zu den passiven Szenarien eine Einsparung von ca. 17.000 t CO₂e im Jahr 2045 aus. Dies lässt sich zum größten Teil auf Einsparungen im Bereich des Pendlerverkehrs zurückführen.

Insgesamt lassen sich also über alle Scopes hinweg in Szenario 2 (aktiv) 77.000 t CO₂e im Jahr 2045 einsparen. In Szenario 3 (aktiv) können im gleichen Jahr 79.000 t CO₂e eingespart werden. Im Sinne des Carbon Budget ist jedoch auch wichtig zu erwähnen, dass Szenario 3 schon im Jahr 2028 ca. 53.000 t CO₂e eingespart werden können, während in Szenario 2 im besten Fall nur eine Emissionsreduktion von ca. 17.000 t CO₂e möglich ist.

4 Aktivitäten in den Transformationsfeldern

Zielsetzung der TUM

Treibhausgasreduktion um 80 % in Scope 1 und 2 bis 2030

Die TUM hat sich bereits vor Beginn der Entwicklung des Klimaschutzkonzepts in ihrer TUM Sustainable Futures Strategy 2030 zunächst als Arbeitshypothese das sehr ambitionierte Ziel der Klimaneutralität in Bezug auf den Energieverbrauch bis 2028 gesetzt. Die Ergebnisse der Szenario- und Potentialanalyse haben jedoch gezeigt, dass dieses absolute Ziel ohne Kompensation der bis dahin nicht reduzierten THG-Emissionen, d. h. Erwerb und Stilllegung von CO₂-Zertifikaten aus dem freiwilligen Kompensationsmarkt, nicht realistisch erreichbar sein wird. Die TUM positioniert sich nun innerhalb des Klimaschutzkonzepts klar, denn eine Kompensation in dieser Form wird, solange reale Emissionsreduktionspotentiale bestehen, für die TUM als nicht zielführend angesehen. Investitionen in die Umsetzung realer Treibhausgasminderungen innerhalb der Universität haben gegenüber Investitionen in CO₂-Senkenprojekten außerhalb der TUM Systemgrenzen Priorität.

Aufgrund dessen hat sich die TUM entschlossen, das Ziel auf Basis der Ergebnisse aus der Treibhausgasbilanzierung, der Szenarioanalyse und der laufenden Aktivitäten insbesondere am energieintensiven Campus Garching anzupassen und zu präzisieren. Dementsprechend wurde das Ziel der Treibhausgasreduktion von 80 % in Scope 1 und 2 bis 2030 gegenüber dem Basisjahr 2021 durch das Hochschulpräsidium beschossen.

Die Erreichung dieses Ziels sowie die signifikante Reduzierung von Scope 3 Emissionen erfordert ein umfassendes Bündel unterschiedlichster Ansätze und Maßnahmen. Zur inhaltlichen Strukturierung wurden zusammenfassende thematische Transformationsfelder identifiziert. Im Folgenden wird für jedes definierte Transformationsfeld eine Bestandsanalyse durchgeführt. Aus diesen Erkenntnissen lässt sich in Verbindung mit den Reduktionspfaden eine Potenzialabschätzung vornehmen. Zudem werden spezifische Ziele festgelegt. Die detaillierte Beschreibung der je Transformationsfeld identifizierten Projekte in Form der vom Projektträger vorgegebenen Steckbriefe erfolgt im [☞ Projektkatalog](#) (siehe Kapitel [☞ 5](#)). Eine zusammenfassende Darstellung je Ziel erfolgt in der folgenden Form für alle Transformationsfelder in diesem Kapitel.

Übergeordnetes Ziel

ID	Projekt
----	---------

4.1 Energieversorgung

Aufgrund der räumlichen Verteilung der Gebäude auf unterschiedliche Campusstandorte und Außenstellen werden diese unterschiedlich mit Strom, Gas, Erdöl, Fernwärme, und Biomasse versorgt. Die Kältebereitstellung an den Campusstandorten erfolgt über Absorptions- bzw. Kompressionskälteanlagen oder Anlagen zur freien Kühlung und ist somit in den gesamten

Wärme- und Stromverbräuchen inkludiert. Eine Messung des Kälteverbrauchs ist aufgrund fehlender Messtechnik nicht möglich. Eine vollständige Liste der an den Standorten vorliegenden Anlagen ist noch zu erstellen. Fernkälte ist für die TUM bislang nicht von Relevanz.

Campus München

Bis ins Jahr 2014 erzeugte die TUM die Wärme in einem eigenen erdgasbetriebenen Heizkraftwerk am Campus selbst. Für eine moderne und nachhaltige Energieversorgung wurden im Rahmen des Projektes Energieliefer-Contracting alle Gebäude von Dampf auf Pumpenwarmwasser umgestellt und das bestehende TUM Heizkraftwerk ertüchtigt. Seit April 2014 hat ein Contractor die Betriebsführung des Kraftwerks übernommen. In einer ersten Phase begann der Contractor mit der Umstellung von einem Dampf- auf ein Warmwassernetz mit anschließenden Hausübergabestationen sowie den Betrieb und der Wartung des bestehenden Dampfsystems. In einer zweiten Phase erfolgte die Errichtung neuer Wärmeerzeugungsanlagen. Seit Januar 2015 hat der Contractor als Wärmelieferant für Pumpenwarmwasser alle Aufgaben zur Wärmeversorgung übernommen. Die Zuständigkeit der ZA4, Zentrale Technik bzgl. des Brennstoffeinkaufs am Campus München beschränkt sich nun nur noch auf den Erdgasbezug für einzelne Dampferzeuger. Obwohl Erdgas nach wie vor ein relevanter Energieträger für die Raumwärmeerzeugung am Campus München ist, nimmt der Anteil durch die Umstellung vom Dampf- auf das Warmwassernetz stetig ab.

Die Wärmelieferung erfolgt durch die GETEC Wärme und Effizienz GmbH Nord im Rahmen des 20-jährigen Energieliefer-Contractings. Die installierte Wärmeleistung am Campus München beträgt insgesamt 24,1 MW. Dabei setzt der Contractor auf bilanziell biogasbasierte Warmwasserkessel und ein ebenso betriebenes Blockheizkraftwerk (BHKW). Der im BHKW erzeugte Strom wird nicht direkt von der TUM verbraucht, sondern in das öffentliche Netz eingespeist. Die Stromversorgung für alle Gebäude des Campus München erfolgt seit 2013 ausschließlich durch Ökostrom. Abb. 22 zeigt die Verteilung der Endenergie sowie den Verbrauch am Campus München im Jahr 2021.

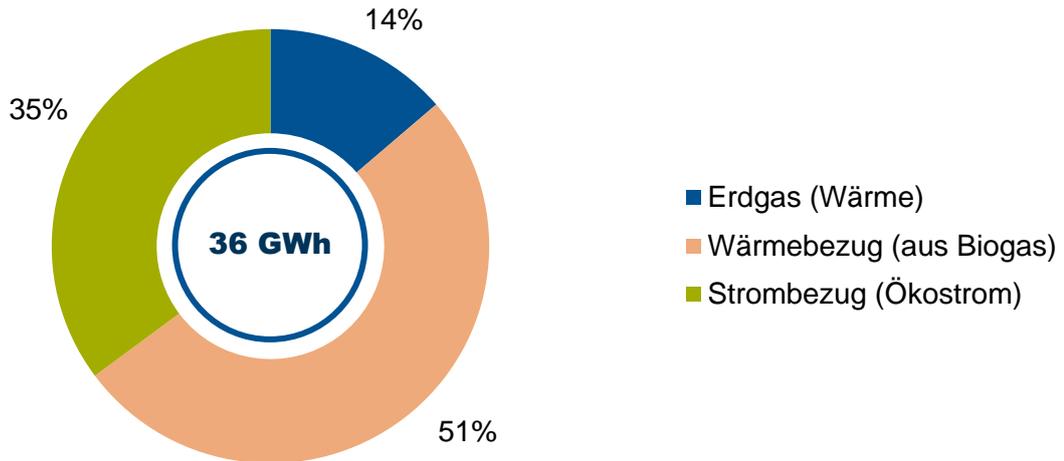


Abb. 22: Verteilung und Verbrauch der Endenergie am Campus München 2021

Campus Garching

Das erdgasbetriebene Heizkraftwerk am Campus Garching spielt eine zentrale Rolle in der Energieversorgung des Standorts. Es liefert Heizwärme an die Gebäude der TUM und erzeugt durch Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) einen Teil des elektrischen Energiebedarfs. Zur Deckung von erhöhtem Wärmebedarf stehen außerdem zwei Heißwasserkessel zur Verfügung, die mit Erdgas und Heizöl betrieben werden können. Die Turbine und Kessel sind immissionschutzrechtlich bei einer maximalen Gesamtleistung von 50 MW gegeneinander verriegelt sind. Über den erzeugten Strom hinaus wird zusätzlicher Strom von externen Energieversorgungsunternehmen (EVU) bezogen, wobei die eigenerzeugten Mengen nach einem individuellen Lastprofil abgerufen werden.

Die Wärmeversorgung der Gebäude erfolgt über ein eigenes Wärmenetz wobei spezifische Temperaturen für Heißwasser von 110-145 °C im Vorlauf und 65-95 °C im Rücklauf notwendig sind. Im Sommer wird der Wärmebedarf maßgeblich von vier Absorptionskältemaschinen und dem Betrieb der Mensa beeinflusst. Der Gesamtjahreswärmeverbrauch aus dem Heizkraftwerk beträgt etwa 80 GWh, wovon ca. 50 GWh aus der Turbine erzeugt werden. Ein eigenes 20-kV Stromnetz dient der Stromversorgung des Campus. Jährlich werden ca. 84 GWh Strom verbraucht, wovon ca. 37 GWh eigenerzeugt werden. Für die restlichen 47 GWh wird Ökostrom bezogen. Abb. 23 zeigt die Verteilung der Endenergie sowie den Verbrauch am Campus Garching im Jahr 2021.

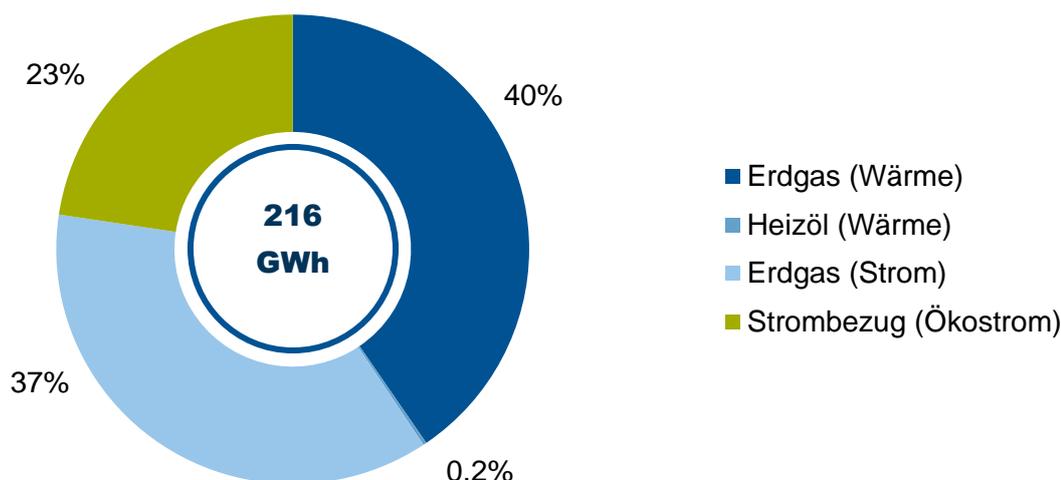


Abb. 23: Verteilung und Verbrauch der Endenergie am Campus Garching 2021

Im Rahmen des Projekts „CleanTechCampus Garching“¹⁵ wurden im Zeitraum 2016 bis 2019 in einem BMWi-geförderten Forschungsprojekt umfassende Strategien für eine mögliche zukünftige Energieversorgung des Campus entwickelt. Dabei wurden die Energiebedarfsseite der Gebäude, Energieversorgungsnetze sowie Konzepte zur Energiebereitstellung und Speicherung untersucht, um effiziente, nachhaltige, flexible und wirtschaftliche Versorgungsvarianten für den Campus Garching zu identifizieren. Ein umfassendes Modell untersuchte die Optimierungspotentiale für den Campus im Zeitraum von 2017 bis 2040 unter verschiedenen Randbedingungen wie beispielsweise CO₂-Emissionsgrenzwerte, verschiedene Bedarfsentwicklungen oder unterschiedlichen Systemtemperaturen (Schweiger et al., 2019). Zentrale Erkenntnisse betreffen die endenergetische, ökonomische und zukünftig weiterwachsende Dominanz des Stromsektors im Gesamtenergiebedarf des Campus, das erhebliche Einsparpotential im Bereich Wärme und Kälte durch effiziente Planung von Neubauten und Sanierungen sowie die Nutzung bisher ungenutzter Abwärme- und Niedertemperaturquellen insbesondere für den Campus West¹⁶. Für die Identifizierung und Umsetzung von Optimierungspotenzialen wurde die Implementierung eines Energiemanagementsystems (EMS) empfohlen.

Aufgrund der für die Umstellung der Energieversorgung am Campus Garching in Eigenregie fehlenden finanziellen Mittel, hat sich die Zentrale Verwaltung für Immobilien (ZA4) im Sommer 2023 für die Ausschreibung einer Contracting-Maßnahme *Energieversorgung Wärme und Strom* am Forschungscampus Garching entschieden. Dabei soll in Zukunft die Energieversorgung, Wärmeerzeugung, Wärmeverteilung und Übergabe sowie Stromerzeugung oder Lieferung im Umfang der bisherigen Stromeigenerzeugung über einen Contractor erfolgen. Die geplante Erstvertragslaufzeit liegt bei 20 Jahren. Im Fokus der Ausschreibung stehen dabei regional verfügbare, treibhausgasneutrale Primärenergien in der Erzeugung und/oder Lieferung sowie eine Verbrauchsminderung durch die Ertüchtigung des Verteilnetzes und der Übergabestationen. Die Energieeffizienz der versorgten Liegenschaften soll aber parallel weiterhin von der TUM sukzessive optimiert werden. Im Umfeld des Campus stehen künftig als regional

¹⁵ <https://www.epe.ed.tum.de/ens/research/projects/finished-projects/ctc/>

¹⁶ Erweiterungsbereich des Campus entlang der Freisinger Landstraße, wird aktuell durch TUM wie auch „Industry on Campus“ Partner bebaut.

verfügbare Primärenergien Geothermie und ggf. Altholz zur Verfügung. Für die Stromversorgung besteht auch Potenzial für größere PV-Flächen und einen Windpark. Ebenso erzeugt das vom Freistaat Bayern getragene LRZ bereits heute Abwärme, die in einem bestimmten Umfang zukünftig in die Wärmeversorgung des Campus integriert werden soll.

Campus Weihenstephan

Die Energieträgerstruktur am Campus Weihenstephan hat sich in den letzten Jahren nur geringfügig verändert. Die Wärmeversorgung des Campus erfolgt maßgeblich über Fernwärme, gefolgt von Wärmeerzeugung durch die Brennstoffe Erdgas und Heizöl. Die Fernwärme wird von den Stadtwerken Freising bezogen und wird dort im Kraftwerk Zolling (Kohlekraftwerk und Biomassekraftwerk), dem erdgasbetriebenen Heizwerk TU Weihenstephan (Lange Point 14) sowie einem heizölbasierten Kraftwerk erzeugt. Die Systemtemperaturen der Verbraucher am Campus Weihenstephan fallen hinsichtlich ihrer hohen benötigten Vor- und Rücklauftemperaturen von 120 °C und 70 °C auf. Die Stromversorgung sämtlicher Gebäude des Campus erfolgt durch Ökostrom. Dabei wird der Strom größtenteils über die Einspeisung in der Lange Point 24 auf die Gebäude am Campus unterverteilt. Abb. 24 zeigt die Verteilung der Endenergie sowie den Verbrauch am Campus Weihenstephan im Jahr 2021.

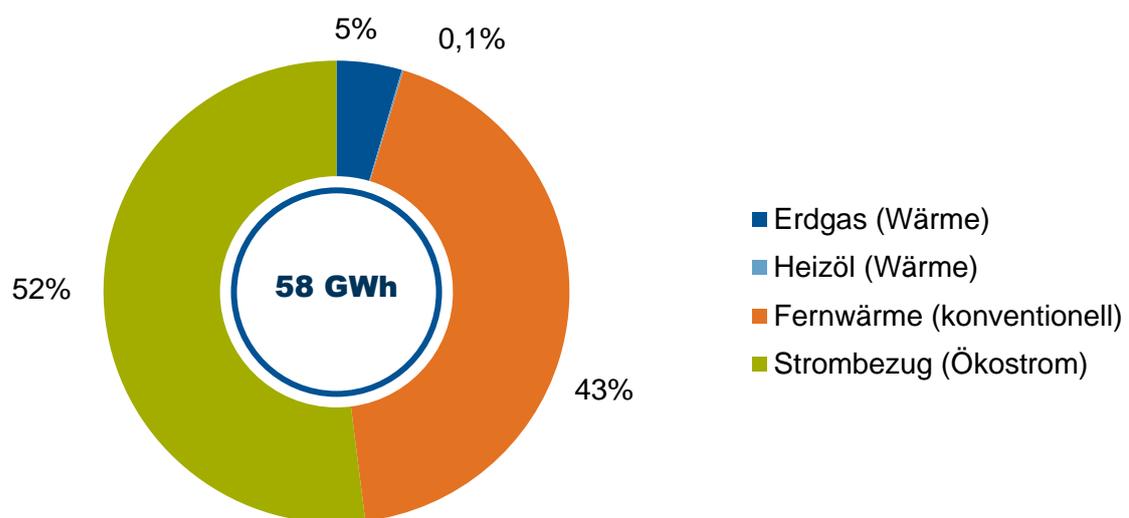


Abb. 24: Verteilung und Verbrauch der Endenergie am Campus Weihenstephan 2021

Campus Straubing

Die räumliche Verteilung der Gebäude des Campus Straubing (Abb. 6) bedingt die heterogene Wärmeversorgung. Die Wärmeversorgung für die Gebäude entlang der Schulgasse (SG16, SG20, SG22, SG22a und PG18) ist dabei durch ein komplexes Zusammenspiel verschiedener Wärmenetze bedingt.

Wesentlich für die Wärmeversorgung des TUMCS ist eine Biomasse-Hackschnitzelanlage des Technologie- und Förderzentrums (TFZ) mit zwei 650 kW Heizkesseln, welche die Gebäuden SG16, 20, 22 und PG18 des TUMCS beheizt. Zusätzlich zum Biomasse-Nahwärmenetz stellen die Stadtwerke Straubing ein Nahwärmenetz bereit, welches mittels einer Gasheizzentrale mit 200 kW Leistung betrieben wird. Die SG22 bildet mit der St. Peter Grundschule in diesem

Netz eine kommunale Wärmeinsel, die darüber hinaus an das Biomasse-Nahwärmenetz angeschlossen ist. Die Zusammenarbeit beider Wärmenetze zielt darauf ab, den Einsatz von fossilem Erdgas zu minimieren und die Biomasse-Hackschnitzelanlage optimal auszulasten. Im Winter versorgt diese alle Gebäude in den beiden Wärmenetzen effizient, während im Sommer die Gasheizzentrale die Wärmeversorgung übernimmt, da die Biomasseheizanlage aufgrund geringer Wärmeabnahme nicht effizient betrieben werden kann. Die Gasheizzentrale der kommunalen Wärmeinsel kann außerdem zur Spitzenlastabdeckung zusätzlich zur Biomasse-Hackschnitzelanlage eingesetzt werden. Das Ziel ist es, bilanziell eine Wärmeversorgung von 100 % Biomasse über das gesamte Jahr hinweg zu erreichen.

Die Wärmeversorgung der SG22a, sowie die Kühlung der Labore erfolgt normalerweise über zwei Luftwärmepumpen mit je 129,2 kW Leistung. Bis April 2022 konnten die Wärmepumpen aufgrund einer Störung jedoch nicht in Betrieb genommen werden, weshalb die Notversorgung über die oben beschriebene kommunale Wärmeinsel und eine externe Kühlanlage erfolgte.

In der US53 ist ein BHKW mit Kraft-Wärme-Kältekopplung mit 160 kW_{th} und 97 kW_{el}, eine Gastherme mit 480 kW_{th} zur Wärmeversorgung, sowie eine Kompressionskältemaschine und eine Anlage zur freien Kühlung installiert. Die Entscheidung für die Energieversorgung des Gebäudes mittels Erdgas wurde durch das zuständige Bauamt in der Planungsphase getroffen und lag nicht in der Verantwortung der TUM bzw. des TUMCS. Eine diskutierte Option der Geothermie-Nutzung, die aufgrund der speziellen Bauweise des Gebäudes im Hochwasserbereich der Donau auf Pfeilern mit vertretbarem Aufwand hätte erfolgen können, wurde nicht realisiert. Abseits des fossilen Energieträgers Erdgas besitzt das Gebäude jedoch ein sehr zukunftsweisendes Energiekonzept. Durch den Einsatz von Heiz-Kühldecken, ist zum Beispiel im Winter eine Beheizung und im Sommer eine Kühlung über denselben Versorgungskreislauf möglich, um ein jeweils ein angenehmes Raumklima für die Studierenden und Lehrenden bereitzustellen.

In der PG5, einem sanierten Altbau, wurde eine Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Fußbodenheizung in Kombination mit einer Innendämmung realisiert. Im Sommer kann über einen zusätzlichen Wärmetauscher als Bypass um die Wärmepumpe herum mit der Sole direkt die Fußbodenheizung und damit das Gebäude passiv gekühlt werden. Diese Art der erneuerbaren Energieversorgung ist zukunftsweisend, da mit einer Wärmeversorgung auch gleichzeitig eine Kühlung für Zeiten mit hoher Außentemperatur zur Verfügung steht, die keiner aktiven Kühlung mit Klimageräten bedarf. Es laufen lediglich die Umwälzpumpen und mit ca. 200 – 300 W kann somit das ganze Gebäude mit ca. 1.650 m² Fläche gekühlt werden. Außerdem zeigt das Gebäude auf, dass auch Altbauten mit den eingesetzten regenerativen Technologien ausgestattet werden können und dient daher als Mustersanierung.

Die angemieteten Räumlichkeiten in den Gebäuden RB1 und EB3 werden mittels Gasthermen beheizt, die nicht im Einfluss des TUMCS stehen.

Die Stromversorgung am TUMCS erfolgt gemäß den Vorgaben des Freistaats Bayern über Ökostrom. Lediglich während Bauvorhaben wird auf die Grundversorgung der Stadtwerke Straubing zurückgegriffen. In der Übergangszeit nach Ende der Bautätigkeiten bis zur nächsten Strom-Ausschreibungsrunde (ZA4 oder Landesbaudirektion) wird ebenfalls die Grundversorgung der Stadtwerke Straubing in Anspruch genommen. Abb. 25 zeigt die Verteilung der Endenergie sowie den Verbrauch am Campus Straubing im Jahr 2021.

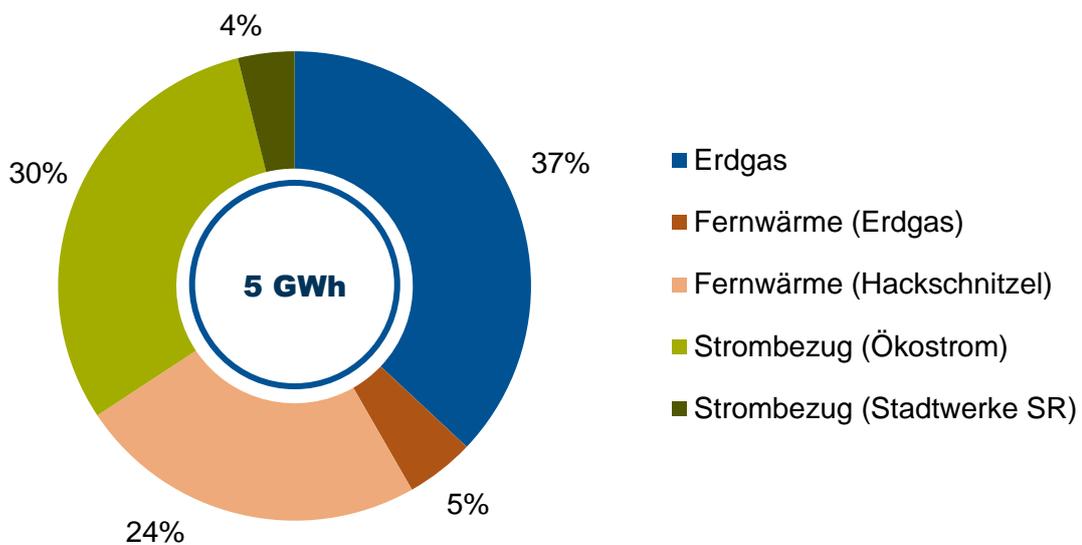


Abb. 25: Verteilung und Verbrauch der Endenergie am Campus Straubing 2021

Außenstellen

Die TUM hat mit einzelnen Forschungs- und Versuchsstationen sowie weiteren Einrichtungen eine Vielzahl an Außenstellen neben den genannten vier Campusstandorten. In Tab. 27 sind die betrachteten Außenstellen der TUM sowie die Hauptenergieträger zusammengefasst dargestellt. Die räumliche Verteilung dieser als Außenstellen zusammengefassten Standorte bedingt die heterogene Energieträgerstruktur. Die Energieträger unterscheiden sich insbesondere in der Wärmeversorgung teilweise auch zwischen den einzelnen Gebäuden der Außenstelle. Für einige der Außenstellen war eine komplette Erfassung der vorliegenden Energieversorgung bislang nicht möglich. Meist handelt es sich dabei um angemietete Gebäude. Eine ausführliche Liste der Gebäude der Außenstellen befindet sich im Anhang [☞ C](#).

Tab. 27: Außenstellen mit Energieträgerstruktur

Außenstellen	Stromversorgung	Wärmeversorgung
Berchtesgaden	PV	Photovoltaik, Solarthermie, Rapsöl
Campus im Olympiapark	Ökostrom	Fernwärme (konventionell)
Campus Ottobrunn	Ökostrom	keine Daten
Dachau	Ökostrom	keine Daten
Eichenau	Ökostrom	Erdgas
Forschungsstation Viehhausen	Nicht verfügbar	keine Daten
Freising-Achering	Ökostrom	keine Daten
Garching Sonst.	Nicht verfügbar	keine Daten
Garmisch-Partenkirchen	Ökostrom	Erdgas
Iffeldorf	Ökostrom	Erdgas
Kapuzinerhölzl	Ökostrom	Erdgas
München Sonst.	Ökostrom	keine Daten , Fernwärme (Biogas)
Obernach	Ökostrom	Heizöl, Biomasse

Außenstellen	Stromversorgung	Wärmeversorgung
Pasing	Ökostrom	Erdgas, Fernwärme (konventionell)
Raitenhaslach	Ökostrom	Fernwärme (konventionell)
Schwabing-West	Ökostrom	keine Daten
Sarnberg	Ökostrom	Erdgas
Veitshof	Ökostrom	Erdgas
Versuchsstation Dürnast	Ökostrom	Heizöl
Versuchsstation Roggenstein	Nicht verfügbar	keine Daten
Versuchsstation Thalhausen	Ökostrom	keine Daten

An allen Außenstellen mit bekannter Datenlage wird Ökostrom bezogen. Wie aus Abb. 26 ersichtlich ist wird der Wärmebedarf an den Außenstellen mit bekannter Datenlage zum großen Teil über konventionelle Fernwärme gedeckt. Auffallend ist außerdem, dass Heizöl im Jahr 2021 noch 16 % der benötigten Wärme bereitstellt. Der Heizölanteil resultiert aus dem Bedarf im Blockhaus Obernach sowie der Versuchsstation Dürnast.

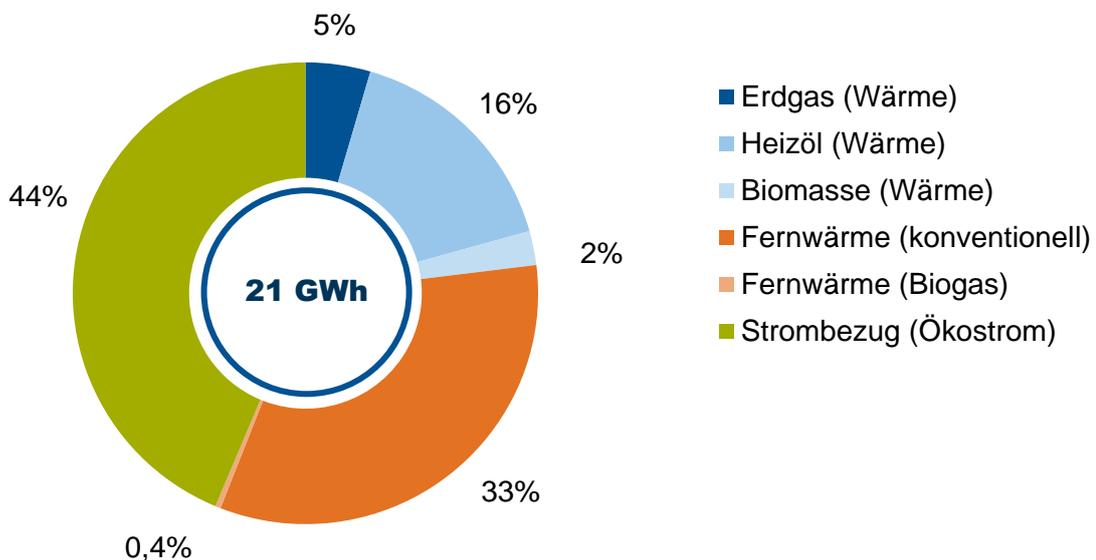


Abb. 26: Verteilung und Verbrauch der Endenergie an den Außenstellen 2021

Potentiale und Projekte

Ein bedeutendes Vorhaben betrifft die Umstellung der Wärme- und Stromversorgung am Campus Garching. Fast 80 % der THG-Emissionen der gesamten TUM in Scope 1 und 2 gehen auf die Energieversorgung am Campus Garching zurück. Es soll perspektivisch das mit fossilen Brennstoffen befeuerte Heizkraftwerk durch regenerative Energieträger ersetzt werden. Dabei können potenziell insgesamt 30.000 t CO_{2e} pro Jahr in Scope 1 eingespart werden. Zentral sind dabei die Ergebnisse der am Standort laufenden Energie-Contracting-Ausschreibung. Auch am Campus München soll die Substitution der restlichen fossilen Brennstoffe (Erdgas) durch regenerative Energieträger vorangetrieben werden. Dies schließt die Erkundung verschiedener Optionen zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen für die Energieversorgung ein. Am Campus Weihenstephan sollen die technischen Möglichkeiten des Anschlusses der noch nicht an das Fernwärmenetz der Stadtwerke Freising angeschlossenen Gebäude geprüft und nach Möglichkeit umgesetzt werden. Ein weiterer Schwerpunkt liegt außerdem auf dem

Campus Straubing, wo das BHKW an der Uferstraße 53 im Rahmen von Potenzialanalysen durch Studienarbeiten einer Prüfung und Umsetzung zur Substitution von Erdgas durch regenerative Energieträger unterzogen werden soll. In Bezug auf die Außenstellen, die von der TUM selbst betrieben werden, soll die Substitution der heizöl- und erdgasbasierten Wärmeerzeugungsanlagen durch regenerative Energieträger geprüft und nach Möglichkeit umgesetzt werden.

Umstellung der Energieversorgung auf regenerative Energiequellen an allen Standorten

ES1a	Umstellung der Wärme- und Stromversorgung vom mit fossilen Brennstoffen befeuerten Heizkraftwerk auf regenerative Energieträger am Campus Garching
ES1b	Prüfung und Umsetzung der Substitution des Erdgases als Energieträger auf regenerative Energieträger am Campus München
ES1c	Anschluss weiterer Gebäude am Campus Weihenstephan an das öffentliche Fernwärmenetz im Rahmen der technischen Möglichkeiten sowie Prüfung und Umsetzung der Substitution der heizöl- und erdgasbasierter Wärmeerzeugungsanlagen mit regenerativen Energieträgern
ES1d	Prüfung und ggf. Umsetzung der Substitution von Erdgas als Energieträger mit regenerativen Energieträgern im BHKW der Uferstraße 53 am Campus Straubing
ES1e	Prüfung und Umsetzung der Umstellung und ggf. des Austauschs der heizöl- und erdgasbasierten Wärmeerzeugungsanlagen zugunsten regenerativer Energieträger an den durch die TUM selbst betriebenen Außenstellen

Darüber hinaus wurde im Jahr 2023 bereits durch die Initiative des Freistaat Bayerns damit begonnen, sämtliche Dächer der TUM gemäß den technischen und rechtlichen Möglichkeiten mit Photovoltaik (PV) Anlagen zu belegen. Da die TUM bereits zu 99 % Ökostrom bezieht ergeben sich jedoch mit dem Aufbau von PV-Anlagen keine konkreten Emissionseinsparungen. Dennoch kann die TUM mit der Belegung ihrer Dächer mit PV einen Beitrag zur Energiewende leisten.

Zusätzlich unterstützt die TUM die mögliche Gründung einer Energiegenossenschaft, um die Gemeinschaftsbeteiligung an nachhaltigen Energieprojekten zu fördern. Dies ermöglicht nicht nur eine breite Beteiligung der Universitätsangehörigen an der Energiewende, sondern stärkt auch den Fokus auf erneuerbare Energien in der gesamten Universitätsgemeinschaft.

Umstellung der Stromversorgung auf regenerative Energiequellen und Erhöhung des Eigenanteils zur Stromerzeugung

ES2a	Belegung aller TUM-Dächer mit Photovoltaik Anlagen im Rahmen der technischen und rechtlichen Möglichkeiten
ES2b	Unterstützung einer TUM-Energiegenossenschaft

4.2 Energieverbrauch

Für eine umfassende Analyse des Energieverbrauchs der TUM im Hinblick auf mögliche Energieeffizienzpotenziale der Liegenschaften ist die Betrachtung der Gebäudehülle, Gebäudetechnik sowie des Nutzerverhaltens unerlässlich. Dabei stellt ein ganzheitliches und objektscharfes Energiemonitoring eine wesentliche Voraussetzung dar.

Die Liegenschaften der TUM verteilen sich über vier Campus Standorte sowie über eine Vielzahl an Außenstellen in ganz Bayern. Der TUM ist ein heterogener Gebäudebestand von insgesamt 450 Gebäuden mit einer Nettoraumfläche (NRF) von 811.241 m² zugeordnet. Davon sind 721.642 m² landeseigene Fläche und 89.600 m² angemietete Flächen (inkl. Flächen mit Nutzungsrecht; Stand Frühjahr 2023). Wie zu Beginn erläutert ist ein Teil dieser Fläche für das Klimaschutzkonzept der TUM und insbesondere die THG-Bilanzierung nicht relevant, da diese wie beispielsweise das Universitätsklinikum rechtlich eigenständige Einheiten bilden (☹ Systemgrenze der Technischen Universität München). Bezogen auf die Nettoraumfläche liegen jedoch etwa 92 % der verwalteten Gesamtfläche bzw. 378 Gebäude innerhalb der Systemgrenzen des Klimaschutzkonzepts der TUM.

Der Gebäudebestand besteht aus einer Vielzahl typischer Universitätsgebäude mit unterschiedlichen Nutzungsarten sowie Baualtersklassen. Über 50 % der von der TUM verwalteten Gebäude wurden vor dem Jahr 1984 gebaut (Abb. 27). Bei der Nutzungsstruktur der Gebäude an den verschiedenen Campus Standorten und Außenstellen zeigt sich eine hohe Relevanz der Forschungsaktivitäten (Abb. 28).

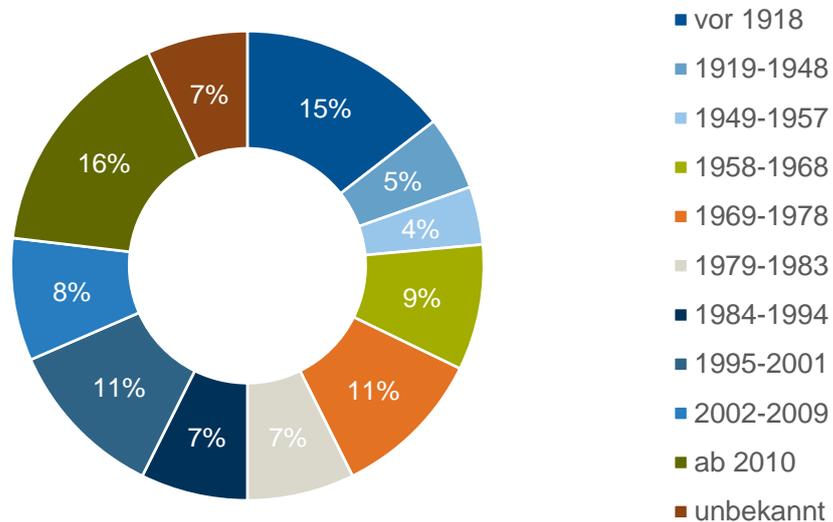


Abb. 27: Verteilung der Baualtersklassen des Gebäudebestands der TUM

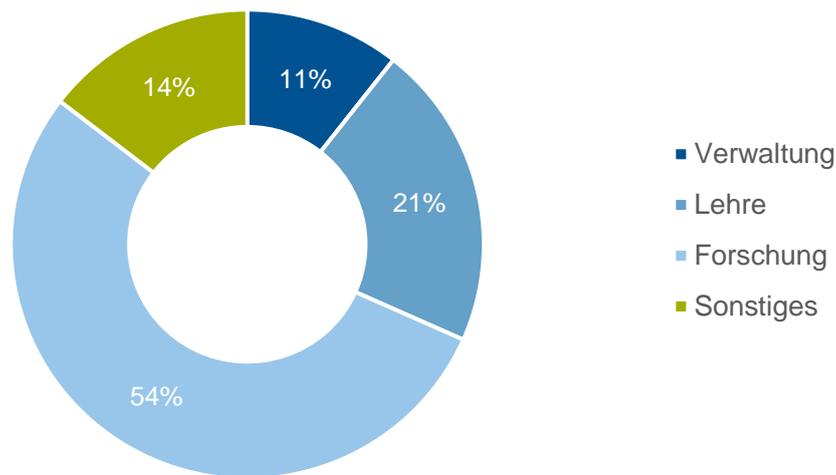


Abb. 28: Verteilung der Nutzungsstruktur der Gebäudeflächen der TUM

Gebäudehülle und -technik

In Bezug auf die Gebäudehülle und Gebäudetechnik liegt bei nahezu allen Liegenschaften der TUM ein unterschiedlich ausgeprägter Sanierungsbedarf vor, mit Ausnahme einiger Neubauten. Eine umfassende Analyse des Zustands des gesamten Gebäudebestands (aller 378 Gebäude) war im Rahmen der Klimaschutzkonzepterstellung nicht möglich. Im Jahr 2010 wurden für die drei Campus Standorte München, Weihenstephan und Garching Klimaschutzteilkonzepte erstellt (Team für Technik GmbH, 2010a, 2010b, 2011). Diese inkludierten in mehreren Projektabschnitten die Erfassung der Energieverbrauchsstruktur der Standorte, die Konzeption eines einheitlichen Energiemonitorings über alle Liegenschaften, eine energetische Gebäudegrobanalyse (inklusive Gebäudeberichte) sowie eine Untersuchung verschiedener Energieerzeugungsvarianten hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit. Die Ergebnisse und Empfehlungen aus diesen umfassenden Studien konnten von Seiten der TUM jedoch aufgrund fehlender personeller und finanzieller Möglichkeiten nach 2010 nicht weiterverfolgt werden. Auch wurde die energetische Gebäudegrobanalyse aus 2010 nicht in eine Gebäudedatenbank überführt und weiter gepflegt. Daher liegt eine aktuelle, zentrale und umfassende Datenbank über den Gebäudezustand des gesamten Bestands nicht vor.

In Bezug auf die Gebäudetechnik zeigt sich, dass die aktuelle Belüftungs- und Heizungstechnik in einem Großteil der Räume der TUM nicht ausreichend an die jeweiligen Bedürfnisse der Nutzerinnen und Nutzer angepasst ist und flexibel auf die tagesaktuellen Witterungsbedingungen reagieren kann. Im Großteil der TUM-Gebäude erfolgt die Beleuchtung in den Büros mittels herkömmlicher Leuchtstoffröhren, und es liegt keine Bestandsaufnahme von bereits verbauten LED-Leuchtmitteln vor. Bisher ist nicht bekannt, zu welchen Anteilen die Beleuchtungssteuerung in den Fluren und Gängen an der TUM automatisch oder halbautomatisch betrieben wird.

Als staatliche Universität ist die TUM bei Sanierungsvorhaben von den finanziellen Mitteln des Freistaats Bayern abhängig. Der aktuelle Sanierungsstau stellt eine erhebliche Herausforderung für ein angestrebtes Ziel einer treibhausgasneutralen Versorgung der Gebäude dar, da die im Bestand benötigten Energiemengen insbes. bzgl. Heizenergie kaum reduziert werden können. Die Priorisierung und Initiierung von Sanierungsmaßnahmen erfolgt derzeit abhängig

vom baulichen Zustand und den Nutzungsanforderungen mit den zuständigen Bauämtern des Freistaats Bayern. Um die größten Effizienzpotenziale durch Sanierungen der Gebäudehülle sowie Umrüstung der Gebäudetechnik aufzuzeigen, ist jedoch eine umfassende Analyse des gesamten Bestands erforderlich.

Die Zentrale Verwaltung für Immobilien (ZA4) der TUM ist für alle Belange rund um das Bau- und Gebäudemanagement verantwortlich. Das Facility Management wird je nach Standort und Gebäude entweder an externe Unternehmen vergeben oder erfolgt in Eigenregie durch die ZA4. Die TUM steht vor der Herausforderung, die bestehenden Campusstandorte weiter auszubauen, um den wachsenden Anforderungen an Lehr- und Forschungseinrichtungen gerecht zu werden. Trotz laufender Sanierungsbemühungen und Effizienzsteigerungen wird erwartet, dass die Energieverbräuche, insbesondere am Campus Garching, aufgrund von Erweiterungsbauten in den kommenden Jahren weiter ansteigen werden.

Daher ist es entscheidend, nicht nur den bestehenden Gebäudebestand auf Energieeffizienzpotenziale zu analysieren, sondern auch die Entwicklung und den Bau neuer Infrastruktur nachhaltig zu gestalten. Aktuell berücksichtigt der Freistaat Bayern bei der Vergabe von Bauvorhaben lediglich die Investitionskosten und nicht die Gesamtkosten über den Lebenszyklus. Die zu erwartenden Betriebskosten der Gebäude stehen bei der Entscheidungsfindung nicht im Fokus, was bedeutende Möglichkeiten zur Kosten- und Energieeinsparung während der Gebäudenutzung zu einem Großteil ungenutzt lässt. Die TUM hat derzeit nur begrenzte Möglichkeit, diesen Prozess zu beeinflussen. Eine durch gemäß Art. 14 BayHIG mögliche Übernahme der Bauträgerschaft für einzelne oder alle Gebäude wird aus organisatorischen Gründen derzeit nicht in Betracht gezogen.

Eine lebenszyklusbasierte Kostenbetrachtung im Bau bildet die Grundlage für eine umfassende Nachhaltigkeitsbewertung von Bauvorhaben. Technologien und Bauweisen, die aufgrund hoher Anfangsinvestitionen im Bauprozess ausgeschlossen werden, können bei Berücksichtigung der Lebenszykluskosten z. B. über einen Zeitraum von 50 Jahren zu einem anderen Kostenbild führen. Geringere Betriebskosten im Verlauf dieser Zeitspanne können langfristig ökonomische Vorteile und so starke Argumente für nachhaltigere Bauweisen und Technologien bieten.

Potentiale und Projekte

Es liegt aktuell keine ausreichende Datengrundlage vor, um konkrete Einsparpotenziale aussagekräftig quantifizieren zu können. Aufgrund dessen liegt der Schwerpunkt der erarbeiteten Projekte zunächst darauf, standort- und/oder objektbezogen zu evaluieren, welche Sanierungen und Nachrüstungen das größte Kosten-Nutzen Potenzial in Bezug auf Energieeffizienz und Emissionseinsparung haben. Dazu gehört die Evaluierung der Reduktion von Vor- und Rücklauftemperaturen in den Wärmenetzen der Standorte, der Belüftungs- und Heizungstechnik, einer bedarfsgerechten und witterungsgeführten Steuerung dieser Systeme, der sukzessive Austausch alter Leuchtmittel sowie die bedarfsgerechte Regelungs- und Steuerungstechnik der Beleuchtung. Darüber hinaus ist die Integration von Nachhaltigkeits- und Klimaschutzstandards in den Standardkatalog des TUM-Gebäudemanagements ein wichtiger Aspekt für die Steigerung der Energieeffizienz.

Optimierung der Gebäudetechnik zur Steigerung der Energieeffizienz

ED1a	Evaluation und Konzeption zur Reduktion der Vor- und Rücklauftemperaturen im internen Wärmenetz am Campus Weihenstephan für die Auslegung des öffentlichen Fernwärmenetzes auf erneuerbare Energien
ED1b	Ersatz des Teilbereichs Dampfheizung im Wärmenetz am Campus München
ED1c	Evaluation und Konzeption zur Reduktion der Vor- und Rücklauftemperaturen im internen Wärmenetz des Campus Garching
ED1d	Evaluation und Konzeption für die sukzessive Sanierung und Nachrüstung der Belüftungs- und Heizungstechnik an allen Standorten
ED1e	Prüfung und ggf. Einführung einer bedarfsgerechten und witterungsgeführten Steuerung der Belüftungs- und Heizungstechnik in den Gebäuden aller Standorte
ED1f	Evaluation und Konzeption für sukzessiven Austausch alter Leuchtmittel für Innen- und Außenbeleuchtung
ED1g	Identifikation der Potenziale zur bedarfsgerechten Regelungs- und Steuerungstechnik der Beleuchtung der Sanitäreinrichtungen und Verkehrsflächen
ED1h	Integration von Nachhaltigkeits- und Klimaschutzstandards in den Standardkatalog der TUM

Mit einer umfassenden energetischen Analyse der Liegenschaften können konkrete Einsparpotentiale aus Sanierungen am Gebäudebestand quantifiziert werden. Dabei soll das Ziel sein die größten Kosten-Nutzen Potentiale in Bezug auf Energie- und Emissionseinsparungen zu identifizieren und umzusetzen. Eine im Zuge der Analyse erstellten Gebäudedatenbank muss für eine langfristige Fortschrittskontrolle kontinuierlich gepflegt werden.

Sanierung der Gebäudehülle zur Steigerung der Energieeffizienz

ED2a	Energetische Bewertung der Liegenschaften und Erstellung eines Gebäudekatasters zur Identifikation einer Sanierungsreihenfolge
ED2b	Gebäudesanierung mit nachhaltigen Methoden und Baustoffen nach identifizierter Sanierungsreihenfolge
ED2c	Regelmäßiges Update der energetischen Bewertung der Liegenschaften (Monitoring des Sanierungsbedarfs)

Bei der Vergabe von Bauvorhaben sollen perspektivisch die Gesamtkosten über den Lebenszyklus betrachtet werden. Damit sollen laufende Betriebskosten der Gebäude in die Entscheidungsfindung mit einfließen, um die Kosten- und Energieeinsparung während der Gebäude-nutzung berücksichtigen zu können.

Lebenszyklusbasierte Kostenermittlung als Grundlage der Vergabe von Bauvorhaben

ED3a	Enge Kooperation mit den relevanten staatlichen Stellen zur Einführung einer lebenszyklusbasierten Kostenermittlung für Vergaben im Hochschulbau und Integration als Entscheidungsgrundlage bei der Vergabe von Bau- und Sanierungsvorhaben
------	---

Energiemonitoring

Die Energieversorgung der Gebäude obliegt der Verantwortung der Zentralen Verwaltung für Immobilien der TUM (ZA4). Bisher wird der Strom-, Wärme- und Kälteverbrauch noch nicht im Rahmen eines umfassenden Energiemonitorings objektscharf erfasst. Diese Lücke in der Datenerfassung erschwert die systematische Identifizierung potenzieller Energieeffizienzmaßnahmen. Aktuell haben auch die Nutzerinnen und Nutzer der Gebäude keinen Einblick in ihre individuellen Energieverbräuche.

Seit 2017 erstellt die ZA4, Zentrale Technik jährliche Energiemonitoringberichte für den Campus München, Weihenstephan und die meisten Außenstellen. Diese Berichte fassen die jährlichen Wärme- und Stromverbräuche so weit wie messtechnisch möglich objektscharf zusammen und bilden eine der wichtigsten Datengrundlagen für die THG-Bilanzierung (siehe ☺ Datenerfassung). Allerdings liegt für den größten und energieintensivsten Campus Garching bisher kein objektscharfes jährliches Energiemonitoring in dieser Form vor.

Die Energieversorgung am Forschungscampus Garching wird derzeit in Eigenregie über den Betrieb eines eigenen Heizkraftwerks bewerkstelligt. In zahlreichen Gebäuden in Garching werden die Energieverbräuche, insbesondere die Wärmeverbrauchswerte, nicht objektscharf pro Einheit erfasst, sondern über vereinzelte gemeinsame Messstellen oder die Wärmeübergabestation des Heizkraftwerks gemessen. Die stromseitige Messinfrastruktur am Campus Garching ist im Vergleich zur Wärme bereits in einem deutlich höheren Detailgrad vorhanden und wird dem Klimaschutzmanagement zur Verfügung gestellt.

Aufgrund der unvollständigen der Messinfrastruktur, insbesondere am Campus Garching, und der softwareseitigen Unterstützung für ein ganzheitliches Energiemonitoring, ist weder eine objektscharfe Zuteilung der Energieverbräuche noch die Bildung aussagekräftiger Kennzahlen wie dem spezifischen Wärmeverbrauch pro Quadratmeter Nettoraumfläche der Gebäude für den Vergleich oder die Fortschrittskontrolle möglich.

Potentiale und Projekte

Die Implementierung eines umfassenden Energiemonitoringsystems für alle Campusstandorte ermöglicht eine gezielte Optimierung des Energieverbrauchs und Nutzung von Energieeffizienzpotenzialen durch objektscharfe Erfassung des Strom-, Wärme- und Kälteverbrauchs.

Einführung eines kontinuierlichen und umfassenden Energie Monitorings zur Optimierung und bedarfsgerechten Steuerung der Gebäudetechnik an allen Campus Standorten

ED4a	Implementierung eines Energiemanagements mit adäquater personeller Ausstattung
ED4b	Ausbau der vorhandenen Messinfrastruktur für eine digitale und umfassende Erfassung des Energiebedarfs der Gebäude mit Energie-Dashboard
ED4c	Ausstattung eines Pilotgebäudes in Garching mit umfassender Sensorik zur detaillierten Messung und Analyse des Energieverbrauchs inklusive Dashboard
ED4d	Ausstattung des TUM Campus Straubing mit umfassender Sensorik zur detaillierten Messung und Analyse des Energieverbrauchs inklusive Dashboard

Nutzerverhalten

Auch in den Klimaschutzteilkonzepten aus 2010 wurde die Einbindung und Motivation der Nutzerinnen und Nutzer sowie die Beeinflussung der Nutzerverhaltens als wichtige Komponente für die Realisierung von Energieeinsparpotenzialen bewertet. Derzeit erfolgt nur geringfügig eine aktive Beeinflussung des Nutzerverhaltens hinsichtlich eines bewussten Umgangs mit Energie und Ressourcen. Aufgrund eines fehlenden Energiemonitorings können derzeit die Energieverbräuche nicht übergreifend den jeweiligen Nutzerinnen und Nutzer (z. B. Schools, Lehrstühlen, Instituten) zugeordnet werden.

Ein Energiemonitoring ist daher eine Voraussetzung für die Einbindung der Nutzerinnen und Nutzer. Erst durch eine eindeutige Zuordnung von Verbrauchswerten und der Durchführung einer Erfolgskontrolle können Energieeinsparungen den verschiedenen Nutzerinnen- und Nutzergruppen zugeordnet werden. Eine Beteiligung an möglichen Kostenersparnissen durch Energieeinsparmaßnahmen kann zum energiebewussten Handeln motivieren. Derzeit werden die Energiekosten gesamtheitlich über die Universität abgerechnet und es erfolgt keine interne Leistungsverrechnung des Energieverbrauchs.

Potentiale und Projekte

Aufgrund des eines fehlenden objektscharfen Monitorings liegt aktuell keine ausreichende Datengrundlage vor um konkrete Einsparpotenziale aus Verhaltensveränderungen von Nutzerinnen und Nutzern aussagekräftig quantifizieren zu können. Das Klimaschutzkonzept der TUM kann neben nötigen institutionellen Veränderungen nur mit breiter Unterstützung und Mitwirkung durch individuelle Verhaltensänderungen seitens der Hochschulangehörigen erfolgreich umgesetzt werden. Dies gilt auch im Bereich des Energieverbrauchs. Mit Anreizsystemen, Nudges, Hinweisen auf Verhaltensweisen und vor allem einer hohen Sichtbarkeit sollen die Studierenden und Beschäftigten dazu angeregt werden, Klimaschutz und Energiesparen in ihren Universitätsalltag zu integrieren.

Im Bereich der entsprechenden Kommunikationskampagne soll der TUMCS eine zentrale Rolle im Rahmen einer Pilotphase einnehmen. Dabei sollen die ausgearbeiteten Inhalte im kleinen Rahmen mit den Studierenden und Beschäftigten vor Ort getestet werden, bevor ein Rollout an den anderen Standorten erfolgt.

Einbeziehung der Hochschulgemeinschaft zur Reduktion des Energieverbrauchs

ED5a	Entwicklung einer umfangreichen Kommunikationskampagne zu Energieeinsparmaßnahmen mit den Zielgruppen Studierende und Beschäftigte
ED5b	Evaluation und ggf. sukzessive Einführung einer internen Leistungsverrechnung des Energieverbrauchs zur Sensibilisierung der Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger und Beschäftigten

Finanzierung

Klimaschutzprojekte müssen Großteils aus diversen Haushaltsmitteln finanziert werden. Auch für die TUM gelten spezifische Regelungen für öffentliche Haushalte und Finanzen. Die gesetzlichen und haushaltrechtlichen Bestimmungen lassen eine einfache Refinanzierung durch Energieeinsparungen zum derzeitigen Stand nicht zu. Dies bedeutet, dass aktuell für jedes Projekt eine eigene Finanzierungsmöglichkeit gefunden werden muss und nicht aus den eingesparten Kosten von Energiesparprojekten finanziert werden können.

Potentiale und Projekte

Die bewährte Idee des Intractings zur Förderung von Energieeffizienz besteht seit über zwei Jahrzehnten. Die Universität Kassel implementierte den Ansatz 2017 in ihren Klimaschutzrichtlinien und sammelte von 2017 bis 2019 erste Erfahrungen (Knissel & Ehlert, 2021). Intracting zielt darauf ab, finanzielle und organisatorische Bedingungen zu schaffen, die eine kontinuierliche Steigerung der Energieeffizienz ermöglichen. Das Intracting-Modell ermöglicht es, Maßnahmen durch die erzielten Energieeinsparungen selbst zu finanzieren. Durch eine Anschubfinanzierung für effiziente Maßnahmen und einen eigenständigen Kostenposten in der Universitätsverwaltung, der Einsparungen gutgeschrieben werden, entstehen Möglichkeiten für neue Projekte und weitere Energieeinsparungen.

Finanzierung von Klimaschutzprojekten aus den Einsparungen aus durchgeführten Projekten

ED6a Prüfung von Intracting als Möglichkeit der internen Refinanzierung von Klimaschutzprojekten

TUM Campus Straubing

Dem TUMCS kann im Bereich Energiemonitoring potenziell eine Vorreiterrolle einnehmen und die praktische Implementierung von Maßnahmen zielgerichtet testen. Einerseits hat der Campus eine gut zu überblickende Größe und Anzahl an Gebäuden, andererseits bietet er analog zu den anderen Standorten ebenfalls heterogene Ausgangsbedingungen für den Aufbau eines konsequenten und umfangreichen Energiemonitorings. Bereits jetzt ist eine gebäudescharfe Zuordnung der Wärme- und Stromverbräuche am TUMCS möglich.

Abb. 29 zeigt den absoluten Energiebezug (Strom und Wärme) der Gebäude des TUMCS, sowie deren spezifischen Energiebezug pro m² NRF auf. Gemeinsam mit Abb. 7 betrachtet wird deutlich, wo die größten Differenzen im Energieverbrauch und den Emissionen der Gebäude liegen und damit welche Gebäude besonders viele Energie aus regenerativen Quellen beziehen. So weist das Labor- und Bürogebäude der SG16 einen höheren absoluten und spezifischen Energiebezug als das vergleichbare Gebäude der US53 auf. Allerdings verzeichnet die US53 deutlich höhere absolute und spezifische THG-Emissionen als die SG16 (Abb. 7), was an dem Einsatz von Erdgas als Energieträger liegt. Das Beispiel zeigt auf, dass der größte Handlungsbedarf zur Reduktion der THG-Emissionen am TUMCS beim Betrieb der US53 liegt, wie auch in Projekt ☺ ES1d im Kapitel ☺ Energieversorgung dargelegt.



Abb. 29: Energiebezug und spezifischer Energiebezug der Gebäude des TUMCS

Zur weiteren Verbesserung des Energiemonitorings am TUMCS sind bereits Vorbereitungen für den Aufbau einer einheitlichen Gebäudeleittechnik (GLT) für drei Gebäude (SG22a, PG18 und US53) getroffen worden, über die, wie in Projekt ED4d beschrieben ein übergreifendes Energiemonitoring inklusive Dashboard aufgebaut werden wird. Dabei sollen alle großen Energieverbraucher der Gebäudetechnik als Einzelverbraucher erfasst werden. Bisher lassen sich TUM-weit keine Aussagen dazu treffen, welche Energieströme auf Wärmepumpen, Kälte- und Lüftungsanlagen, etc. entfallen. Diese sind entweder in den Stromverbräuchen oder erzeugten Wärmemengen enthalten, aber nicht gesondert auswertbar. Der Aufbau des Energiemonitorings am TUMCS soll diese erstmalig erfassen und kann nach anschließender Optimierung dazu dienen, für die verschiedenen Gebäude-Typen und Nutzungsarten Referenzwerte für einen optimierten Gebäudebetrieb zu erstellen.

Perspektivisch sollen alle Gebäude am TUMCS in das einheitliche Energiemonitoring integriert werden und über ein Dashboard überwachbar und auswertbar sein. Dabei stellt die Vielfalt und das unterschiedliche Alter der verbauten Anlagen und GLT, eine Herausforderung im Aufbau des Systems dar. Ein erfolgreicher Zusammenschluss dieser diversen Systeme im überschaubaren Rahmen am TUMCS kann im Anschluss als Orientierung und Vorbild für die anderen Standorte dienen.

4.3 Mobilität

Innerhalb des Transformationsfelds Mobilität liegen die Schwerpunkte auf Dienstreisen, Alltagsmobilität und den Studierenden, die die TUM für einen Auslandsaufenthalt temporär verlassen („Student Outgoing“). Die Quantifizierung der Einsparpotentiale innerhalb dieses Transformationsfelds ist aufgrund der unzureichenden Datengrundlage insbesondere innerhalb der Alltagsmobilität, der bedingt durch die Corona-Effekte noch begrenzten Aussagekraft der Dienstreiseemissionen sowie Student Outgoing Emissionen sowie den Unsicherheiten aus den getroffenen übergeordneten Annahmen (siehe Kapitel 3.4) nur schwer abzuschätzen. Daher wird innerhalb dieses Kapitels davon abgesehen die Potenziale mit quantitativen Emis-

sionseinsparungen zu beziffern und es wird sich auf eine qualitative Beschreibung der Potentiale beschränkt. Mit der Wirksamkeitskontrolle der Projekte können konkreten Einsparungen im Nachgang zur Umsetzung quantifiziert werden so bald verlässliche Basisdaten für ein Referenzjahr (voraussichtl. 2023) vorliegen.

Dienstreisen & Fuhrpark

Als international vernetzte Universität ist die TUM auf die Kooperation und den Austausch mit internationalen Partnern angewiesen. Die Teilnahme an Konferenzen und Durchführung internationaler Projekte spielt für Forschende auf allen Karrierestufen eine bedeutende Rolle. Gleichzeitig verursachen Emissionen aus Dienstreisen einen signifikanten Anteil der gesamten Emissionen der THG-Bilanz der TUM, wobei wiederum ein Großteil auf dienstliche Flugreisen zurückgeht (Abb. 30). Dies inkludiert auch die für Scope 1 relevanten Emissionen des Fuhrparks, welche dem Bereich Dienstreisen zugeordnet werden. Gegenüber 1.622 t CO₂e im Jahr 2021 wurden im Jahr 2022 im Bereich der Dienstreisen 6.517 t CO₂e ausgestoßen. Dies ist in etwa viermal so viel wobei dies auf die Reisebeschränkungen im Zusammenhang mit der Covid-Pandemie zurückzuführen ist.

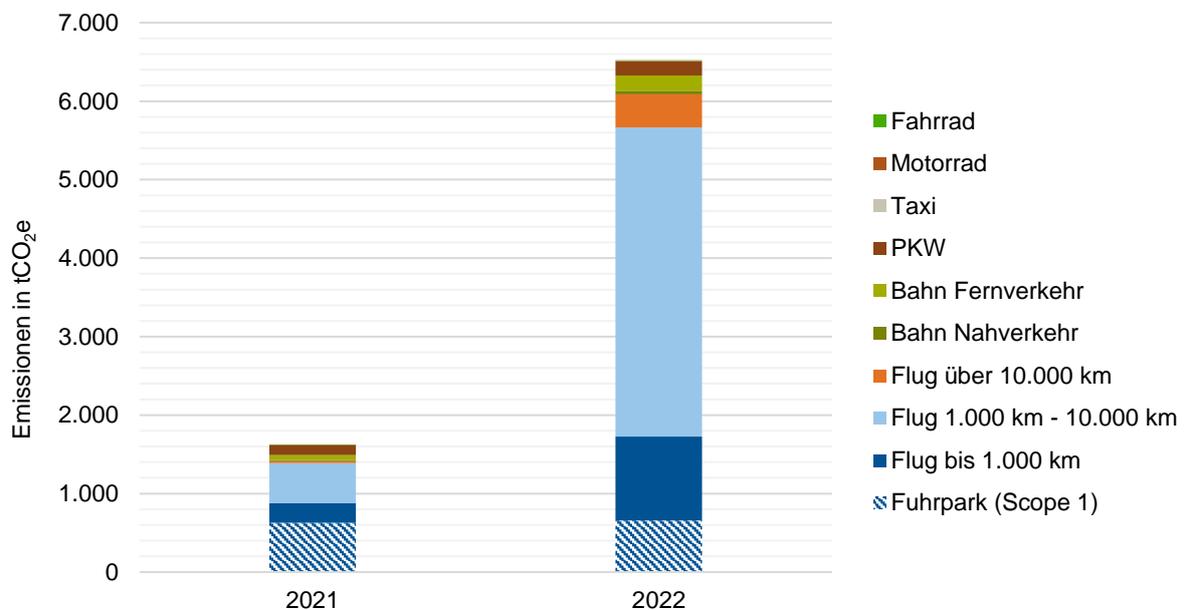


Abb. 30: THG-Emissionen aus Dienstreisen 2021 und 2022

Der größte Anstieg ist dabei im Bereich der Flugreisen (Mittelstrecke) zu verzeichnen (Tab. 28). Eine weiter steigende Tendenz wird für das Jahr 2023 erwartet.

Tab. 28: Fluganzahl und -strecke 2021 und 2022

Kategorie	Fluganzahl 2021	Flugstrecke 2021 [km]	Fluganzahl 2022	Flugstrecke 2022 [km]
Bis 1.000 km	769	469.903	2.976	1.926.576
1.000 km – 10.000 km	594	2.163.665	3.986	16.363.559
Über 10.000 km	10	105.016	160	1.807.077
Gesamt	1.373	2.738.584	7.122	20.097.212

Die Grundlage für alle dienstlichen Reisen ist das Bayerische Reisekostengesetz (BayRKG) sowie für Auslandsdienstreisen auch die Bayerische Auslandsreiseverordnung (BayARV) und weitere zu beachtende rechtliche Bestimmungen.

Flugreisen sind aufgrund der Bayerischen Klimaschutzoffensive möglichst zu vermeiden und es ist bevorzugt auf andere, umweltverträglichere Verkehrsmittel auszuweichen. Entsprechend wurden die VV-BayRKG bereits dahingehend angepasst, dass bahnnutzungsbedingte Mehrkosten auch dann als Reisekosten ersetzt werden können, wenn bei einer alternativen Flugnutzung niedrigere Kosten anfallen würden (vgl. 3.2.1 VV-BayRKG). Daneben sind auch gegebenenfalls höhere Tagegelder und Übernachtungskosten erstattungsfähig. Bei der Wahl des Verkehrsmittels sollen die dienstlichen Erfordernisse, die fürsorgerechtlichen Aspekte, die Kosten sowie die Umweltauswirkungen im Einzelfall berücksichtigt werden. Flugreisen, sowie Dienstreisen mit dem eigenen PKW müssen außerdem immer gesondert begründet werden. Letztere sind darüber hinaus nur unter bestimmten Umständen vollständig erstattungsfähig.

Der universitätseigene Fuhrpark liegt im direkten Einfluss der TUM und ihren zugehörigen Instituten. Die Fahrzeuge des Fuhrparks haben überwiegend einen Verbrennungsmotor und werden dezentral an den verschiedenen TUM-Standorten durch die einzelnen Einheiten verwaltet. Damit ist es derzeit nicht möglich Fahrzeuge und ihre Fahrdaten zentral zu monitoren. Gegenüber dem StMWK besteht jedoch eine jährliche Berichtspflicht des zahlenmäßigen Bestands an Fahrzeugen sowie diverser Schadstoffwerte. Bisher ist eine vollständige Feststellung des Fahrzeugbestandes der TUM sehr herausfordernd.

Nach den Vorgaben des Haushaltsgesetzgebers (Bayerischer Landtag) sind Erst- und Ersatzbeschaffungen von Dienstfahrzeugen auf das unabweisbar Notwendige zu beschränken und es ist dabei auf den Abbau des staatlichen Kraftfahrzeugbestandes hinzuwirken (vgl. Haushaltsvollzugsrichtlinien Bayern, HvR 2023 4.15.1¹⁷). Neuanschaffungen zu Lasten staatlicher Haushaltsmittel sind deshalb nur zulässig, wenn gleichzeitig ein Fahrzeug ausgesondert wird. Bei der Beschaffung sind diverse Kriterien hinsichtlich der Abgasnorm (mind. Euro 6), der Motorhöchstleistungen und vorgegebenen Höchstbeträge vorgeschrieben. Für die Beschaffung von Elektro- und Hybridfahrzeugen sind ebenfalls die haushaltsrechtlichen Voraussetzungen zu beachten.

Potentiale und Projekte

Trotz dieser bestehenden Bestimmungen werden die THG-Emissionen bei der Wahl des Verkehrsmittels für die Dienstreise zumeist noch nicht berücksichtigt. Insbesondere für Kurzstrecken besteht die Möglichkeit mit hinreichender Begründung z. B. einen Flug der Bahn vorzuziehen. Es gilt, die Emissionen systematisch zu reduzieren und der Bereitschaft zur Nutzung von Alternativen zu Flugreisen entgegenzukommen. Dazu gehört als Grundlage die Entwicklung einer TUM Travel Policy (Dienstreiserichtlinie) um innerdeutsche Flugreisen sowie in-nereuropäische Flugreisen unter einer zu definierenden Grenze (Reisestrecke und Reisedauer) auf ein Minimum zu reduzieren und nur in begründeten Ausnahmefällen genehmigt zu bekommen.

Die Thinking Green-Initiative des TUM Global & Alumni Office zeigt derzeit beispielhaft Reisen von Studierenden, die sich intensive Gedanken zu umweltfreundlichem Reisen im Rahmen ihrer Auslandsaufenthalte gemacht haben. Es gilt die TUM-Community weiter für klimafreundliche Dienstreisen zu sensibilisieren und konkrete Maßnahmen zur Reduzierung der Klimaauswirkungen zu fördern und kommunizieren. Dafür sollen Entscheidungshilfen für die Wahl

¹⁷ https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayVV_6320_F_13759

des Verkehrsmittels und eine Travel Policy entwickelt werden. Die Thinking Green-Initiative soll dabei von den studentischen Auslandsreisen auch auf Dienstreisen der Beschäftigten ausgeweitet und ergänzt werden.

Signifikante Reduzierung der dienstreisebedingten Treibhausgasemissionen

- | | |
|-----|--|
| M1a | Entwicklung einer TUM Travel Policy und eines Sets an Push- und Pull-Maßnahmen für nachhaltigere Dienstreisemobilität |
| M1b | Ausbau der Thinking Green-Initiative zur Kommunikationskampagne zur Steigerung des Bewusstseins für nachhaltigere Dienstreisen |

Die Zentralisierung und digitale Erfassung des Fahrzeugbestandes, der Verbrauchswerte und der Auslastung der vorhandenen Dienstfahrzeuge insbesondere auch mit dem Ziel der gemeinsamen Nutzung soll der Verbesserung des Monitorings von Fahrzeugen und Fahrzeugdaten dienen. Auf dieser Basis kann eine Fuhrparkanalyse zeigen, wo sich Einsparpotenziale ergeben können. Außerdem soll perspektivisch ein Fuhrparkmanagement in Form einer zentralen Stelle eingeführt werden, welches den TUM-Fuhrpark und dessen Umweltauswirkungen vollständig erfassen und überwachen kann. Eine schrittweise Umstellung des Fuhrparks auf Elektromobilität bzw. alternative emissionsfreie/-arme Antriebstechnologien wird aktiv von der TUM verfolgt. Dabei sollen bei allen Neuanschaffungen primär, im Rahmen der rechtlichen und technischen Möglichkeiten, elektrifizierte Fahrzeuge bzw. Fahrzeuge mit alternativen Antrieben beschafft werden. Die Beschaffung von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor soll nur mit ausreichender Begründung erfolgen können.

Signifikante Reduzierung der Treibhausgasemissionen des TUM-Fuhrparks

- | | |
|-----|--|
| M2a | Aufbau eines zentralen und digitalen Systems zur kontinuierlichen Erfassung aller Fahrzeuge und Verbrauchsdaten im Fuhrpark der TUM |
| M2b | Dekarbonisierung des Fuhrparks durch Einsatz alternativer Antriebstechnologien entsprechend der wirtschaftlichen und technischen Möglichkeiten und Erfordernisse |

Alltagsmobilität

Für die Startbilanz 2021 lagen keine Daten zur Alltagsmobilität vor. Unter Alltagsmobilität werden im Rahmen des Klimaschutzkonzepts die Wege zu und von den TUM-Standorten durch Beschäftigte und Studierende verstanden. Aus diesem Grund wurden Mitte 2023 zwei einschlägige Lehrstühle damit beauftragt, eine Mobilitätsbefragung durchzuführen. Es wurde davon abgesehen nachträglich Daten für 2021 zu sammeln, da dies mit erheblichen Unsicherheiten behaftet wäre und das Jahr zudem noch unter dem Einfluss der Corona-Pandemie stand. Diese Erhebung legt die Grundlage für ein langfristig geplantes Monitoring, fließt in die zukünftige THG-Bilanzierung (ab Bilanzierungsjahr 2023) ein und schafft die benötigte Datengrundlage für ein zielgerichtetes und effizientes Vorgehen bzgl. nachhaltiger Mobilitätslösungen an der TUM.

An der Umfrage nahmen etwa 10 % aller TUM-Angehörigen teil. Die hochgerechneten THG-Emissionen der Alltagsmobilität für alle Beschäftigten und Studierenden an der TUM für das Jahr 2023 betragen insgesamt 28.967 t CO₂e (Tab. 29).

Tab. 29: THG-Emissionen der Alltagsmobilität im Jahr 2023

Standort	THG-Emissionen	Einheit
Garching	13.508	t CO ₂ e
München ¹⁸	9.254	t CO ₂ e
Weihenstephan	4.733	t CO ₂ e
Straubing	484	t CO ₂ e
Außenstellen	989	t CO ₂ e
Gesamt	28.967	t CO₂e

Berechnungsgrundlage für die THG-Emissionen und übergeordneter Orientierungsrahmen für die künftige Entwicklung zielgerichteter Maßnahmen ist der Modal Split der Alltagsmobilität der TUM-Angehörigen. Der Modal Split wird einerseits über Anzahl bzw. Anteile der mit unterschiedlichen Verkehrsmitteln zurückgelegten Wege (Abb. 31a und Abb. 32) und andererseits entsprechend der mit den unterschiedlichen Verkehrsmitteln zurückgelegten Distanzen (Abb. 31b und Abb. 33).

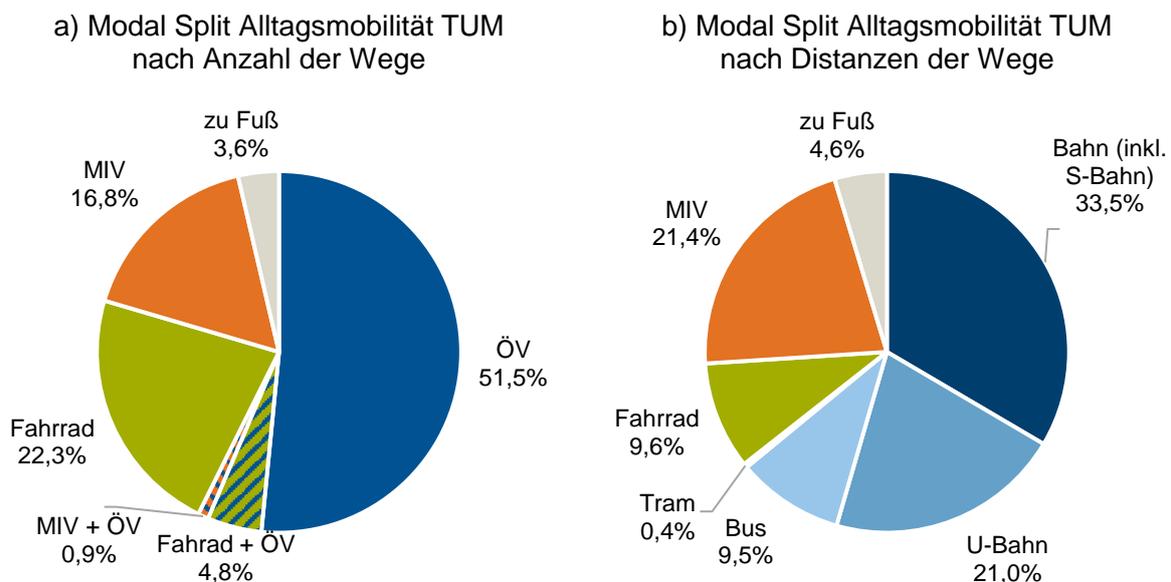


Abb. 31: Modal Split nach Wegen und Distanzen; TUM gesamt 2023

¹⁸ Der Standort München inkludiert für die Alltagsmobilität alle Standorte innerhalb Münchens und nicht nur das Stammgelände (Campus München). In der Gesamtbilanz werden die Standorte innerhalb Münchens unter den Außenstellen zusammengefasst (siehe S. 20). Eine einheitliche Betrachtung der Bilanzgrenzen soll in Zukunft erfolgen.

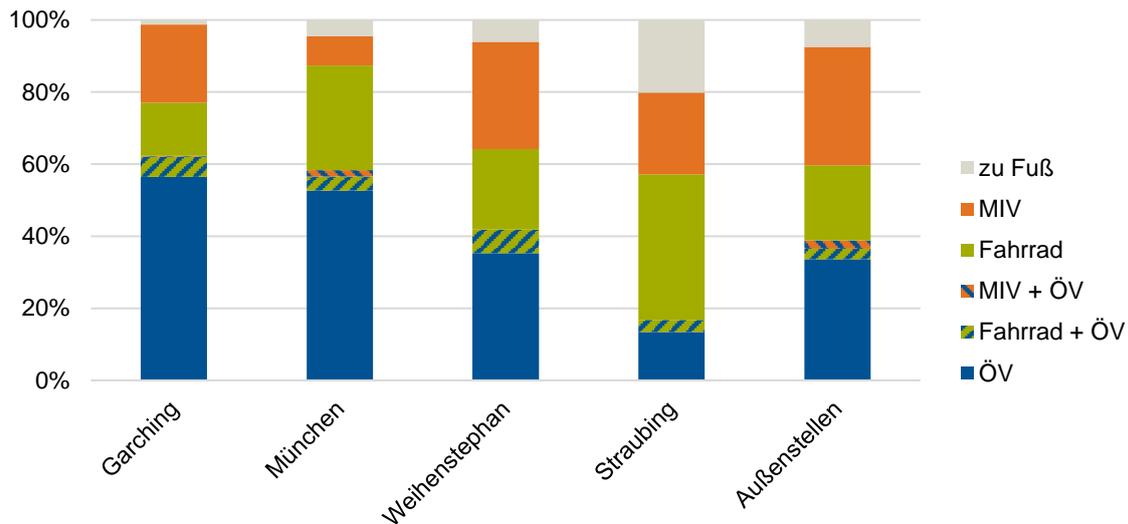


Abb. 32: Modal Split nach Anzahl der Wege und Standorten 2023

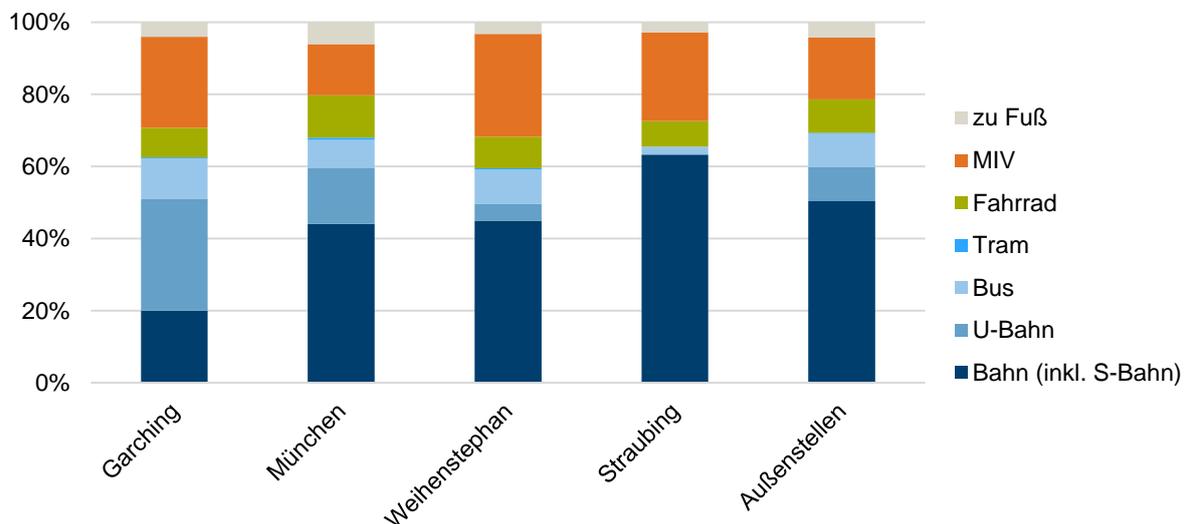


Abb. 33: Modal Split nach zurückgelegten Distanzen und Standorten 2023

Die folgenden ersten Erkenntnisse können (Stand der Analyse 02/2024) abgeleitet werden. Insbesondere eine Analyse nach Personengruppen (z. B. Beschäftigte, Studierende) lässt weiter differenzierte Ergebnisse erwarten.

- Mehr als die Hälfte der TUM-Angehörigen reist mit dem Öffentlichen Verkehr (ÖV) zum Arbeits-/Studienort an und ab. Die damit zurückgelegte Distanz haben einen noch höheren Anteil von etwa 2/3 der Gesamtdistanz, wobei dieser Anteil über die Standorte hinweg ähnlich ist.
- Intermodalität (Park+Ride, Bike+Ride) spielt derzeit nur eine untergeordnete Rolle bzgl. des Anteils der Wege und könnte gewisse Potenziale für eine nachhaltigere Mobilität haben.
- Der Modal Split der unterschiedlichen Standorte spiegelt die jeweilige Verfügbarkeit von Verkehrsmitteln - / Infrastruktur anschaulich wider.

Potentiale und Projekte

Auf Basis der Mobilitätsumfrage werden Mobilitäts- und/oder Mobilitätsmanagementkonzepte für die verschiedenen TUM-Standorte entwickelt, um eine nachhaltige Mobilität zu ermöglichen, die Erreichbarkeit zu verbessern und Mobilitätsgerechtigkeit sicherzustellen. Für die Umsetzung von zielgerichteten Projekten ist die Etablierung eines Mobilitätsmanagements erforderlich. Dazu wurde Ende 2023 gemeinsam und unter Projektleitung des Sustainability Office mit dem Lehrstuhl für Verkehrstechnik und dem Lehrstuhl für Siedlungsstruktur und Verkehrsplanung ein Förderantrag für die das Vorhaben eines Partizipativen Reallabor für innovatives Mobilitätsmanagement mit App-basierten Anreizen (PRIMA) innerhalb des Förderbereichs für Betriebliches Mobilitätsmanagement beim Bundesamt für Logistik und Mobilität eingereicht. Das Vorhaben soll die Rahmenbedingungen der Nutzung nachhaltiger Mobilitätsoptionen für Beschäftigte und Studierende der TUM verbessern. Dabei sollen unterschiedliche anreizbasierte Interventionen die Attraktivität von Alternativen zur Nutzung des motorisierten Individualverkehrs für Wege zu und von den TUM-Standorten erhöhen.

Die Möglichkeit für mehr mobiles Arbeiten ermöglicht es den Beschäftigten Wege zur Arbeit einzusparen, insbesondere wenn diese sehr lang/weit und/oder umständlich sind.

Signifikante Reduzierung der Treibhausgasemissionen der Pendelmobilität

- | | |
|-----|---|
| M3a | Etablierung eines Mobilitätsmanagements zur Umsetzung zielgerichteter Projekte für eine nachhaltigere Pendelmobilität |
| M3b | Förderung von flexiblen Arbeitszeitmodellen und mobilem Arbeiten |

Das Angebot für klimafreundliche Mobilität soll an den TUM-Standorten weiter ausgebaut werden, um das motorisierte Verkehrsaufkommen zu reduzieren. Eine durch Fahrradständer oder/und Fahrradparkhäuser verbesserte Radinfrastruktur soll das Fahrradfahren für Pendelnde attraktiver machen. Dafür sollen die über die Kommunalrichtlinie zur Verfügung stehenden Fördermittel des Bundes genutzt werden. Die mögliche Förderung umfasst neben den Radabstellanlagen auch Überdachung inklusive Beleuchtung, Netzanschluss, Schließfächer mit Standardsteckdosen, und SB-Servicestationen. Außerdem sind auch netzautarke Photovoltaikanlagen auf der Überdachung mit Stromspeicher (Inselanlagen) förderfähig.

Steigerung der Fahrradnutzung am Campus zur Reduktion von motorisiertem Verkehr

- | | |
|-----|---|
| M4a | Ausbau der Fahrradabstellanlagen und/ oder –parkhäusern und Steigerung der Fahrradfreundlichkeit der Campus |
|-----|---|

Student-Outgoing

In dieser Kategorie werden Emissionen erfasst, die durch die An- und Abreise zu/von Auslandsaufenthalten der Studierenden entstehen. In Abb. 34 sind die durch die Austauschprogramme ERASMUS und TUM-Exchange verursachten THG-Emissionen des Jahres 2021 sowie 2022 abgebildet. Die Daten für das Jahr 2022 konnten im Zuge der Datensammlung bereits frühzeitig vollständig erhoben und ausgewertet werden. Wie zu erwarten, ist deutlich zu erkennen, dass im Jahr 2021 bedingt durch Reisbeschränkungen aufgrund der Covid-Pandemie deutlich weniger Austauschaufenthalte stattgefunden haben. Gegenüber 1.584 t CO₂e im Jahr 2021 wurden im Jahr 2022 im Bereich der Student Outgoings 3.439 t CO₂e ausgestoßen.

Dies ist in etwa doppelt so viel wie im Jahr 2021. Der größte Anstieg ist dabei im Bereich der Flugreisen (Mittelstrecke) zu verzeichnen. Eine weiter steigende Tendenz wird für das Jahr 2023 erwartet.

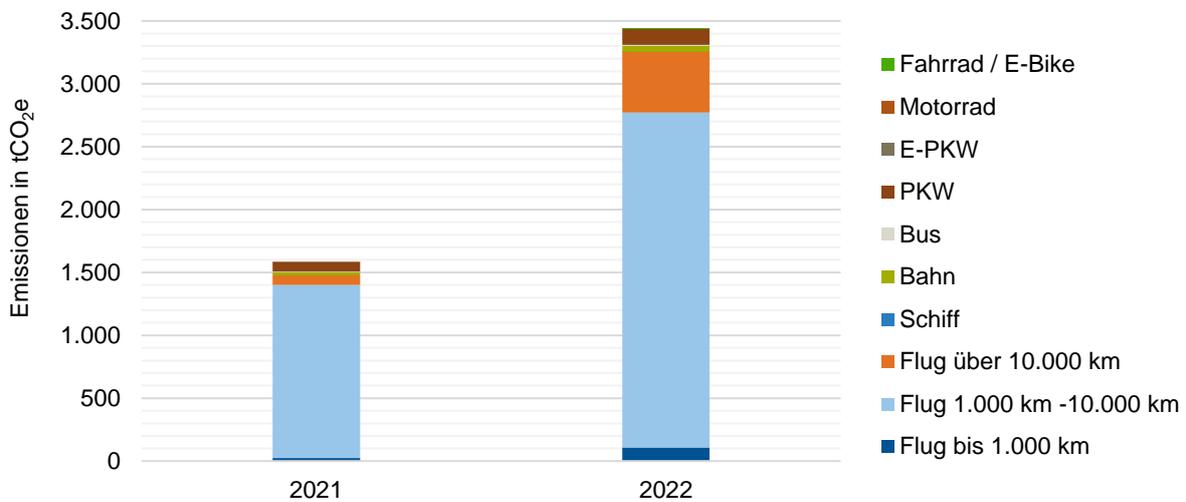


Abb. 34: THG-Emissionen der Student Outgoing Reisen 2021 und 2022

Potentiale und Projekte

Das TUM Global & Alumni Office beschäftigt sich schon seit einiger Zeit mit den klimaschädlichen Auswirkungen der Auslandsreisen der Studierenden. Die Thinking Green-Initiative des TUM Global & Alumni Office zeigt als Kommunikationskampagne Reisen von Studierenden, die sich intensive Gedanken zu umweltfreundlichem Reisen im Rahmen ihrer Auslandsaufenthalte gemacht haben, als good practice Beispiele. In Form von Reiseberichten werden die Geschichten der Reisenden für andere Studierende erzählt und sollen vermitteln, wie umweltbewusstes Reisen auch im Auslandssemester möglich ist und dadurch sogar der Erlebniswert erhöht werden kann. Im Rahmen des ERASMUS-Programms erfolgt zudem eine finanzielle Incentivierung nachhaltigen Reisens. Um möglichst viele Studierende zu umweltbewusstem Reisen zu motivieren, werden ausgesuchte Stories mit dem Erasmus+ Award prämiert. Das dazugehörige Projekt ist unter der Kategorie Dienstreisen (☺ M1b) mit aufgeführt und wird innerhalb dieser weiterentwickelt.

4.4 Ressourcenverbrauch und –effizienz

Auch innerhalb dieses Transformationsfeldes wird von quantitativen Aussagen zu möglichen Einsparpotentialen aufgrund der unzureichenden Datengrundlage und auf Basis von ausschließlich auf Annahmen getroffenen Abschätzungen verbundenen hohen Unsicherheiten, abgesehen. Das Kapitel beschränkt sich auf eine qualitative Beschreibung der Potentiale und geplanten Aktivitäten.

Beschaffung

Die Herausforderung des Beschaffungswesens an der TUM liegt in der dualen Struktur, die eine zentrale und direkt beeinflussbare sowie eine dezentrale und daher nur sehr eingeschränkt steuerbare Beschaffung von Produkten und Dienstleistungen umfasst. Bislang wur-

den nur vereinzelt konkrete Nachhaltigkeitskriterien für die Beschaffung an der TUM festgelegt. Der Datenbestand und das Monitoring weisen aufgrund der dezentralen Beschaffung erhebliche Lücken auf, bspw. im Hinblick auf den Papierverbrauch, der momentan nicht zentral erfasst wird. Aktuell ersetzt die TUM im Zuge ihrer Digitalisierungsstrategie das aktuelle SAP-System und plant in diesem Zusammenhang die Beschaffungsprozesse zunehmend zu digitalisieren und verstärkt zu zentralisieren. Hinsichtlich der Weitergabe nicht mehr benötigter Gegenstände existieren zwei Systeme: der TUM-Basar und das bayernweite Behördennetz "eGon". Diese sind jedoch nur wenigen Beschäftigte bekannt und bieten im myTUM-Portal einen eingeschränkten Bedienkomfort.

Der Bereich der Veranstaltungen¹⁹ kann bislang nicht ausreichend von Seiten der TUM bilanziert werden, da die notwendige Datengrundlage fehlt. Die mit Veranstaltungen verbundenen direkten (Scope 1) und indirekten energiebedingten (Scope 2) Emissionen des Energieverbrauchs werden bei Veranstaltungen in den eigenen Räumlichkeiten mit abgedeckt. Daher entstehen in dieser Kategorie für die TUM nur zusätzlich durch die An- und Abreise der Gäste und Beschaffung von Materialien und/oder dem Catering zusätzlich Scope 3 Emissionen. Die Wesentlichkeit dieser Emissionen kann bislang nicht ausreichend bewertet werden.

Potenziale und Projekte

Aufgrund der noch bevorstehenden Umstellung des Beschaffungssystems und bislang unzureichenden Datengrundlage können keine konkreten Einsparpotenziale im Bereich Beschaffung quantifiziert werden.

Die Erarbeitung von Handreichungen und Vorgaben für nachhaltige Beschaffung soll durch das TUM Sustainability Office gemeinsam mit der Zentralen Vergabeberatung der ZA5, Legal Office vorangetrieben werden, mit dem Ziel, diese in die Vergabeberatung zu integrieren. Dies dient dazu, Beschafferinnen und Beschaffer das notwendige Wissen zu vermitteln und Nachhaltigkeitskriterien in die Vergabeprozesse zu integrieren. Parallel dazu wird eine stufenweise Zentralisierung und Digitalisierung geeigneter Beschaffungsprozesse im Zuge der Digitalisierungsstrategie angestrebt, wobei auch hier besonderes Augenmerk auf Nachhaltigkeitskriterien gelegt wird. Die kontinuierliche Erweiterung der in der THG-Bilanz berücksichtigten Waren und Güter (Scope 3) ist dabei ein integraler Bestandteil, um Umweltauswirkungen umfassend zu erfassen.

Die Weiterverwendung von Gegenständen durch den TUM-Basar und eGon reduziert Neuananschaffungen, fördert die Kreislaufwirtschaft und reduziert Abfall. Die Integration in ein digitales Tool im Zuge der Digitalisierungsstrategie soll die Zugänglichkeit verbessern, während eine Erweiterung zur gemeinsamen Nutzung von Gegenständen die Ressourcennutzung optimiert.

Als Handreichung für Veranstaltungen wurde bereits die Entwicklung eines Green Event Guidebooks begonnen. Das Guidebook soll klare Richtlinien, Ressourcen und Checklisten für die Planung und Durchführung nachhaltiger Veranstaltungen an der TUM bieten. Die daraus abgeleitete Green Event Policy soll strategisch gestaltet werden, indem sie die Verpflichtung der TUM zur Nachhaltigkeit in Veranstaltungen festhält und konkrete Ziele sowie Kriterien für Green Events definiert. Die Umsetzung dieser Maßnahmen wird durch ein Ökobilanzierungstool unterstützt, das das Monitoring der Umweltauswirkungen von Veranstaltungen ermöglicht.

¹⁹ Unter Veranstaltungen sind durch die TUM ausgerichtete Konferenzen, Tagungen, hochschulinterne Feiern und Veranstaltungen wie der TUM Sustainability Day oder Dies Academicus, studentische Großveranstaltungen wie das GARNIX und TUNNIX, etc. zu verstehen.

Treibhausgaseinsparungen in der Beschaffung

R1a	Erarbeitung von Handreichungen und Vorgaben für nachhaltige Beschaffung und Integration in die Vergabeberatung
R1b	Stufenweise Zentralisierung und Digitalisierung geeigneter Beschaffungsprozesse unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitskriterien und kontinuierliche Erweiterung der in der Treibhausgasbilanz berücksichtigten beschafften Waren und Güter (Scope 3)
R1c	Modernisierung der Plattform für Tausch vorhandener Ressourcen und Erweiterung um Sharing Funktionen
R1d	Entwicklung eines Green Event Guidebooks und Erarbeitung einer Green Event Policy inklusive Monitoring durch ein Ökobilanzierungstool für Veranstaltungen

Abfall

Das Abfallmanagement der TUM zeichnet sich durch ein einheitliches und klar strukturiertes Abfallsammelsystem mit Recyclingstationen aus, das derzeit jedoch ausschließlich außerhalb der Alltagsabfälle standortübergreifend implementiert ist. Dieses System besteht aus Behältern für die Sammlung nicht gefährlicher Abfälle mit farbcodierten Deckeln, deren Gestaltung an allen Standorten der TUM einheitlich ist. Dadurch wird sichergestellt, dass sowohl Beschäftigte als auch Studierende an allen Standorten auf die gleichen Gegebenheiten treffen. Die Beschriftung der Behälter wurde im Einklang mit dem Corporate Design der Universität abgestimmt, um eine konsistente visuelle Identität zu gewährleisten. Die Abfallsammlung in den Gebäuden für Alltagsabfälle (Restmüll, Papier, Kunststoffe, Bioabfall in Räumen und Gängen) obliegt dem jeweils zuständigen Gebäudemanagement oder externen Gebäudedienstleistern. Der derzeitige Entsorgungsleitfaden²⁰ konzentriert sich vorrangig auf Abgabestellen, insbesondere Wertstoffinseln, die für Elektro- und Elektronikschrott sowie Sonderabfälle vorgesehen sind. Dieser Leitfaden enthält detaillierte Informationen zu den Standorten der Wertstoffinseln, einschließlich Zugänglichkeiten, Öffnungszeiten und Lageplänen.

Wie in Kapitel 2.1 angemerkt, können Daten über die Mengen an angefallenen Abfällen für das Jahr 2021 nicht rückwirkend bereitgestellt werden. Eine Erfassung der angefallenen Abfallmengen pro Jahr ist ab 2024 mit den neu geschlossenen Verträgen mit den Entsorgungspartnern möglich.

Potenziale und Projekte

Um eine ganzheitliche und effiziente Abfallbewirtschaftung zu gewährleisten, soll die Implementierung des einheitlichen Abfallsammelsystems auch innerhalb der Gebäude in Betracht geprüft werden. Eine Umsetzung kann dazu beitragen, die Transparenz und Zugänglichkeit für alle Nutzer weiter zu verbessern und eine umfassende Abfalltrennung zu fördern. Es wäre ratsam, die Zusammenarbeit zwischen dem internen Gebäudemanagement, externen Gebäudedienstleistern und anderen relevanten Akteuren (Studierende, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler) zu stärken, um eine nahtlose Integration und Pflege dieses Systems zu gewährleisten.

Abfallvermeidung und -trennung im Arbeits- und Studienalltag

R2a	Umsetzung des vorgesehenen einheitlichen Mülltrenn- und Sammelsystems in den Gebäuden an allen TUM-Standorten mit Mapping der Wertstoffinseln und Kommunikationskampagne
-----	--

²⁰ <https://collab.dvb.bayern/display/TUMhr6/Entsorgungsleitfaden>

Arbeitsalltag

Bislang gibt es keine umfassende und ganzheitliche Strategie für einen ressourceneffizienten Arbeitsalltag an der TUM. Auf studentischer Ebene tragen das studentische Referat für Umwelt und die TUM Green Offices bereits in vielen Bereichen zu einem nachhaltigeren (Studien-)Alltag bei. Auch im Bereich der Arbeitsplätze und Labore gibt es viele individuelle Bestrebungen zu einem ressourceneffizienterem Arbeitsalltag, die es in Zukunft zu bündeln und auszuweiten gilt. Die Digitalisierungsstrategie zielt dabei bereits auf Effizienzsteigerungen innerhalb der Verwaltungsprozesse ab. Diese ist im nächsten Unterkapitel dargestellt.

Auch die Möglichkeit der Nutzung von flexiblen Arbeitsplätzen an der TUM zur effizienten Nutzung von Flächen und möglichen Energieeinsparung ist derzeit unzureichend erfasst und lediglich vereinzelt umgesetzt.

In den vielfältigen Laboren, einem emissionsintensiven Bereich, fehlen bislang eine TUM-weite Erfassungen zu Energie- und Materialverbräuchen. Der Energieverbrauch ist zwar im Gesamtenergieverbrauch abgebildet, kann aber nicht für die Labore oder Verbraucher ausgewiesen werden. Einzelne Initiativen existieren bereits, jedoch besteht Bedarf an zentralen Informationen und Maßnahmen zur Förderung von Nachhaltigkeit und Klimaschutz in den Laboren.

Potenziale und Projekte

Über die Erarbeitung von Handlungsempfehlungen für den Arbeitsalltag können potenziell Ressourcen und THG-Emissionen durch die Nutzung digitaler Dokumente, Abfallvermeidung, Mülltrennung, Energiebewusstsein und die Reduktion von Neuanschaffungen innerhalb der TUM eingespart werden. Eine umfassende Kommunikationskampagne ist erforderlich, wobei die Green Offices und das Studentische Referat für Umwelt eine Schlüsselrolle spielen können.

Darüber hinaus zielt die Einführung von flexiblen Arbeitsplätzen darauf ab Flächen, Energie und Emissionen (Pendelverkehr, Emissionen aus der Beheizung) einzusparen. Hierbei soll das Potential und die Umsetzbarkeit gemeinsamer genutzter Arbeitsplätze (Shared Desktops) geprüft werden. Die technische, organisatorische und soziale Machbarkeit erfordert eine umfassende Analyse und Pilotierung.

Insgesamt bieten die geplanten Maßnahmen die Möglichkeit, Ressourceneffizienz zu steigern, THG-Emissionen zu reduzieren und eine nachhaltige Arbeitsumgebung an der TUM zu schaffen.

Ressourceneffizienter Arbeitsalltag an der TUM

R3a	Erarbeitung von Handlungsempfehlungen für einen ressourceneffizienten Arbeitsalltag
R3b	Förderung von flexiblen Arbeitsplätzen an der TUM zur Reduktion des Platz- und Ressourcenbedarfs
R3c	Pilotprojekt zu Zertifizierungsprogrammen für effizientere und nachhaltigere Labore am TUM Campus Straubing und ggf. sukzessiver Rollout für die ganze TUM

IT-Infrastruktur

Ein Großteil der Verwaltungsprozesse läuft derzeit analog oder nur teildigitalisiert. Mit ihrer Digitalisierungsstrategie setzt die TUM im Bereich des Betriebs und der Verwaltung darauf die betrieblichen und administrativen Prozesse der gesamten TUM zu optimieren, und effizient und

umweltfreundlich zu gestalten. Dazu hat sich die TUM entschlossen im Rahmen der übergreifenden IT-Strategie zu einer papierlosen Verwaltung überzugehen. Die Umstellung soll Arbeitsabläufe vereinfachen, Fehler reduzieren und zu einem nachhaltigen und umweltbewussten Campus beitragen²¹.

Hinsichtlich der Server-Kapazitäten der TUM existiert derzeit eine Vielzahl größerer und kleinerer dezentraler Server und Recheneinheiten (mit Speicherkapazitäten, CPUs und GPUs), verteilt auf die verschiedenen TUM-Standorte. Die Nutzung der eigenen dezentralen Server an den TUM-Standorten ist im Gesamtenergieverbrauch der TUM enthalten, kann aber derzeit noch nicht explizit ausgewiesen werden. Neben den dezentralen Recheneinheiten stehen der TUM auch verschiedene Hochleistungsrechner des LRZ zur Verfügung. Die TUM hatte 2021 bereits 7 % Anteil an der Nutzung des SuperMUC-NG und 54,4 % am Linux-Cluster am LRZ. Die outgesourceten Rechenleistung und damit verbunden Emissionen können bislang nicht der THG-Bilanz inkludiert werden. Insbesondere am Campus München existieren viele dezentrale Serverräume auf dem gesamten Areal. Diese werden derzeit aufwendig gekühlt und sind nicht redundant angebunden. Die bestehenden Serverräume des IT-Serverzentrums sind davon ebenfalls betroffen.

Potenziale und Projekte

Insbesondere durch die Einführung eines neuen SAP-Systems soll eine großflächige Digitalisierung von Verwaltungsprozessen erfolgen, die bisher noch nicht oder nur teilweise digital abgewickelt werden. Das neue System soll einerseits Ressourcen bündeln und einsparen und andererseits die Möglichkeit bieten, individuell und flexibel Kennzahlen aus den hinterlegten Daten auszugeben. Viele Verwaltungsprozesse können dadurch zentralisiert werden und bieten die Grundlage für die Möglichkeit der Auswertung der Daten unter anderem auch für die jährliche THG-Bilanz der TUM. Das neue System bietet ein großes Potenzial der Effizienzsteigerung für den Verwaltungsapparat der TUM.

Durch die Zentralisierung der Rechenkapazitäten im Bereich des Hochleistungsrechnens (HPC) am LRZ soll die Auslastung dieser Kapazitäten deutlich gesteigert werden und allen Forschenden an der TUM zur Verfügung stehen. Eine höhere Auslastung führt zu einer effizienteren Nutzung der vorhandenen und neuen Ressourcen, was den Bedarf für den Erwerb zusätzlicher HPCs reduziert.

Die Zentralisierung bietet zudem ein verbessertes Potenzial für die Nutzung von Abwärme, die zwangsläufig bei intensiven Rechenprozessen entsteht. Die wasserbasierte Kühlung am LRZ soll in das Energiekonzept für den Campus Garching integriert werden und die Wärme somit nutzbar gemacht werden. Im Gegensatz dazu werden derzeit viele dezentrale Anlagen individuell mit Klimageräten gekühlt, wodurch die anfallende Wärme nicht genutzt wird und zusätzlicher Energieaufwand betrieben wird, um den Betrieb zu gewährleisten.

Derzeit werden viele dezentrale Server und wissenschaftliche Apparate über alle TUM-Standorte verteilt aufwändig gekühlt. Die anfallende Abwärme bietet sich aber auch als wertvolle Energiequelle an. Über Machbarkeitsstudien kann ermittelt werden, ob eine Nutzung der Energie ökonomisch und ökologisch lohnend ist. Ein geplanter Ausbau im Nebengebäude der Maschinenhalle des historischen Heizkraftwerks auf dem Campus München für den Einsatz von IT-Dienstleistungen soll als Pilotprojekt dienen.

²¹ <https://www.digitalisierung.tum.de/betrieb-und-verwaltung/>

Klimaschutz und Nachhaltigkeit in der IT

R4a	Digitalisierung zur Effizienzsteigerung in Verwaltungsprozessen
R4b	Zentralisierung von High-Performance-Computing zur Effizienzsteigerung
R4c	Identifikation von Maßnahmen zur Abwärmenutzung an allen Standorten

TUM Campus Straubing

Im Transformationsfeld Ressourcenverbrauch und -effizienz möchte der TUMCS im Bereich der Beschaffung der erste TUM-Campus werden, der alle seine Veranstaltungen mit einem noch zu erarbeitenden Ökobilanzierungstool bilanziert. In der Ausarbeitungsphase soll er dabei die Rolle des Pilotcampus einnehmen und das Tool gemeinsam mit dem TUM Sustainability Office weiterentwickeln, sodass es an allen Standorten für die Bilanzierung von Veranstaltungen eingesetzt werden kann.

Da ca. 54 % der Fläche an der TUM auf die Forschung entfallen (Abb. 28), kommt diesen Flächen, insbesondere in Form von Laboren, eine besondere Bedeutung beim Ausstoß von THG-Emissionen zu. Das zeigte auch die Auswertung der Energieverbrauchsdaten und THG-Emissionen der Gebäude des TUMCS (☺ S. 73). Die Laborgebäude weisen die höchsten absoluten und spezifischen Energieverbräuche und THG-Emission auf.

Da bislang jedoch noch nicht bekannt ist, was in den Laboren den größten Energieverbrauch und die höchsten THG-Emissionen verursacht und dort auch noch keine Prozesse und Güter erfasst werden, soll Projekt ☺ R3c am TUMCS noch während dem Erstvorhaben des Klimaschutzmanagements initiiert werden. Mit dem Projekt werden verschiedene Zertifizierungsprogramme für nachhaltigere und ressourceneffizientere Labore am TUMCS getestet. Dadurch soll einerseits die Datenverfügbarkeit im Bereich der Labore verbessert werden, andererseits sollen die Beschäftigten in den Laboren für Energieeinspar- und Effizienzmaßnahmen sensibilisiert werden. Nach der Pilotphase am TUMCS und der Evaluation der Programme sollen fortschreitend weitere Labore an anderen TUM-Standorten an den Programmen teilnehmen. Ebenfalls besteht bereits die Idee, die gewonnenen Erkenntnisse aus den Forschungslaboren auf die Ausbildungslabore und die dort stattfindende Ausbildung der Studierenden zu übertragen, damit die zukünftigen Fachkräfte ihr erworbenes Wissen zu mehr Nachhaltigkeit und Ressourcenschutz weitertragen können.

Der TUMCS ist für das Pilotprojekt ein geeigneter Standort, da eine hohe Motivation der Beschäftigten zum Thema Nachhaltigkeit vorliegt und außerdem Kernelement aller Forschungsaktivitäten ist (☺ S. 91). Darüber hinaus stehen unterschiedliche Arten von Laboren (biologisch, technisch, chemisch) zur Verfügung, auf die die Zertifizierungsprogramme angewandt werden können.

4.5 Anpassung an den Klimawandel

Angesichts der drastischen Veränderungen des Klimas steht auch die TUM vor der Herausforderung, nachhaltige Lösungen zu entwickeln, um auf veränderte klimatische Bedingungen zu reagieren. Die innerhalb des Transformationsfelds erarbeiteten Projekte reflektieren das

Engagement der TUM, ihren Campusbetrieb in Zukunft resilient und umweltfreundlicher zu gestalten. Da diese Projekte weniger auf konkrete Einsparungen von THG-Emissionen sondern auf Lösungen auf sich verändernde klimatische Bedingungen abzielt steht die Identifizierung von Einsparpotentialen innerhalb dieses Kapitels nicht im Vordergrund.

Naturnaher Wasserhaushalt

Die Auswirkungen der globalen Erwärmung machen sich auch in Bayern bemerkbar. Die Grundwasserneubildung geht immer weiter zurück (Kooperation KLIWA, 2021). Um nicht dazu beizutragen, dass mehr Trinkwasser als nötig genutzt werden muss, sollte die Prüfung der Installation von Regenwasserauffangananlagen als Standardausrüstung neuer Gebäude der TUM erfolgen. Das gesammelte Regenwasser könnte bspw. als Brauchwasser zum Betrieb von Toilettenspülungen genutzt werden. Alternativ oder ergänzend kann es zur Bewässerung des begrünten Außenbereichs eingesetzt werden²².

Die Prüfung des Einsatzes als Brauchwasser ist insbesondere für Neubauten sinnvoll, da eine Nachrüstung in Bestandgebäuden durch ein zusätzliches Leitungssystem mit hohem Aufwand verbunden ist.

Entwicklung der TUM Campus im Sinne einer wassersensiblen Stadtentwicklung und eines naturnahen Wasserhaushalts

- | | |
|-----|--|
| A1a | Prüfung der Sammlung und Nutzung der Ressource Regenwasser in Form von Brauchwasser in Gebäuden als fester Bestandteil bei Neubauprojekten |
| A1b | Prüfung der Sammlung und Nutzung der Ressource Regenwasser zur Bewässerung der Vegetation |

Verändernde klimatische Gegebenheiten

Die TUM erkennt die Notwendigkeit, proaktiv Maßnahmen zu ergreifen, um den sommerlichen Hitzeschutz auf dem Campus zu verbessern. Dies umfasst nicht nur die Sicherstellung eines angenehmen Arbeits- und Lernklimas, sondern auch den Schutz vor möglichen gesundheitlichen Beeinträchtigungen aufgrund extremer Hitze. In diesem Zusammenhang ist es von entscheidender Bedeutung, effektive Hitzeschutzpläne zu entwickeln, die sowohl präventive als auch reaktive Maßnahmen umfassen. Durch eine sorgfältige Analyse der bestehenden Infrastruktur, Nutzungsmuster und klimatischen Bedingungen sollen geeignete Strategien entwickelt werden, um den sommerlichen Wärmeschutz zu optimieren.

Bei der Planung und dem Bau neuer Gebäude, sowie der Sanierung von Bestandsgebäuden sollten Maßnahmen, die zum sommerlichen Wärmeschutz beitragen verpflichtend mitbedacht werden und fester Bestandteil von Architektenwettbewerben und Bauausschreibungen sein.

Anpassung an sich verändernde klimatische Gegebenheiten

- | | |
|-----|--|
| A2a | Entwicklung von Hitzeschutzplänen zum sommerlichen Wärmeschutz |
| A2c | Berücksichtigung von sommerlichem Wärmeschutz in der Planung von Neubauten und Sanierungen |

²² Derzeit erfolgt keine Bewässerung der Außenanlagen in relevanter Größenordnung. Inwiefern im Zuge des Klimawandels ggf. künftig Bewässerung notwendig sein könnte ist offen.

TUM Campus Straubing

Am TUMCS wurde sommerlicher Wärmeschutz bei den jüngsten Bauvorhaben, sowohl bei Neubauten als auch bei Sanierungen bereits konsequent mitbedacht. Auch in bereits laufenden Planungen und für zukünftige Gebäude und Sanierungsvorhaben ist der sommerliche Wärmeschutz fester Bestandteil.

Zum Einsatz kommen bisher Heiz-Kühldecken, eine passive Kühlung über die Fußbodenheizung und ferner intelligente Verschattungen an der Fassade (☺ S. 73). Gerade die passive Kühlung über die Fußbodenheizung der PG5 und die Heiz-Kühldecken in der US53 haben sich im Betrieb als sehr erfolgreich erwiesen, da mit nur sehr geringem Investitions- und Betriebsaufwand ein deutlicher Kühleffekt erzielt werden kann. Die angewandten Technologien stellen eine vielversprechende Möglichkeit der Anpassung an die steigenden sommerlichen Temperaturen dar und machen den TUMCS in diesem Bereich zu einem Vorbild für weitere Bauvorhaben an der TUM.

Neben Neubauten und Sanierungen werden auch Bestandsgebäude am TUMCS beim sommerlichen Wärmeschutz mitbedacht. So sollen bspw. nachträglich Beschattungen und eine automatische Nachtlüftung in der SG16 installiert werden, um die hohen sommerlichen Temperaturen in dem Gebäude zu reduzieren.

Die erfolgreiche Integration von sommerlichen Wärmeschutzmaßnahmen in Sanierungen, Bestandsgebäuden und Neubauten am TUMCS und die gesammelten Erfahrungen können im Besten Fall auf andere Gebäude der TUM übertragen werden.

4.6 Forschung, Lehre & Bildung und Entrepreneurship

Das universitätsspezifische Transformationsfeld Forschung, Lehre & Bildung, Entrepreneurship kann nicht direkt in der THG-Bilanz erfasst werden. Die indirekten Emissionen, die durch die inhaltliche Auseinandersetzung mit Klimaschutz in der Forschung, Lehre oder im Bereich Entrepreneurship entstehen oder vermieden werden, können bislang nicht adäquat erhoben werden. Bislang existiert auch kein gängiger Standard, der dies vorsieht. Die innerhalb der TUM anfallenden Emissionen werden innerhalb der betrieblichen Transformationsfelder Energieverbrauch, Energieversorgung und Ressourcenverbrauch gesamtheitlich berücksichtigt. Prinzipiell sind alle Emissionen der TUM auch diesem Transformationsfeld zuzurechnen, da Forschung und Lehre Kernaufgaben einer Hochschule sind.

Im Sinne eines ganzheitlichen Konzeptansatzes hat sich die TUM bereits in ihrer TUM Sustainable Futures Strategy 2030 diesen Themen gewidmet (siehe Kapitel ☺ 1.1). Nachhaltigkeit und Klimaschutz sollen demnach in allen Strukturen und Prozesse integriert werden. Relevante Maßnahmen aus den drei Handlungsfeldern Forschung, Lehre & Weiterbildung und Entrepreneurship und Innovation der TUM Sustainable Futures Strategy 2030 sind die Grundlage für die im vorliegenden Klimaschutzkonzept festgelegten Projekte.

Forschung, Lehre & Bildung

Die Forschungsaktivitäten an der TUM werden durch den Research Code of Conduct geleitet, der als ethischer Leitfaden und verbindliche Richtlinie für alle Forschenden dient. Dieser zielt darauf ab, sicherzustellen, dass Forschungstätigkeiten höchsten wissenschaftlichen, ethischen und gesellschaftlichen Standards entsprechen. Die Integration von Klimaschutz und

Ressourcennutzung in diesen Kodex soll Umweltaspekte als integralen Bestandteil des Forschungsprozesses etablieren. Dazu gehören Maßnahmen wie die Reduzierung von THG-Emissionen, umweltfreundliche Praktiken in Forschungslaboren, nachhaltige Beschaffung von Forschungsmaterialien und die Berücksichtigung von Umweltaspekten in der Forschungsprojektplanung.

Des Weiteren wird erkannt, dass die bestehende Lehrverfassung der TUM als Grundlage für eine exzellente akademische Ausbildung dient, jedoch in ihrer aktuellen Form noch Potenzial für eine explizite Integration von Nachhaltigkeit und Klimaschutz bietet. Die Integration dieser Themen in die Lehrverfassung soll verschriftlichen, dass sie nicht nur temporäre Ergänzungen sind, sondern dauerhaft in den Strukturen der Universität verankert werden. Das Ziel besteht darin, allen Studierenden die Möglichkeit zu geben, während ihres Studiums Kompetenzen im Bereich Nachhaltigkeit zu erwerben und die TUM als Vorreiterin in nachhaltiger Bildung zu positionieren.

Die verstärkte Integration von Klimaschutz und Nachhaltigkeit wird auch in der universitären Profilbildung betont, insbesondere durch die Berufungen neuer Professorinnen und Professoren. Daher soll eine umfassende Strategie zur Integration der Themen Nachhaltigkeit und Klimaschutz in die Berufungspolitik entwickelt und umgesetzt werden.

Etablierung von Klimaschutz und Nachhaltigkeit als feste Bestandteile der Forschung und Lehre an der TUM

- FLE1a Umfassende Integration der Themen Klimaschutz und Ressourcennutzung in den Research Code of Conduct der TUM
- FLE1b Integration der Themen Nachhaltigkeit und Klimaschutz in die Lehrverfassung der TUM
- FLE1c Integration der Themen Nachhaltigkeit und Klimaschutz in die Berufungspolitik

Im Bereich der Weiterbildung setzt das TUM Institute for LifeLong Learning (TUM IL³) aktiv auf die Integration von Nachhaltigkeitsaspekten in Weiterbildungs- und Austauschformate für interne und externe Zielgruppen. Seit Anfang 2023 werden schrittweise Nachhaltigkeitsaspekte in alle Programme integriert. Es besteht jedoch Bedarf an einem breit einsetzbaren grundlegenden Weiterbildungsformat zum Thema Klimaschutz für alle TUM-Beschäftigten.

Um die TUM-Community aktiv in Klimaschutzmaßnahmen einzubinden, soll ein solches Weiterbildungsangebot entwickelt werden, dass es den Beschäftigten ermöglicht, sich im Bereich Klimaschutz am Arbeitsplatz zu engagieren. Dieses Angebot soll die Sensibilisierung und Qualifizierung fördern, ein Bewusstsein für den individuellen Beitrag zur Reduktion von Energieverbrauch und THG-Emissionen schaffen und praxisnahe Handlungsanleitungen für einen nachhaltigen Arbeitsplatz bieten. Gleichzeitig soll die Einführungsveranstaltung für neuberufene Professorinnen und Professoren "TUM Prelude" um spezifische Elemente zu Nachhaltigkeit und Klimaschutz erweitert werden.

Integration von Klimaschutz in die Weiterbildungsformate der TUM

- FLE2a Konzeption und Umsetzung eines Weiterbildungsangebots zum Thema „Nachhaltigkeit und Klimaschutz“ für alle TUM-Beschäftigten
- FLE2b Integration der Themen Nachhaltigkeit und Klimaschutz in das Onboarding für neue Professorinnen und Professoren

Eine Verknüpfung von Forschungsinhalten/-aktivitäten und dem Betrieb der Universität findet aktuell nur in geringem Umfang statt. Jedoch birgt das umfassende Fachwissen der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an der TUM vielfältige Möglichkeiten für die Anwendung im Universitätsbetrieb, insbesondere durch die Umsetzung von Reallaboren. So kann das vorhandene Fachwissen in Bereichen wie bspw. Energie, Gebäudetechnik, Architektur, Baustoffe, Landschaftsgestaltung oder Mobilität direkt genutzt werden.

Die Forscherinnen und Forscher können ihre Expertise in geeignete Projekte einbringen, um wegweisende Entscheidungen in der weiteren Infrastruktur- und Campuserwicklung wissenschaftlich zu unterstützen. Damit wird eine Brücke zwischen Forschung und konkreter Anwendung im Universitätsbetrieb geschlagen. Diese Vorgehensweise ermöglicht es zudem, Pilotprojekte aus dem Projektkatalog des Klimaschutzkonzeptes wissenschaftlich zu begleiten und daraus Handlungsempfehlungen für weitere Vorhaben abzuleiten.

Stärkung der Living-Lab-Funktion der TUM Campus

FLE3a Prüfung und Konzeption des Aufbaus eines internen Consulting-Programms für Infrastrukturprojekte durch das Fachwissen an den Professuren der TUM

Entrepreneurship

Die TUM, als „Entrepreneurial University“, trägt maßgeblich zum technologischen Fortschritt in Deutschland und weltweit bei, insbesondere durch ihre Stärke in technischen Innovationen. In den letzten Jahren hat sie verstärkt durch ihre Gründungsteams und Start-ups einen bedeutenden Beitrag geleistet. Wenn Ideen und Forschungsergebnisse wirtschaftlich verwertet und in großem Maßstab skaliert werden, entstehen tatsächliche Innovationen mit erheblichem Einfluss. Mit etwa 80 Ausgründungen pro Jahr zählt die TUM zu den führenden Universitäten Europas in diesem Bereich.

Dementsprechend übernimmt die TUM als sog. Trägerhochschule die Verantwortung für die thematische Koordinationsstelle „Innovation & Entrepreneurship“ im Zentrum Hochschule und Nachhaltigkeit Bayern (BayZeN). Die TUM erkennt die große Bedeutung von Gründungsteams und Start-ups für die nachgelagerten THG-Emissionen und plant daher die Implementierung der Themen Nachhaltigkeit und Klimaschutz in die gesamte Start-up-Journey. Ziel ist es, diese Maßnahmen nicht nur für die TUM, sondern für alle bayerischen Hochschulen verfügbar zu machen und gemeinsam weiterzuentwickeln.

Um die Ausgründungspotenziale weiter zu nutzen und die Risikokapitalakquise zu skalieren, wurden die TUM Venture Labs gemeinsam von der TUM und der UnternehmerTUM gegründet. Ein spezielles Venture Lab mit dem Fokus auf Nachhaltigkeit, das Venture Lab Sustainability & Circular, wurde Ende 2022 ins Leben gerufen. Dieses konzentriert sich auf Nachhaltigkeit, Kreislaufwirtschaft und Clean-Tech und bietet operative Unterstützung sowie wissenschaftliche Expertise. Insgesamt strebt die TUM an, ihre Ausgründungsaktivitäten weiter zu intensivieren und dabei einen besonderen Fokus auf Nachhaltigkeit und Klimaschutz zu legen.

Feste Verankerung des Themas Klimaschutz in der Entrepreneurship-Kultur

FLE4a Etablierung der Thematischen Koordinationsstelle „Innovation & Entrepreneurship“ an der TUM für das Zentrum Hochschule und Nachhaltigkeit Bayern (BayZeN)

FLE4b Ausbau des TUM Venture Lab Sustainability and Circular mit Fokus Clean-Tech

TUM Campus Straubing

Nachhaltigkeit und Klimaschutz sind integrale Bestandteile der Forschung und Lehre am TUM Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit. Die Forschungsvorhaben, die am TUMCS durchgeführt werden, tragen in direkter oder indirekter Weise dazu bei, die Nutzung fossiler Rohstoffe zu vermeiden und leisten einen Beitrag zu einer nachhaltigen Transformation der Gesellschaft. Die enge interdisziplinäre Zusammenarbeit am TUMCS sowohl mit der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf als auch mit den Einrichtungen des KoNaRo bündeln die Forschung zu Biotechnologie, Bioökonomie und nachwachsenden Rohstoffen bayernweit am Standort Straubing. Durch den engen Bezug zu den Themen auch im Arbeitsalltag können Studierende und Promovierende das am TUMCS erworbene Wissen für ihre weitere Karriere mitnehmen. Durch die starke thematische Bindung neuer Professuren an das bestehende Lehrangebot und die thematische Ausrichtung des TUMCS wird auch in den Berufungsverfahren bereits Wert auf die Themen rund um Nachhaltigkeit gelegt.

Alle Studiengänge und angebotenen Lehrveranstaltungen am TUMCS haben einen Bezug zum den Themen Nachhaltigkeit, Klimaschutz oder nachwachsenden Rohstoffen. Im Jahr 2024 werden je fünf Bachelor- und Masterstudiengänge am TUMCS angeboten (Tab. 30). Durch die Interdisziplinarität lernen die Studierenden wie technische Lösungen für eine Wirtschaft mit weniger Einsatz fossiler Rohstoffe entwickelt werden können, ob diese ökonomisch tragfähig sind und ob sie nachhaltiger sind als bisherige Produkte oder Prozesse.

Dieses am TUMCS vorhandene Wissen kann auch genutzt werden, um Projekte aus dem Projektkatalog des Klimaschutzkonzepts zu initiieren oder (begleitende) Projektstudien zu erstellen, die zur Realisierung von Projekten beitragen oder die Auswirkungen dieser bemessen können, wie In Projekt [ES1d](#) bereits vorgesehen ist.

Ein zukunftssträchtiges Thema, das neu am TUMCS behandelt wird und zukünftig noch intensiviert werden soll, ist der Entzug und die Speicherung von CO₂ aus der Atmosphäre oder Gewässern. Carbon Capture and Storage (CCS) Technologien stellen eine Möglichkeit dar CO₂ aus der Atmosphäre zu binden und können einen relevanten Beitrag zur Bekämpfung des Klimawandels leisten. Pilotanlagen aus der Forschung könnten in Zukunft, unter der Voraussetzung der bis dorthin geschaffenen rechtlichen und bilanziellen Möglichkeiten, genutzt werden, um nicht vermeidbare Emissionen am TUMCS zu kompensieren. Da der aktive Entzug von CO₂ aus der Atmosphäre und dessen Bindung echte "negative Emissionen" zur Folge hat, stellt diese Variante eine relevante und zukunftsweisende Alternative zu derzeit gängigen und umstrittenen Kompensations- und Ausgleichsprojekten dar. Zu Beginn des Jahres 2024 startete ein Forschungsprojekt zur Entfernung von Gelöst-Kohlenstoff aus Gewässern. Ein Prototyp für den Entzug von CO₂ aus der Luft ist ebenfalls im Aufbau und soll durch zwei weitere drittmittelgeförderte Projekt ergänzt werden. Der TUMCS könnte durch die Forschungsprojekte perspektivisch der erste TUM-Standort sein, der durch den Entzug von CO₂ aus Forschungsvorhaben seine eigenen THG-Emissionen kompensiert.

Tab. 30: Studienangebot am TUMCS 2024

Studiengang	Bachelor	Master
Biogene Werkstoffe	X	
Biomassetechnologie		X
Bioökonomie	X	X
Chemische Biotechnologie	X	X
Sustainable Management & Technology	X	X
Technologie Biogener Rohstoffe	X	X

4.7 Management

Um das Ziel der Treibhausgasreduktion zu erreichen und die dafür notwendigen Maßnahmen zu koordinieren und umzusetzen, ist ein institutionalisiertes, strukturell verankertes Klimaschutzmanagement entscheidend, das zentrale und dezentrale Akteure und Aktivitäten miteinander verknüpft. Auf den Projektstrukturen des Klimaschutzmanagements soll aufgebaut werden um die Ziele, Klimaschutz und Nachhaltigkeit dauerhaft in den zentralen und dezentralen Strukturen der Universität zu verankern. Dazu ist zunächst die Weiterführung der Personalstellen des Klimaschutzmanagement innerhalb des Sustainability Office ein wesentlicher nächster Schritt.

Weiterführung/-entwicklung und Verstetigung des Klimaschutzmanagements

MN1a Weiterführung des Klimaschutzmanagements im Rahmen des Förderpunkts 4.1.8.b aus der Kommunalrichtlinie

TUM Campus Straubing

Um die spezifischen Pilotprojekte, die für den Campus Straubing vorgesehen sind und im Erstvorhaben bereits angestoßen werden optimal initiieren, umsetzen und begleiten zu können ist, aufgrund der Entfernung zu den anderen Standorten und der herausfordernden Vielfalt und Anzahl aller Projekte, weiterhin eine spezifische Klimaschutzmanagement-Stelle am TUMCS notwendig. Durch die Doppelzugehörigkeit zum TUMCS und dem Sustainability Office fungiert die Klimaschutzmanagerin oder der Klimaschutzmanager am TUMCS auch als wichtiges Bindeglied zwischen der Zentralen Verwaltung und dem Campus Straubing.

Im Bereich Wasser, Abwasser und Abfall wurde festgestellt, dass zum Ressourcenverbrauch kaum Daten vorhanden sind. Diese bilden jedoch die Grundlage, um systematisch Vermeidungs- und Verminderungsstrategien anzugehen. Durch die Einführung eines systemischen und zertifizierten Umweltmanagementsystem sollen die notwendigen Prozesse etabliert und verstetigt werden. Das Projekt zielt darauf ab, ein umfassendes Umweltmanagementsystem gemäß den Anforderungen der EMAS-Richtlinie (Eco-Management and Audit Scheme) am TUM Campus Straubing zu implementieren, um die Umweltleistung des Campus Straubing weiter zu optimieren.

Stärkung eines strukturierten Umweltmanagements

MN2a Prüfung der Implementierung eines Umweltmanagements am TUM Campus Straubing

Der Campus Straubing wäre bei der erfolgreichen Einführung eines Umweltmanagements inklusive Auditierung die erste Einheit der TUM die mit einem Umweltmanagement-Zertifikat ausgezeichnet wird. Dadurch würde die Vorbildfunktion des Campus zum Thema Nachhaltigkeit, im Sinne eines ganzheitlichen Ansatzes, innerhalb der TUM gestärkt. Es ergäben sich außerdem zahlreiche Synergieeffekte mit anderen Projekten und Piloten am TUMCS, wie der Erweiterung des Energiemonitorings (☺ ED4d) oder der Zertifizierungsprogramme in Laboren (☺ R3c).

5 Projektkatalog

Für jedes in Kapitel 4 beschriebene Projekte wurde ein Projektsteckbrief erstellt. In diesen findet sich neben einer Beschreibung der aktuellen Situation sowie der verantwortlichen Akteure eine grobe Auflistung der nächsten Handlungsschritte und Erfolgsindikatoren (Abb. 35).

Projekttitel		ID
Transformationsfeld	Listet das übergeordnete Transformationsfeld	
Ziel	Beschreibt das übergeordnete Ziel auf, auf welches das Projekt einzahlt	
Ausgangslage		
Beschreibt in Kürze die allgemeine Ausgangssituation		
Typ XX	Einführung XX	Dauer XX
Beschreibung		
Beschreibt in Kürze den Ansatz des Projekts		
Energie- und Treibhausgaseinsparung		
XX <i>MWh pro Jahr</i>	Beschreibt in Kürze (wenn möglich) quantitativ oder qualitativ die Einsparpotentiale	
XX <i>tCO₂e pro Jahr</i>	Falls nicht quantifizierbar: n/a	
Handlungsschritte	Listet die notwendigen Arbeitsschritte	
Erfolgsindikatoren	Listet (wenn möglich) handfeste Ergebnisse und/oder Meilensteile; Falls nicht möglich: n/a	
Gesamtaufwand	Abschätzung des finanziellen und/oder personellen Aufwands Falls nicht möglich: n/a	
Finanzierungsansatz	Hinweise der Finanzierungsmöglichkeiten für das Projekt Falls nicht möglich: n/a	
Umsetzungsverantwortung	Listet Stellen/Abteilungen, die das Projekt initiieren und umsetzen	

Akteure	Listet mitwirkende Stellen/Abteilungen
Flankierende Projekte	Listet Projekt-IDs
Hinweise Weitere Informationen zu Hintergründen, Best-Practice o.ä.	

Abb. 35: Muster eines Projektsteckbriefs

5.1 Projekte Energieversorgung

Umstellung der Wärme- und Stromversorgung vom mit fossilen Brennstoffen befeuerten Heizkraftwerk auf regenerative Energieträger am Campus Garching

ES1a

Transformationsfeld Energieversorgung

Ziel Umstellung der Energieversorgung auf regenerative Energiequellen an allen Standorten

Ausgangslage

Derzeit wird die Energieversorgung des gesamten Forschungscampus Garching in Eigenregie durch die TUM bewerkstelligt. Durch die Verbrennung von Erdgas (und Heizöl) werden dabei jährlich ca. 80 GWh Wärme und ca. 37 GWh Strom in einer Cheng-Cycle Turbine erzeugt und ca. 166 GWh Erdgas verbraucht. Zusätzlich werden jährlich ca. 47 GWh Strom eingekauft.

Typ | technisch

Einführung | Kurzfristig (0-3 Jahre)

Dauer | Lang

Beschreibung

Die Energieversorgung mit den Medien Wärme und Strom soll zukünftig möglicherweise durch einen Contractor erfolgen mit dem Fokus der Nutzung vorrangig regional verfügbarer, treibhausgasneutraler Primärenergien. Die Umstellung des Campus Garching auf eine regenerative Energieversorgung ist ein Großprojekt, welches mehrere Jahre in Anspruch nehmen wird. Dazu wurde im Sommer 2023 eine Ausschreibung gestartet, bei dem die Bieter ein Energieversorgungskonzept auf Grundlage des Energiesystems inklusive Wärmenetz ausarbeiten sollen. Die Ausschreibung ist technologieoffen und setzt eine schrittweise Erhöhung des regenerativen Anteils und perspektivisch eine Versorgung mit 100 % regenerativen Energien voraus. Die Ausschreibung lässt eine Umsetzung der Versorgungskonzepte der Bieter seitens der TUM optional zu.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

0 <i>MWh pro Jahr</i>	Durch die geforderte Umstellung auf regenerative Energieträger können die THG-Emissionen aus der Verbrennung von konventionellen Brennstoffen langfristig eingespart werden.
ca. 30.000 <i>tCO₂e pro Jahr</i>	
Handlungsschritte	Teilnahmewettbewerb Q3 2023 Verhandlungsverfahren Q4 2023- Q4 2024 Ggf. Zuschlagserteilung Q4 2024
Erfolgsindikatoren	Umstellung der Energieversorgung am Campus Garching auf 100 % regenerative Energien

Gesamtaufwand	Anschubfinanzierung: ca. 600.000 EUR Vergütung für die Versorgungskonzepte + sonstige Projektkosten Umlage auf Energiekosten (Contracting für 20 Jahre, Kosten noch nicht bezifferbar) oder eigene Investition TUM (noch nicht bezifferbar)
Finanzierungsansatz	Zentrale Mittel
Umsetzungsverantwortung	ZA4
Akteure	Sustainability Office, Taskforce Sustainable Campus Development
Flankierende Projekte	ED1c, ED2b

Hinweise

Prüfung und Umsetzung der Substitution des Erdgases als Energieträger auf regenerative Energieträger am Campus München

ES1b

Transformationsfeld Energieversorgung

Ziel Umstellung der Energieversorgung auf regenerative Energiequellen an allen Standorten

Ausgangslage

Der Erdgasverbrauch zur Wärmeerzeugung am TUM-Campus in München (Stammgelände) ist seit 2013 aufgrund der Übernahme der Wärmeversorgung im Rahmen des Projekts Energie Liefercontracting kontinuierlich zurückgegangen. Die Bereitstellung der Nahwärme durch den Contractor erfolgt über bilanzielles Biomethan. Derzeit werden zusätzlich noch ca. 5 GWh Erdgas zur Dampferzeugung in Einzelanlagen verbrannt.

Typ	technisch	Einführung	Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer	Lang
------------	-----------	-------------------	-------------------------	--------------	------

Beschreibung

Die Wärmeversorgung am Campus in München soll langfristig vollständig auf das Warmwassernetz über das Energieliefer-Contracting erfolgen, siehe unter ED1b. Die Wärmeerzeugung muss dann vollständig bilanziell über nicht fossile Brennstoffe erfolgen.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

<p>0 <i>MWh pro Jahr</i></p> <hr/> <p>ca. 1.100 <i>tCO₂e pro Jahr</i></p>	Die möglichen THG-Einsparungen ergeben sich aus der Verbrennung von ca. 5 GWh Erdgas pro Jahr.
Handlungsschritte	Überprüfung der einzelnen Erdgasthermen und Evaluierung der Anschlussfähigkeit an das vorhandene Wärmenetz oder an alternative Wärmequellen
Erfolgsindikatoren	THG-Einsparung von ca. 1.100 tCO ₂ e pro Jahr
Gesamtaufwand	Steigerung der Energiebewirtschaftungskosten, marktabhängig
Finanzierungsansatz	<p>Bundesförderung für Energieberatung bei Nichtwohngebäuden, Anlagen und Systeme</p> <p>https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieberatung/Nichtwohngebaeude_Anlagen_Systeme/Modul2_Energieberatung/modul2_energieberatung_node.html</p> <p>Bundesförderung für effiziente Gebäude</p>

	<p>https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Sanierung_Nichtwohngebaeude/sanierung_nichtwohngebaeude_node.html</p> <p>Förderschwerpunkt Machbarkeitsstudie der Kommunalrichtlinie</p> <p>https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie/erstellung-von-machbarkeitsstudien</p>
Umsetzungsverantwortung	ZA4
Akteure	Sustainability Office, Taskforce Sustainable Campus Development
Flankierende Projekte	ED1b, ED2b

Hinweise

Anschluss weiterer Gebäude am Campus Weihenstephan an das öffentliche Fernwärmenetz im Rahmen der technischen Möglichkeiten sowie Prüfung und Umsetzung der Substitution der heizöl- und erdgasbasierter Wärmeerzeugungsanlagen mit regenerativen Energieträgern

ES1c

Transformationsfeld Energieversorgung

Ziel Umstellung der Energieversorgung auf regenerative Energiequellen an allen Standorten

Ausgangslage

Ein Großteil der Gebäude am TUM-Campus Freising-Weihenstephan wird bereits mit Fernwärme der Stadtwerke Freising versorgt, die bis 2035 zu 100 % aus regenerativen Quellen gewonnen werden soll. Darüber hinaus werden derzeit jährlich noch ca. 2,6 GWh Erdgas und 65 MWh Heizöl für die Wärmeversorgung einzelner Gebäude am Campus verbrannt.

Typ | technisch

Einführung | Mittelfristig (4-7 Jahre)

Dauer | Lang

Beschreibung

Die Gebäude der TUM, die noch nicht an das öffentliche Fernwärmenetz angeschlossen sind, sollen im Rahmen der technischen Möglichkeiten an dieses angeschlossen werden. Gebäude, für die kein Fernwärmeanschluss in Frage kommt, soll perspektivisch die Wärmeversorgung mit innovativen klimafreundlichen Technologien erfolgen. Die Möglichkeiten der Umstellung auf 100% erneuerbare Energiequellen für die Wärmeversorgung der Gebäude soll im Rahmen des Projekts geprüft werden. Derzeit ist eine Absenkung der Netztemperatur von Seiten des Versorgers an die TUM gefordert, damit die Umstellung auf 100 % erneuerbare Energien umsetzbar ist.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Die Energieeinsparungen erfolgen durch einen verbesserten energetischen Zustand der Gebäude und die Reduktion des Wärmebedarfes aus dem öffentlichen Fernwärmenetz.
606 <i>tCO₂e pro Jahr</i>	Die Treibhausgaseinsparungen würden durch den Ersatz von Heizöl (65 MWh) und Erdgas (2,6 GWh) durch erneuerbare Energieträger erfolgen.
Handlungsschritte	Bildung eines Projektteams mit erforderlichen Fachleuten und Partnern zur Definition der Projektschritte und Meilensteine Bestandsaufnahme und Machbarkeitsstudie zur Klärung der technischen Anforderungen für die Absenkung der Netztemperaturen
Erfolgsindikatoren	Reduktion der Netztemperaturen im TUM internen Netz auf die Anforderungen der Stadtwerke Freising

	Ersatz des Einsatzes von Heizöl und Erdgas
Gesamtaufwand	Projektierung ca. 100.000 EUR
Finanzierungsansatz	<p>Bundesförderung für Energieberatung bei Nichtwohngebäuden, Anlagen und Systeme https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieberatung/Nichtwohngebaeude_Anlagen_Systeme/Modul2_Energieberatung/modul2_energieberatung_node.html</p> <p>Bundesförderung für effiziente Gebäude</p> <p>https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Sanierung_Nichtwohngebaeude/sanierung_nichtwohngebaeude_node.html</p> <p>Förderschwerpunkt Machbarkeitsstudie der Kommunalrichtlinie</p> <p>https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie/erstellung-von-machbarkeitsstudien</p>
Umsetzungsverantwortung	ZA4
Akteure	Staatliches Bauamt Freising
Flankierende Projekte	ED1a

Hinweise

Prüfung und Umsetzung der Substitution von Erdgas als Energieträger mit regenerativen Energieträgern im BHKW der Uferstraße 53 am Campus Straubing

ES1d

Transformationsfeld Energieversorgung

Ziel Umstellung der Energieversorgung auf regenerative Energiequellen an allen Standorten

Ausgangslage

Die Wärmeversorgung am TUM Campus Straubing ist auf unterschiedliche Akteure sowie Wärmenetze aufgeteilt. Die Wärmeversorgung einzelner Gebäude erfolgt derzeit teilweise über ein Nahwärmenetz einer Biomasse-Hackschnitzelanlage, den Bezug von Fernwärme der Stadtwerke Straubing, ein in Eigen Regie mit Erdgas betriebenes BHKW mit Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK), sowie einzelne Gasthermen in angemieteten Gebäuden. Dabei werden derzeit jährlich ca. 1,8 GWh Erdgas für die Strom- und Wärmeerzeugung (KWKK und Gasthermen) verbrannt. Die Fernwärmeerzeugung der Stadtwerke Straubing erfolgt über die Verbrennung von Erdgas und dient lediglich zur Absicherung/Spitzenlastabdeckung des Biomasse-Wärmenetzes. Der Gebäudebestand ist zu großen Teilen relativ neu bzw. energetisch saniert. Ein Kloster-Gebäudekomplex (Schulgasse 22/Petersgasse 18) ist energetisch sanierungsbedürftig, befindet sich aber noch im Besitz der Stadt Straubing. Ein weiteres Klostergebäude (Karmelitenkloster) im Stadtzentrum, in Hand des Freistaates Bayern soll in den kommenden Jahren kernsaniert werden.

Typ | technisch

Einführung |

Mittelfristig (4-7 Jahre)

Dauer |

Lang

Beschreibung

Dieses Projekt beinhaltet die Prüfung der Möglichkeiten der Umstellung auf 100 % regenerative Energiequellen für die Wärmeversorgung der Gebäude mit eigener Wärmeversorgung durch den TUMCS. 2021 wurden bereits 37 % der Wärme durch erneuerbare Energien gedeckt. In angemieteten Gebäuden und Räumlichkeiten besteht keine direkte Einflussnahme auf die dortige Wärmeversorgung.

Innerhalb des Projekts wäre die Durchführung technischer Machbarkeits- und Effizienzstudien besonders für das BHKW in der Uferstraße 53 als größte Emissionsquelle interessant. Diese können über wissenschaftliche Arbeiten (Masterthesis, Promotionen) über die Professuren für Energietechnik, Regenerative Energiesysteme und Geothermie erfolgen. Dabei sollen einerseits Effizienzsteigerungen des BHKW und Energiesystems untersucht werden, aber auch Möglichkeiten zur Substitution des Erdgases/ BHWKs durch zum Beispiel Biomethan, Wärmepumpen (Luft-Luft, Wasser-Wasser), Wasserstoff, Geothermie etc.

Da das BHKW erst im Jahr 2021 in Betrieb genommen wurde stellt die Umstellung des Energieträgers Erdgas hier, insbesondere auf ökonomischer Seite, eine besondere Herausforderung dar. Die Entscheidung für die Energieversorgung des Gebäudes mittels Erdgases wurde durch das zuständige Bauamt in der Planungsphase getroffen und lag nicht in der Verantwortung der TUM bzw. des TUMCS. Eine diskutierte Option der Geothermie-Nutzung, die aufgrund der speziellen Bauweise des Gebäudes im Hochwasserbereich der Donau auf Pfeilern mit vertretbarem Aufwand hätte erfolgen können, wurde nicht realisiert

Energie- und Treibhausgaseinsparung

> 1500
MWh pro Jahr

> 310 <i>tCO_{2e} pro Jahr</i>	Einsparungen aus der Verbrennung von Erdgas ca. 1,5 GWh (2021) und ca. 2,2 GWh (2022), Tendenz steigend
Handlungsschritte	Durchführung von Machbarkeits- und Effizienzstudien zum Ersatz des Erdgases im BHKW der Uferstraße 53 Auswahl einer alternative zu Erdgas als Energieträger.
Erfolgsindikatoren	Ersatz des Erdgases im BHKW
Gesamtaufwand	n/a
Finanzierungsansatz	Bundesförderung für effiziente Gebäude https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Sanie-rung_Nichtwohngebaeude/Anlagen_zur_Waermeerzeugung/anlagen_zur_waermeerzeugung_node.html Förderschwerpunkt Machbarkeitsstudie der Kommunalrichtlinie https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderpro-gramme/kommunalrichtlinie/erstellung-von-machbarkeitsstu-dien
Umsetzungsverantwortung	TUMCS, Klimaschutzmanager TUMCS
Akteure	Staatliches Bauamt Passau, Professuren Energietechnik, Regenerative Energiesysteme und Geothermie am TUMCS
Flankierende Projekte	

Hinweise

Prüfung und Umsetzung der Umstellung und ggf. des Austauschs der heizöl- und erdgasbasierten Wärmeerzeugungsanlagen zugunsten regenerativer Energieträger an den durch die TUM selbst betriebenen Außenstellen



Transformationsfeld Energieversorgung

Ziel Umstellung der Energieversorgung auf regenerative Energiequellen an allen Standorten

Ausgangslage

An den TUM-Außenstellen werden an den unterschiedlichen Standorten insgesamt jährlich ca. 1 GWh Erdgas und 3,3 GWh Heizöl für die Wärmeerzeugung verbrannt.

Typ	technisch	Einführung	Langfristig (mehr als 7 Jahre)	Dauer	Lang
------------	-----------	-------------------	-----------------------------------	--------------	------

Beschreibung

Dieses Projekt umfasst die Prüfung der Möglichkeiten der Umstellung auf 100% regenerative Energiequellen für die Wärmeversorgung der Gebäude an allen Außenstellen, die sich in Hand des Freistaates Bayern befinden. Auf Anmietungen hat die TUM keinen Einfluss; bei Neuanmietungen sollen die Themen bauliche Energieeffizienz und Energieträger als wichtige Entscheidungskriterien berücksichtigt werden.

Zur Festlegung einer Reihenfolge der Sanierung der Wärmeerzeugungsanlagen der Außenstellen in Hand des Freistaates Bayern muss eine energetische Bewertung (ED2a) und Machbarkeitsstudie zum Austausch fossiler Wärmeerzeugungsanlagen durchgeführt werden.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Energieeinsparungen sind in Kombination mit der energetischen Sanierung der Gebäude möglich (ED2b), aber nicht bezifferbar.
1245 <i>tCO₂e pro Jahr</i>	THG-Einsparpotenzial von insg. 1 GWh Erdgas (ca. 205 tCO ₂ e) und 3,3 GWh Heizöl (ca. 1.040 tCO ₂ e)

Handlungsschritte	<p>Bewertung der Gebäude über Projekt ED2a inkl. Sanierungsreihenfolge</p> <p>Gespräche mit den für die Gebäude zuständigen Personen aus dem Gebäude- und Baumanagement der ZA4</p> <p>Prüfen der Möglichkeiten zum Austausch alter Wärmeerzeugungsanlagen (prioritär: Austausch in Gebäuden mit geringen Sanierungspotenzialen; sonst zunächst Sanierung)</p>
--------------------------	--

Erfolgsindikatoren	Austausch von x % der mit fossilen Energieträgern betriebenen Anlagen
---------------------------	---

Gesamtaufwand	<p>Projektierung einmalig 250.000 EUR</p> <p>0,5 Mio. EUR pro Jahr für die Umsetzung</p>
Finanzierungsansatz	<p>Bundesförderung für Energieberatung bei Nichtwohngebäuden, Anlagen und Systeme</p> <p>https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieberatung/Nichtwohngebaeude_Anlagen_Systeme/Modul2_Energieberatung/modul2_energieberatung_node.html</p> <p>Bundesförderung für effiziente Gebäude</p> <p>https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Sanie-rung_Nichtwohngebaeude/Anlagen_zur_Waermeerzeugung/anlagen_zur_waermeerzeugung_node.html</p> <p>Förderschwerpunkt Machbarkeitsstudie der Kommunalrichtlinie</p> <p>https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderpro-gramme/kommunalrichtlinie/erstellung-von-machbarkeitsstu-dien</p>
Umsetzungsverantwortung	ZA4
Akteure	zuständige Bauämter
Flankierende Projekte	ED2b, ES1c

Hinweise

Belegung aller TUM-Dächer mit Photovoltaik Anlagen im Rahmen der technischen und rechtlichen Möglichkeiten

ES2a

Transformationsfeld

Energieversorgung

Ziel

Umstellung der Stromversorgung auf regenerative Energiequellen und Erhöhung des Eigenanteils zur Stromerzeugung

Ausgangslage

Die Gesamtbruttoleistung der an den Campus Garching, Freising und Straubing installierten PV-Anlagen beträgt im September 2023 336,3 kWp. Im Herbst 2023 wurden weitere PV-Module mit 1.715 kWp auf den Dachflächen am Campus Garching installiert. Der von den PV-Anlagen erzeugte Strom wird in das Standortnetz eingespeist, über dieses verteilt und vor Ort verbraucht. Eine Einspeisung in das Netz der allgemeinen Versorgung findet nicht statt. Mit dem neuen Koalitionsvertrag für die Legislaturperiode 2023-2028 hat sich der Freistaat Bayern dazu verpflichtet das PV-Potential auf sämtlichen staatlichen Gebäuden bis 2025 voll auszuschöpfen. Dies betrifft auch die verfügbaren Dachflächen der TUM.

Typ

technisch

Einführung

Kurzfristig (0-3 Jahre)

Dauer

Mittel

Beschreibung

Die TUM plant im Rahmen des Sonderprogramm PV auf staatlichen Dächern die zur Verfügung stehenden Dachflächen im Rahmen der technischen und rechtlichen Möglichkeiten mit PV-Modulen auszustatten. Die erzeugte Menge soll vollständig im Campusnetz verbraucht werden. Die Fortführung der Belegung der Dächer mit PV über das Sonderprogramm hinaus nach 2026 soll weitergeführt werden. Die Installation von PV-Anlagen auf Neubauten erfolgt verpflichtend im Rahmen des GEG.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

0 <i>MWh pro Jahr</i>	Durch die Ausstattung der TUM-Dachflächen entstehen keine Energieeinsparungen.
gering <i>tCO₂e pro Jahr</i>	Auch direkte THG-Einsparungen (in Scope 1 und 2) sind nicht zu verzeichnen, da der eingekaufte Strom bereits 100 % Ökostrom ist. Indirekte Einsparungen können in der Vorkette (Scope 3) realisiert werden.
Handlungsschritte	<p>Identifikation der Dachflächen auf denen der Dachzustand und Denkmalschutz eine Belegung mit PV-Anlagen zulässt</p> <p>Kommunikation mit den zuständigen Denkmalschutzbehörden zur Nutzung der Denkmal Geschützen Dachflächen</p> <p>Installation und Anschluss von PV-Anlagen</p>
Erfolgsindikatoren	Installierte Leistung in kWp

Gesamtaufwand	Mittel über das Sonderprogramm des Freistaat Bayern bis 2026 von 7,2 Mio. EUR Folgend ab 2027 ca. 1,2 Mio. pro Jahr
Finanzierungsansatz	Sonderprogramm PV auf staatlichen Dächern
Umsetzungsverantwortung	ZA4
Akteure	ZA4
Flankierende Projekte	ES2b

Hinweise

Transformationsfeld Energieversorgung

Ziel Umstellung der Stromversorgung auf regenerative Energiequellen und Erhöhung des Eigenanteils zur Stromerzeugung

Ausgangslage

Der geringe Anteil an PV-Anlagen bis in das Jahr 2023 auf TUM-Dächern führte zur Idee der Gründung einer TUM-Energiegenossenschaft, um die Finanzierung aus der TUM-Familie heraus zu ermöglichen.

Typ	partizipativ	Einführung	Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer	Mittel
------------	--------------	-------------------	-------------------------	--------------	--------

Beschreibung

Es besteht die Idee der Gründung einer Energiegenossenschaft aus der TUM-Belegschaft und Studierendenschaft, um regenerativen Strom für die TUM aus der TUM-Community heraus bereitzustellen. Das Konzept soll angelehnt sein an Bürger-Energiegenossenschaften.

Das TUM Sustainability Office unterstützt die Initiative, die aber weitestgehend selbstverwaltend ist.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

<p>n/a <i>MWh pro Jahr</i></p>	<p>Keine direkten THG-Einsparungen, da eingekaufter Strom bereits 100 % Ökostrom ist. Wird aber relevant, sollten sich die Grundlagen des GHG-Protokolls ändern und nur noch der location-based Ansatz bei der Berechnung der Emissionen angewandt werden.</p>
<p>n/a <i>tCO_{2e} pro Jahr</i></p>	
Handlungsschritte	<p>Rechtliche Prüfung, inwiefern sich die TUM an einer Gründung der TUM-Energiegenossenschaft beteiligen kann</p>
Erfolgsindikatoren	<p>Gründung der Energiegenossenschaft Aufbau der organisatorischen Struktur Bau von eigenen Stromerzeugungsanlagen Lieferung von regenerativem Strom an die TUM</p>
Gesamtaufwand	<p>n/a</p>
Finanzierungsansatz	<p>Genossenschaftsmodell</p>
Umsetzungsverantwortung	<p>Projektteam der Initiative TUM Energiegenossenschaft</p>

Akteure	Studetisches Referat für Umwelt, Fachschaft Maschinenbau, Lehrstuhl für Gebäudetechnologie und klimagerechtes Bauen
----------------	--

Flankierende Projekte	ES2a
------------------------------	------

Hinweise

5.2 Projekte Energieverbrauch

Evaluation und Konzeption zur Reduktion der Vor- und Rücklauftemperaturen im internen Wärmenetz am Campus Weihenstephan für die Auslegung des öffentlichen Fernwärmenetzes auf erneuerbare Energien

ED1a

Transformationsfeld Energieverbrauch

Ziel Optimierung der Versorgungs- und Gebäudetechnik zur Steigerung der Energieeffizienz

Ausgangslage

Ein Großteil der Gebäude am TUM Campus Weihenstephan wird über öffentliche Fernwärme versorgt, die lt. Versorger bis 2035 zu 100 % aus erneuerbaren Quellen gewonnen werden soll. Das baulich getrennte Subnetz der TUM wird aktuell mit hohen Temperaturen (max. ca. 130 °C VL / 70 °C RL) betrieben, da die Technik der Gebäude derzeit dieses Temperaturniveau erfordert.

Typ | technisch

Einführung | Mittelfristig (4-7 Jahre)

Dauer | Lang

Beschreibung

Der Fernwärme-Versorger setzt seine Bemühungen lt. eigener Aussage fort, einen umfassenden Transformationsplan für sein Fernwärmenetz zu entwickeln. Dabei ist das Ziel die gesamte Wärmeversorgung in Freising bis spätestens 2035 aus 100 % erneuerbaren Energiequellen zu gewährleisten. Die TUM gehört zu den bedeutenden Abnehmern der Fernwärme und ist mit dem derzeitigen Temperaturniveau nicht optimal auf die Anforderungen eines vollständig erneuerbaren Energiesystems abgestimmt. Daher bedarf es einer eingehenden Untersuchung, um festzustellen, welche Maßnahmen ergriffen und finanziert werden müssten und können, um die Temperaturen des TUM-Netzes auf ein geeignetes Niveau zu senken. Zu den Maßnahmen zählen beispielsweise die energetische Sanierung von Gebäuden oder der Austausch bisheriger Technik und Infrastruktur wie Wärmetauscher und Leitungen

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a
MWh pro Jahr

ca. 4.000
tCO₂e pro Jahr

THG-Einsparpotenzial aus ca. 25 GWh bezogener konventioneller Fernwärme aus dem öffentlichen Fernwärmenetz

Handlungsschritte

Energetische Sanierung der am Wärmenetz angeschlossenen Gebäude zur Reduktion der benötigten VL-Temperatur

Weitere Maßnahmen zur Reduktion des Wärmebedarfs der Gebäude

Ggf. Erneuerung der Wärmetauscher zur effizienteren Wärmeübergabe an das TUM-interne Netz

Erfolgsindikatoren	Reduktion des Temperaturniveaus
Gesamtaufwand	>> 3 Mio. EUR
Finanzierungsansatz	<p>Bundesförderung für effiziente Wärmenetze https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienzwegweiser/energieeffizienzwegweiser_node.html</p> <p>Bundesförderung für effiziente Gebäude https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Sanierung_Nichtwohngebaeude/sanierung_nichtwohngebaeude_node.html</p> <p>Förderschwerpunkt Machbarkeitsstudie der Kommunalrichtlinie https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie/erstellung-von-machbarkeitsstudien</p>
Umsetzungsverantwortung	ZA4
Akteure	Staatliches Bauamt Freising, Sustainability Office
Flankierende Projekte	ED1c, ED2b

Hinweise

Ersatz des Teilbereichs Dampfheizung im Wärmenetz am Campus München

ED1b

Transformationsfeld Energieverbrauch

Ziel Optimierung der Versorgungs- und Gebäudetechnik zur Steigerung der Energieeffizienz

Ausgangslage

Teilbereiche der Wärmeverteilung am TUM-Campus München erfolgen mit der veralteten und energetisch nicht mehr effizienten Technologie, Dampfheizbetrieb. Ein Großteil der Wärmelieferung erfolgt durch die GETEC Wärme und Effizienz GmbH Nord im Rahmen des 20-jährigen Energieliefer-Contracting. Die Bereitstellung der Nahwärme durch den Contractor erfolgt über bilanzielles Biome- than. Derzeit werden zusätzlich noch ca. 5 GWh Erdgas zur Dampferzeugung in Einzelanlagen ver- brannt.

Typ	technisch	Einführung	Mittelfristig (4-7 Jahre)	Dauer	Lang
------------	-----------	-------------------	---------------------------	--------------	------

Beschreibung

Es soll die vollständige Umstellung vom Heißdampfbetrieb auf das Warmwassernetz für die Erzeu- gung der Raumwärme erfolgen. Darüber hinaus wird eine Reduzierung der Netztemperaturen und Verbesserung der Regelfähigkeit sowie Anpassung der Heizflächen (Abhängigkeit von ED2b) verfolgt.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Die Endenergieeinsparung ist abhängig vom Wirkungsgrad der jeweiligen Anlagen und der Substitution von Wasserdampf als Trägermedium.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	Nach gegenwärtigem Kenntnisstand wird von einer Energieein- sparung von über 10 % maßgeblich über die verbesserte Regel- fähigkeit angenommen.
Handlungsschritte	
Erfolgsindikatoren	Reduzierung des Endenergieeinsatzes
Gesamtaufwand	Investitionskosten: neue Regelungstechnik und ggf. Infrastruk- tur Reduzierung der Energiebewirtschaftungskosten, marktabhän- gig
Finanzierungsansatz	Bundesförderung für Energieberatung bei Nichtwohngebäuden, Anlagen und Systeme

	<p>https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieberatung/Nichtwohngebaeude_Anlagen_Systeme/Modul2_Energieberatung/modul2_energieberatung_node.html</p> <p>Bundesförderung für effiziente Gebäude</p> <p>https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Sanierung_Nichtwohngebaeude/sanierung_nichtwohngebaeude_node.html</p> <p>Förderschwerpunkt Machbarkeitsstudie der Kommunalrichtlinie</p> <p>https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie/erstellung-von-machbarkeitsstudien</p> <p>Ggf. Bundesförderung für effiziente Wärmenetze</p> <p>https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermetetze/Effiziente_Waermetetze/effiziente_waermetetze_node.html</p>
Umsetzungsverantwortung	ZA4
Akteure	Sustainability Office, Taskforce Sustainable Campus Development
Flankierende Projekte	ES1b, ED2a, ED2b

Hinweise

Evaluation und Konzeption zur Reduktion der Vor- und Rücklaufemperaturen im internen Wärmenetz des Campus Garching

ED1c

Transformationsfeld Energieverbrauch

Ziel Optimierung der Versorgungs- und Gebäudetechnik zur Steigerung der Energieeffizienz

Ausgangslage

Die Verteilung der Wärme am Campus Garching erfolgt über ein campusweites Heißwasser-Fernwärmenetz. Das Netz kann dabei in zwei Netzabschnitte Primärnetz-Stammleitung und Primärnetz-Entlastungsleitung sowie ein Subnetz aufgeteilt werden. Die Wärmeversorgung der einzelnen Liegenschaften erfolgt indirekt in den Übergabestationen. Das Heißwasser-Fernwärmenetz in allen drei Netzabschnitten wird aktuell auf einem hohen Temperaturniveau betrieben. Die eingestellte maximale Vorlauftemperatur aus dem Heizkraftwerk beträgt 140 °C. Das Verteilnetz ist teilweise energetisch nicht mehr effizient, die Übergabestationen sind überwiegend veraltet, die zentrale Fördertechnik entspricht ebenfalls nicht mehr dem aktuellen Stand der Technik.

Typ | strategisch

Einführung | Mittelfristig (4-7 Jahre)

Dauer | Lang

Beschreibung

Eine der zentralen ingenieurtechnischen Herausforderungen besteht darin, das Temperaturniveau des Wärmenetzes erheblich abzusenken. Die Absenkung erfordert umfangreiche technische Anpassungen und Modifikationen, welche u.a. eine hydraulische Ertüchtigung des Verteilnetzes durch Anpassungen der Rohrleitungen und Pumpsysteme, sowie Anpassungen der Wärmetauscher oder anderen Komponenten inkludiert. Die einzelnen konkreten baulichen Maßnahmen, deren Kosten und die Finanzierung der Umsetzung gilt es für alle Netzabschnitte individuell zu bestimmen und anzupassen, um eine Absenkung des Temperaturniveaus gewährleisten zu können.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

<p>ca. 2.000 <i>MWh pro Jahr</i></p>	<p>Durch die Absenkung der Netztemperatur können Energieeinsparungen erzielt werden, da für die Bereitstellung der niedrigeren Netztemperatur technologisch weniger Primärenergie benötigt wird. Zudem verringern sich Energieverluste im Verteilnetz. Das konkrete Einsparpotenzial wird derzeit im Zuge der Energieversorgungsausschreibung ermittelt und wird auf ca. 2 GWh geschätzt. Die THG-Einsparungen ergeben sich aus dem Projekt ES1a.</p>
<p>0 <i>tCO₂e pro Jahr</i></p>	
<p>Handlungsschritte</p>	<p>Prüfung der im Rahmen der Energieversorgungsausschreibung Garching entwickelten Versorgungskonzepte</p> <p>Prüfung des Finanzierungsansatz für die selbstständige Umsetzung seitens TUM</p>
<p>Erfolgsindikatoren</p>	<p>Bestandteil des Gesamtkonzepts der Energieversorgung am Campus Garching (ES1a)</p>

Gesamtaufwand	Bestandteil des Projekts ES1a
Finanzierungsansatz	Bestandteil des Projekts ES1a ggf. Bundesförderung für effiziente Wärmenetze https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html
Umsetzungsverantwortung	ZA4
Akteure	Sustainability Office, Taskforce Sustainable Campus Development
Flankierende Projekte	ES1a, ED2b

Hinweise

Evaluation und Konzeption für die sukzessive Sanierung und Nachrüstung der Belüftungs- und Heizungstechnik an allen Standorten

ED1d

Transformationsfeld Energieverbrauch

Ziel Optimierung der Versorgungs- und Gebäudetechnik zur Steigerung der Energieeffizienz

Ausgangslage

Der Sanierungsstau der Liegenschaften der TUM stellt eine große Hürde für eine angestrebte klimaneutrale Versorgung der Gebäude dar. Sanierungsmaßnahmen werden abhängig vom baulichen Zustand, Nutzungsanforderungen und in Abstimmung mit den Bauämtern priorisiert und angestoßen. Für einen klimaneutralen Gebäudebestand muss die Sanierungsgeschwindigkeit und -effizienz deutlich erhöht werden.

Typ | technisch

Einführung |

Mittelfristig (4-7 Jahre)

Dauer |

Lang

Beschreibung

Im Bereich der Gebäudetechnik soll kontinuierlich an der Optimierung hin zu einem bedarfsorientierten Betrieb der Anlagen für Heizen, Kühlen und Belüftung gearbeitet werden. Dazu gehört u.a. ein hydraulischer Abgleich aller Heizungsanlagen, der Einbau von energieeffizienten Pumpen in Heizungsanlagen oder von energieeffizienten Ventilatoren/Antrieben in Lüftungs- und Klimaanlage, um Stromersparungen zu erzielen. Es gilt die Gebäudetechnik an allen TUM-Standorten hinsichtlich der Wärme-, Kälte- und Belüftungsanforderungen zu prüfen, um konkrete Schwachstellen und Einsparpotenziale zu identifizieren. Auf Basis der Ergebnisse soll ein gesamtheitliches Sanierungs- und Nachrüstungskonzept erstellt und umgesetzt werden.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a
MWh pro Jahr

n/a
tCO₂e pro Jahr

Durch die Sanierung und Optimierung von Belüftungs- und Heizungstechnik sollen sich Energieeinsparungen und dadurch geringere THG-Emissionen ergeben. Die Einsparungen sind jedoch zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht quantifizierbar.

Handlungsschritte

Bestandsanalyse: Bewertung und Identifizierung von Schwachstellen und Einsparpotenzialen
 Bedarfsanalyse unter Berücksichtigung von Energieeffizienz und Komfortanforderung
 Konzeptentwicklung für die Sanierung, Nachrüstung und Finanzierung dieser
 Hydraulischer Abgleich

Erfolgsindikatoren

Eingesparte Energie und eingesparte THG-Emissionen (derzeit nicht abschätzbar)
 Inklusion von Ergebnissen aus ED2b

Gesamtaufwand	ca. 3 Mio. EUR pro Jahr Personalstellen: 1 VZÄ (Ingenieur zur Koordination)
Finanzierungsansatz	Förderschwerpunkt Sanierung und Nachrüstung von raumluftechnischen Anlagen der Kommunalrichtlinie https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie/sanierung-und-nachruestung-von-raumluftechnischen-anlagen Bundesförderung für effiziente Gebäude https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Sanierung_Nichtwohngebaeude/sanierung_nichtwohngebaeude_node.html
Umsetzungsverantwortung	ZA4
Akteure	Sustainability Office, Taskforce Sustainable Campus Development
Flankierende Projekte	ED1a, ED1b, ED1c, ED2a, ED2b

Hinweise

Prüfung und ggf. Einführung einer bedarfsgerechten und witterungsgeführten Steuerung der Belüftungs- und Heizungstechnik in den Gebäuden aller Standorte

ED1e

Transformationsfeld Energieverbrauch

Ziel Optimierung der Versorgungs- und Gebäudetechnik zur Steigerung der Energieeffizienz

Ausgangslage

Die aktuelle Belüftungs- und Heizungstechnik in einem Großteil der Räume der TUM ist nicht ausreichend an die jeweiligen Bedürfnisse der Nutzer und die aktuellen Witterungsbedingungen angepasst. Derzeit ist keine zentrale Steuerung der Technologien der Raumheizrichtungen möglich.

Typ	technisch	Einführung	Langfristig (>7 Jahre)	Dauer	Lang
------------	-----------	-------------------	------------------------	--------------	------

Beschreibung

Im Bereich der Gebäudetechnik soll kontinuierlich an der Optimierung hin zu einem bedarfsorientierten und witterungsgeführten Betrieb der Anlagen für Heizen, Kühlen und Belüftung gearbeitet werden. Neben der Sanierung und Nachrüstung der Anlagen (ED1d) gehört dazu auch eine intelligente Steuerung der Heizungs- und Belüftungstechnik, welche ein digitales Auslastungskonzept/ Raumnutzungskonzept für Hörsäle und Arbeitsräume voraussetzt. Bestandteil einer bedarfsgerechten Steuerung können zum Beispiel die Absenkung der Beheizung der Räumlichkeiten am Wochenende oder in der Nacht sein. Für eine witterungsgeführte Steuerung werden zusätzlich meteorologische Daten herangezogen, nach denen die Steuerung angepasst werden kann.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

ca. 6.000 <i>MWh pro Jahr</i>	Durch eine bedarfsgerechte und witterungsgeführte Steuerung der Belüftungs- und Heizungstechnik können Energieeinsparungen erzielt werden, indem weniger Primärenergie verbraucht wird, da die Heiz- und Belüftungslast reduziert wird. Dadurch ergeben sich außerdem THG-Einsparungen und Einsparungen der Betriebskosten.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	
Handlungsschritte	Einführung eines zentralen und digitalisierten Raumbuchungs- bzw. Raummanagements Bestandsanalyse: Erfassung (Heizkörper und Ventile) aller Gebäude Zentrale, intelligente Steuerung der Gebäudetechnik wo möglich
Erfolgsindikatoren	Energieeinsparung
Gesamtaufwand	ca. 1,25 Mio. EUR pro Jahr

Finanzierungsansatz	<p>Förderschwerpunkt Sanierung und Nachrüstung von raumluftechnischen Anlagen der Kommunalrichtlinie</p> <p>https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie/sanierung-und-nachruetzung-von-raumluftechnischen-anlagen</p> <p>Bundesförderung für effiziente Gebäude https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Sanierung_Nichtwohngebaeude/sanierung_nichtwohngebaeude_node.html</p> <p>Sonderprogramm „Energetische Sanierung staatlicher Gebäude des StMB</p> <p>https://www.efre-bayern.de/foerderung/foerderbereich-2-klima-und-umweltschutz/energieeffizienz-in-staatlichen-infrastrukturen/</p>
Umsetzungsverantwortung	ZA4
Akteure	Sustainability Office, IT, Taskforce Sustainable Campus Development
Flankierende Projekte	ED1d, ED2b, ED4b

Hinweise

Evaluation und Konzeption für sukzessiven Austausch alter Leuchtmittel für Innen- und Außenbeleuchtung

ED1f

Transformationsfeld Energieverbrauch

Ziel Optimierung der Versorgungs- und Gebäudetechnik zur Steigerung der Energieeffizienz

Ausgangslage

Im Großteil der TUM-Gebäude erfolgt die Beleuchtung in den Büros mittels herkömmlicher Leuchtstoffröhren. Es liegt keine Bestandsaufnahme von bereits verbauten LED-Leuchtmitteln vor.

Typ | technisch

Einführung | Kurzfristig (0-3 Jahre)

Dauer | Lang

Beschreibung

Im Rahmen des Projekts wird ein ganzheitlicher Ansatz verfolgt, um die Beleuchtung sowohl in Innenräumen als auch im Freien zu optimieren. Dies umfasst die Identifizierung von Standorten mit veralteten Leuchtmitteln, die Planung und Priorisierung des Austauschs, die Beantragung von Fördermitteln für den Austausch über die Kommunalrichtlinie, die Beschaffung von hochwertigen LED-Leuchtmitteln und die Installation durch qualifiziertes Fachpersonal.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Der Austausch von herkömmlichen Leuchtmitteln durch LED-Beleuchtung kann den Energieverbrauch reduzieren und somit THG-Emissionen und Betriebskosten senken. Das Energieeinsparpotenzial des Austauschs veralteter Leuchtmittel kann zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht gesamtheitlich quantifiziert werden und soll im Zuge des Projektes ermittelt werden. Gemäß ersten Schätzungen könnten bei einem Austausch pro Leuchtmittel ca. 38 kWh pro Jahr eingespart werden. Für den Austausch der Leuchtmitteln durch LEDs in einem der Gebäudefinger des Maschinenwesens in Garching wird von einer Energieeinsparung von 1.795 kWh pro Jahr ausgegangen.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	
Handlungsschritte	Bestandanalyse und Identifizierung der Reihenfolge für einen sukzessiven Austausch der Leuchtmittel in Zusammenhang mit Projekt ED1g Beantragung der Fördermittel für den Austausch Auswahl von hochwertigen LED Ausschreibung und Vergabe für die Installation durch qualifiziertes Fachpersonal
Erfolgsindikatoren	Austausch in mind. 3 Gebäuden pro Jahr über Förderprogramme

	weitere in Eigenfinanzierung durch Umbauten
Gesamtaufwand	Beispielhafte Schätzung der Investitions- und Montagekosten für den Austausch der Leuchtmittel durch LED in einem Gebäudefinger des Maschinenwesens in Garching: 155.344,00 EUR
Finanzierungsansatz	<p>Förderschwerpunkt Sanierung von Außen- und Straßenbeleuchtung der Kommunalrichtlinie</p> <p>https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie/sanierung-von-aussen-und-strassenbeleuchtung/zeit-oder-praesenzabhaengig-geregelte-aussen-und-strassenbeleuchtung</p> <p>Förderschwerpunkt Sanierung von Innen- und Hallenbeleuchtung der Kommunalrichtlinie</p> <p>https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie/sanierung-von-innen-und-hallenbeleuchtung</p> <p>Bundesförderung für effiziente Gebäude https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Sanierung_Nichtwohngebaeude/sanierung_nichtwohngebaeude_node.html</p> <p>Sonderprogramm „Energetische Sanierung staatlicher Gebäude des StMB</p> <p>https://www.efre-bayern.de/foerderung/foerderbereich-2-klima-und-umweltschutz/energieeffizienz-in-staatlichen-infrastrukturen/</p>
Umsetzungsverantwortung	ZA4
Akteure	Sustainability Office, Lehrstuhl Energiesysteme, Taskforce Sustainable Campus Development
Flankierende Projekte	ED1g, ED2b

Hinweise

Identifikation der Potenziale zur bedarfsgerechten Regelungs- und Steuerungstechnik der Beleuchtung der Sanitäreinrichtungen und Verkehrsflächen

ED1g

Transformationsfeld Energieverbrauch

Ziel Optimierung der Versorgungs- und Gebäudetechnik zur Steigerung der Energieeffizienz

Ausgangslage

Bisher ist nicht bekannt, zu welchen Anteilen die Beleuchtungssteuerung in den Fluren und Gängen an der TUM schon automatisch/halbautomatisch betrieben wird. Die Beleuchtungssteuerung in Fluren und Gängen wird im Gegensatz zu Räumlichkeiten häufig vernachlässigt, bietet aber auf die Größe der TUM bezogen ein unter Umständen relevantes Einsparpotenzial, welches es zu ermitteln gilt.

Typ | strategisch

Einführung

| Kurzfristig (0-3 Jahre)

Dauer

| Kurz

Beschreibung

Das Projekt soll ermitteln, wie die Beleuchtungssteuerung in den Fluren und Gängen der TUM-Gebäude erfolgt und welches Einsparpotential sich ergibt, wenn eine automatische, bewegungsgesteuerte oder halbautomatische, zeitgesteuerte Beleuchtungssteuerung oder kombiniert erfolgt. Außerdem kann unter Umständen die Ausarbeitung einer bedarfsgerechten Steuerung (z. B. durch Verknüpfung mit meteorologischen Daten) erfolgen, damit nicht notwendige Beleuchtungszeiten vermeiden werden. Durch eine automatisierte Steuerung kann ausgeschlossen werden, dass die Beleuchtung eingeschaltet ist, wenn sich keine Personen auf den beleuchteten Flächen befinden. Dies kann bei längeren Abwesenheitszeiten, über das Wochenende oder Feiertage zu einer erheblichen Einsparung führen.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a
MWh pro Jahr

n/a
tCO₂e pro Jahr

Der Austausch von bedarfsgerechter Regelungs- und Steuerungstechnik kann den Energieverbrauch reduzieren und somit THG-Emissionen und Betriebskosten senken. Das Energieeinsparpotenzial kann zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht gesamtweitlich quantifiziert werden und soll im Zuge des Projektes ermittelt werden. Da die Stromversorgung an allen Campus Standorten über den Zukauf von Ökostrom erfolgt, sind die THG-Einsparpotenziale als gering einzustufen.

Handlungsschritte

Bestandanalyse und Identifizierung der Reihenfolge für den Einbau bedarfsgerechter Regelungs- und Steuerungstechnik in Zusammenhang mit Projekt ED1f

Beantragung der Fördermittel für den Austausch und die bedarfsgerechte Steuerung

Ausschreibung und Vergabe für die Installation durch qualifiziertes Fachpersonal

Erfolgsindikatoren	Austausch in mind. 3 Gebäuden pro Jahr über Förderprogramme (In Kombination mit ED1f)
Gesamtaufwand	Derzeit nicht abschätzbar
Finanzierungsansatz	<p>Förderschwerpunkt Sanierung von Außen- und Straßenbeleuchtung der Kommunalrichtlinie https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie/sanierung-von-aussen-und-strassenbeleuchtung/zeit-oder-praesenzabhaengig-geregelte-aussen-und-strassenbeleuchtung</p> <p>Förderschwerpunkt Sanierung von Innen- und Hallenbeleuchtung der Kommunalrichtlinie https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie/sanierung-von-innen-und-hallenbeleuchtung</p> <p>Bundesförderung für effiziente Gebäude https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Sanierung_Nichtwohngebaeude/sanierung_nichtwohngebaeude_node.html</p>
Umsetzungsverantwortung	ZA4
Akteure	Sustainability Office, Taskforce Sustainable Campus Development
Flankierende Projekte	ED1f, ED2b

Hinweise

Integration von Nachhaltigkeits- und Klimaschutzstandards in den Standardkatalog der TUM

ED1h

Transformationsfeld Energieverbrauch

Ziel Optimierung der Versorgungs- und Gebäudetechnik zur Steigerung der Energieeffizienz

Ausgangslage

Die TUM steht vor der Herausforderung die vorhandenen Campus Standorte weiter auszubauen, um den wachsenden Anforderungen an Lehr- und Forschungseinrichtungen gerecht zu werden. Es existiert bereits ein Standardkatalog der ZA4, der eine Regelausstattung von Räumen und technischen Gebäudeausrüstungen definiert. Die Themen Nachhaltigkeit und Klimaschutz spielen bisher noch keine primäre Rolle. Trotz laufender Sanierungsbemühungen und Effizienzsteigerungen wird erwartet, dass die Energieverbräuche insbesondere am Campus Garching durch Zubauten weiter ansteigen wird.

Typ | strategisch

Einführung | Kurzfristig (0-3 Jahre)

Dauer | lang

Beschreibung

Vor dem oben beschriebenen Hintergrund sollen klare und umfassende technische Anschlussbedingungen für Neubauten mit Fokus auf die Themen Klimaschutz und Nachhaltigkeit an der TUM definiert werden. Diese sollen als Leitfaden dienen und sicherstellen, dass die technische Infrastruktur in neuen Gebäuden an der TUM effizient, sicher und nachhaltig entwickelt und integriert wird. Angestrebt wird zudem eine Nachhaltigkeits-Zertifizierung aller Neubauten (z.B. DGNB, BNB).

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a
MWh pro Jahr

n/a
tCO_{2e} pro Jahr

Die Energie- und THG-Einsparungen aus diesem Projekt können zum derzeitigen Stand nicht quantifiziert werden.

Handlungsschritte

Regelmäßige Analyse bestehender Vorgaben und Normen im Standardkatalog der ZA4 durch die Taskforce Sustainable Campus Development

Regelmäßige Ausarbeitung von Vorschlägen für den Standardkatalog in den Themen Baustoffe, Energieeffizienz, Gebäudeautomatik, Umweltstandards, Heizungs- und Klimatechnik durch die Taskforce Sustainable Campus Development

Gemeinsame Evaluierung der ausgearbeiteten Inhalte durch die Taskforce und die ZA4

Erfolgsindikatoren

Integration der Vorschläge der Taskforce Sustainable Campus Development für technische Anschlussbedingungen für Neubauten in den Standardkatalog

Gesamtaufwand	-/-
Finanzierungsansatz	-/-
Umsetzungsverantwortung	Taskforce Sustainable Campus Development
Akteure	ZA4, Sustainability Office
Flankierende Projekte	

Hinweise

Energetische Bewertung der Liegenschaften und Erstellung eines Gebäudekatasters zur Identifikation einer Sanierungsreihenfolge

ED2a

Transformationsfeld Energieverbrauch

Ziel Sanierung der Gebäudehülle zur Steigerung der Energieeffizienz

Ausgangslage

Der Sanierungstau der Liegenschaften der TUM stellt eine große Hürde für eine angestrebte klimaneutrale Versorgung der Gebäude dar. Sanierungsmaßnahmen werden abhängig vom baulichen Zustand, Nutzungsanforderungen und Abstimmung mit den zugeordneten Behörden priorisiert und angestoßen. Für einen klimaneutralen Gebäudebestand muss die Sanierungsgeschwindigkeit und -effizienz unter Betrachtung des Lebenszyklus deutlich erhöht werden.

Typ	strategisch	Einführung	Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer	Kurz
------------	-------------	-------------------	-------------------------	--------------	------

Beschreibung

Um die Sanierungsmaßnahmen am Gebäudebestand der TUM mit den wirtschaftlichsten Energieeinsparpotentialen identifizieren zu können, soll eine systematische energetische Bewertung der Liegenschaften durchgeführt werden. Auf Basis dessen können geeignete Sanierungsmaßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung inklusive einer Kostenabschätzung erarbeitet werden um einen geeigneten Sanierungsfahrplan/Reihenfolge zu identifizieren und gegenüber Entscheidungsträgern in der Argumentation darzulegen.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Das Energie- und THG-Einsparpotenzial kann erst im Laufe des Projekts erfasst werden.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	
Handlungsschritte	Beauftragung eines externen Dienstleisters für die energetische Bewertung der Liegenschaften Erstellung eines Gebäudekatasters (Nutzungsart, Baualterklasse, energetischen Sanierungszustand etc.) Entwicklung eines Sanierungsfahrplans
Erfolgsindikatoren	Energetische Bewertung von 100 % der Liegenschaften
Gesamtaufwand	Anschubkosten Dienstleister von 100.000 EUR
Finanzierungsansatz	Zentrale Mittel bzw. Mittel aus dem Hochschulvertrag mit dem StMWK

	Bundesförderung für Energieberatung bei Nichtwohngebäuden, Anlagen und Systeme https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieberatung/Nichtwohngebäude_Anlagen_Systeme/Modul2_Energieberatung/modul2_energieberatung_node.html
Umsetzungsverantwortung	ZA4
Akteure	Sustainability Office, Taskforce Sustainable Campus Development
Flankierende Projekte	ED2b, ED2c

Hinweise

Gebäudesanierung mit nachhaltigen Methoden und Baustoffen nach identifizierter Sanierungsreihenfolge

ED2b

Transformationsfeld Energieverbrauch

Ziel Sanierung der Gebäudehülle zur Steigerung der Energieeffizienz

Ausgangslage

Der Sanierungstau der Liegenschaften der TUM stellt eine große Hürde für eine angestrebte klimaneutrale Versorgung der Gebäude dar. Sanierungsmaßnahmen werden abhängig vom baulichen Zustand, Nutzungsanforderungen und Abstimmung mit den zugeordneten Behörden priorisiert und angestoßen. Für einen klimaneutralen Gebäudebestand muss die Sanierungsgeschwindigkeit und -effizienz unter Betrachtung des Lebenszyklus deutlich erhöht werden.

Typ | technisch

Einführung | Mittelfristig (4-7 Jahre)

Dauer | Lang

Beschreibung

Nachdem die Sanierungsreihenfolge identifiziert wurde (vgl. ED2a), sollen die Sanierungsmaßnahmen mit den wirtschaftlichsten Energieeinsparpotentialen in die Umsetzung gebracht werden. Den Planungs- und Umsetzungsprozess wird die Taskforce Sustainable Campus Development begleiten.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Die einzelnen Energieeinsparpotentialen werden im Zuge des Projekts ED2a quantifiziert. Es wird insbesondere mit Energieeinsparungen im Bereich des Wärme- und Kälteverbrauchs gerechnet.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	
Handlungsschritte	Im Anschluss an Projekt ED2a Prüfung von Bundes- und Landesförderungen und Klärung der Finanzierung mit dem Freistaat Bayern
Erfolgsindikatoren	Bedarfsbezogene Sanierungsrate von >2 % jährlich (ab 2024 gemäß GEG) Umsetzung der vorgeschlagenen Sanierungsreihenfolge Grenzwert in kgCO ₂ e pro m ² und Jahr inkl. der Gebäudetechnik (siehe ED1d)
Gesamtaufwand	Abhängig von der energetischen Analyse und der Erstellung eines Sanierungsfahrplans des Gebäudebestands

Finanzierungsansatz	<p>Bundesförderung für Energieberatung bei Nichtwohngebäuden, Anlagen und Systeme https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieberatung/Nichtwohngebaeude_Anlagen_Systeme/Modul2_Energieberatung/modul2_energieberatung_node.html</p> <p>Bundesförderung für effiziente Gebäude</p> <p>https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Sanierung_Nichtwohngebaeude/sanierung_nichtwohngebaeude_node.html</p> <p>Sonderprogramm „Energetische Sanierung staatlicher Gebäude des StMB</p> <p>https://www.efre-bayern.de/foerderung/foerderbereich-2-klima-und-umweltschutz/energieeffizienz-in-staatlichen-infrastrukturen/</p>
Umsetzungsverantwortung	ZA4
Akteure	Staatliche Bauämter, Taskforce Sustainable Campus Development (begleitend)
Flankierende Projekte	ED1a, ED1b, ED1c, ED1d, ED1e, ED1f, ED1g, ED2a, ED3a, ED4a, ED4b

Hinweise

Regelmäßiges Update der energetischen Bewertung der Liegenschaften (Monitoring des Sanierungsbedarfs)



Transformationsfeld Energieverbrauch

Ziel Sanierung der Gebäudehülle zur Steigerung der Energieeffizienz

Ausgangslage

Der Sanierungsstau der Liegenschaften der TUM stellt eine große Hürde für eine angestrebte klimaneutrale Versorgung der Gebäude dar. Sanierungsmaßnahmen werden abhängig vom baulichen Zustand, Nutzungsanforderungen und Abstimmung mit den zugeordneten Behörden priorisiert und angedrängt. Für einen klimaneutralen Gebäudebestand muss die Sanierungsgeschwindigkeit und -effizienz unter Betrachtung des Lebenszyklus deutlich erhöht werden.

Typ	Controlling / Lenkungsinstrument	Einführung	Mittelfristig (4-7 Jahre)	Dauer	Lang
------------	----------------------------------	-------------------	---------------------------	--------------	------

Beschreibung

Damit eine langfristige und nachhaltige Sanierungsstrategie verfolgt werden kann ist ein Monitoring des Sanierungsbedarfs des Gebäudebestandes notwendig. Dazu muss in zu definierenden Abständen der energetische Zustand der Gebäude bewertet werden. Im Zuge dessen soll eine aktuell gehaltene Datenbank entwickelt und gepflegt werden, welches den aktuellen Sanierungszustand der Liegenschaften der TUM vereinfacht darstellt.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Keine direkten Energie- und THG-Einsparungen
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	
Handlungsschritte	Im Anschluss an Projekt ED2a und kontinuierlich im Zusammenhang mit ED2b Erstellung einer Datenbank welche den Sanierungszustand der TUM-Liegenschaften darstellt Kontinuierliche Pflege der Datenbank zum Sanierungszustand der TUM-Liegenschaften
Erfolgsindikatoren	Erstellung einer Datenbank zur Übersicht der Sanierungszustände der TUM-Liegenschaften
Gesamtaufwand	noch nicht abschätzbar
Finanzierungsansatz	Zentrale Mittel

Umsetzungsverantwortung	ZA4 (Energiemanagerin oder Energiemanager)
Akteure	Staatliche Bauämter, Sustainability Office, Taskforce Sustainable Campus Development (begleitend)
Flankierende Projekte	ED2a, ED2b

Hinweise

Enge Kooperation mit den relevanten staatlichen Stellen zur Einführung einer lebenszyklusbasierten Kostenermittlung für Vergaben im Hochschulbau und Integration als Entscheidungsgrundlage bei der Vergabe von Bau- und Sanierungsvorhaben

ED3a

Transformationsfeld Energieverbrauch

Ziel Lebenszyklusbasierte Kostenermittlung als Grundlage der Vergabe von Bauvorhaben

Ausgangslage

Der Freistaat Bayern berücksichtigt derzeit bei der Vergabe von Bauvorhaben ausschließlich die Investitionskosten und nicht die Gesamtkosten über den Lebenszyklus. Die laufenden Betriebskosten der Gebäude werden bislang nicht in die Entscheidungsfindung einbezogen, wodurch bedeutende Möglichkeiten zur Kosten-, Energie- und Treibhausgaseinsparung während der Gebäudenutzung ungenutzt bleiben. Die TUM hat keine Möglichkeiten diesen Prozess direkt umzugestalten und dieses Defizit zu beheben.

Typ	strategisch	Einführung	Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer	Mittel
------------	-------------	-------------------	-------------------------	--------------	--------

Beschreibung

Lebenszyklusbasierte Kostenbetrachtungen im Bau bilden die Grundlage für eine ganzheitliche Nachhaltigkeitsbetrachtung von Bauvorhaben. Technologien und Bauweisen, die hohe Anfangsinvestitionen voraussetzen werden im staatlichen Bauwesen, worunter auch die TUM fällt, in den meisten Fällen im Bauprozess aufgrund der hohen Kosten ausgeschlossen. Werden aber die Lebenszykluskosten eines Gebäudes als Bemessungsgröße der Gesamtkosten herangezogen, kann sich ein vollständiges Kostenbild ergeben. Durch geringere Betriebskosten ergeben sich über den Lebenszyklus hinweg ökonomische Vorteile für die Gesamtkosten eines Gebäudes.

Durch ausgearbeitete Empfehlungen seitens der TUM sollen die Akteure auf Seiten des Freistaates Bayern dazu bewegt werden Lebenszyklusbasierte Kosten als Entscheidungsgrundlage für Bauvorhaben der TUM zu berücksichtigen, damit diese bei der Vergabe von Bau- und Sanierungsvorhaben Anwendung finden können.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Energie und THG-Einsparungen ergeben sich indirekt durch die Lebenszyklusbetrachtungen in frühen Planungsphasen beim Bauen.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	
Handlungsschritte	Kontaktaufnahme mit den relevanten Ministerien durch das Hochschulpräsidium
Erfolgsindikatoren	Berücksichtigung einer lebenszyklusbasierten Kostenermittlung für Vergaben im Hochschulbau der TUM

Gesamtaufwand	n/a
Finanzierungsansatz	n/a
Umsetzungsverantwortung	VP Sustainable Transformation
Akteure	ZA4, Kanzler, Präsident, Sustainability Office, Sustainability Board, Taskforce Sustainable Campus Development
Flankierende Projekte	ED2b

Hinweise

Implementierung eines Energiemanagements mit adäquater personeller Ausstattung

ED4a

Transformationsfeld Energieverbrauch

Ziel Einführung eines kontinuierlichen und umfassenden Energie-Monitorings zur Optimierung und bedarfsgerechten Steuerung der Gebäudetechnik an allen Campus Standorten

Ausgangslage

Die TUM betreibt an ihren unterschiedlichen Standorten ca. 340 Gebäude (im Staatseigentum). Die Energieversorgung der Gebäude liegt in der Verantwortung der TUM. Der Strom-, Wärme- und Kälteverbrauch wird bisher noch nicht im Sinne eines Energie-Monitorings vollständig auf Gebäude- oder Nutzerebene erfasst. Dadurch können mögliche Energieeffizienzmaßnahmen noch nicht systematisch identifiziert werden.

Typ	strategisch	Einführung	Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer	Kurz
------------	-------------	-------------------	-------------------------	--------------	------

Beschreibung

Ein effektives Energiemanagement soll es ermöglichen den Energieverbrauch in den verschiedenen Gebäuden detailliert zu erfassen, zu überwachen und zu optimieren. Dies wird durch die Einführung eines umfassenden Energie-Monitoringsystems erreicht, welches Teil des Energiemanagements ist. Die erstmalige Einrichtung eines Energiemanagements kann über die Kommunalrichtlinie zu 70% gefördert werden. Dazu muss ein Beschluss des obersten Entscheidungsgremiums über den Aufbau und den dauerhaften Betrieb eines Energiemanagements vorliegen. Das Energiemanagement soll in der ZA4, Zentrale Technik angesiedelt werden.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Keine direkten Energie- und THG-Einsparungen
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	
Handlungsschritte	Beschluss zur Einrichtung einer Stelle zum Aufbau eines Energiemanagements nach ISO 50001 Beantragung der Fördermittel über die Kommunalrichtlinie (möglichst schnell noch die Förderung beantragen) Besetzung der Stelle der Energiemanagerin oder Energiemanager Aufbau eines Energiemanagements nach ISO 50001 Zertifizierung bis 2027 (abhängig vom Förderbescheid)
Erfolgsindikatoren	Implementierung des Energiemanagements wurde mit dem Beschluss des Klimaschutzkonzeptes beschlossen (Q1 2024)

	<p>Förderung wurde beantragt</p> <p>Geförderte Stelle, Energiemanagerin oder Energiemanager, wurde besetzt</p> <p>Zertifizierung nach ISO 50001 o.Ä. bis 2027</p>
Gesamtaufwand	<p>Ca. 780.000 EUR (förderfähige Gesamtausgaben Kommunalrichtlinie für zwei VZÄ)</p> <p>Zählernachrüstung: mind. 2 Mio. EUR am Standort Garching</p>
Finanzierungsansatz	<p>Zentrale Mittel bzw. eigen Mittel aus dem Hochschulvertrag des StMWK (Eigenmittel 30 % für 3 Jahre)</p> <p>Förderschwerpunkt Implementierung und Erweiterung eines Energiemanagements der Kommunalrichtlinie</p> <p>https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie/implementierung-und-erweiterung-eines-energiemanagements</p>
Umsetzungsverantwortung	ZA4
Akteure	Sustainability Office
Flankierende Projekte	ED2b, ED4b

Hinweise

Ausbau der vorhandenen Messinfrastruktur für eine digitale und umfassende Erfassung des Energiebedarfs der Gebäude mit Energie-Dashboard

ED4b

Transformationsfeld Energieverbrauch

Ziel Einführung eines kontinuierlichen und umfassenden Energie-Monitorings zur Optimierung und bedarfsgerechten Steuerung der Gebäudetechnik an allen Campus Standorten

Ausgangslage

Die TUM betreibt an ihren unterschiedlichen Standorten ca. 340 Gebäude (im Staatseigentum). Die Energieversorgung der Gebäude liegt in der Verantwortung der TUM. Der Strom-, Wärme- und Kälteverbrauch wird bisher noch nicht im Sinne eines Energie-Monitorings vollständig auf Gebäudeebene erfasst. Dadurch können mögliche Energieeffizienzmaßnahmen noch nicht systematisch identifiziert werden. Zum derzeitigen Stand können die Nutzer der Gebäude ihre eigenen Energieverbräuche nicht einsehen.

Typ	Controlling / Lenkungsinstrument	Einführung	Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer	Lang
------------	----------------------------------	-------------------	-------------------------	--------------	------

Beschreibung

Ein leistungsfähiges Energie-Monitoringsystem wird in den ca. 340 Gebäuden der TUM implementiert, um den Strom-, Wärme- und Kälteverbrauch auf Gebäudeebene genau zu erfassen. Die gesammelten Daten werden vom Energiemanager kontinuierlich analysiert, um Energieeffizienzmaßnahmen zu identifizieren und potenzielle Einsparungen und Verbesserungen in die Umsetzung zu bringen.

Für die Nutzer der Gebäude können sukzessive, wo technisch möglich, benutzerfreundliche Schnittstellen entwickelt werden, um ihnen den Zugriff auf Informationen über ihren eigenen Energieverbrauch zu ermöglichen z. B. über die Entwicklung eines Energie-Dashboards.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Die Energie- und Treibhausgaseinsparungen sind erst quantifizierbar, sobald das Monitoring System etabliert und erste Energieeffizienzmaßnahmen identifiziert wurden.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	
Handlungsschritte	Im Anschluss an ED3a und mit der Einstellung einer Energiemanagerin oder eines Energiemanagers Einführung eines Energie-Monitoringsystems Energetische Bewertung und Analyse ggf. Schaffung von benutzerfreundlichen Schnittstellen
Erfolgsindikatoren	

Gesamtaufwand	ca. 2 Mio. EUR pro Jahr
Finanzierungsansatz	Zentrale Mittel bzw. eigen Mittel aus dem Hochschulvertrag des StMWK Förderschwerpunkt Implementierung und Erweiterung eines Energiemanagements der Kommunalrichtlinie https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie/implementierung-und-erweiterung-eines-energiemanagements
Umsetzungsverantwortung	ZA4 (Energiemanagerin oder Energiemanager)
Akteure	ZA4, Sustainability Office, Taskforce Sustainable Campus Development
Flankierende Projekte	ED2a, ED4a

Hinweise

Ausstattung eines Pilotgebäudes in Garching mit umfassender Sensorik zur detaillierten Messung und Analyse des Energieverbrauchs inklusive Dashboard



Transformationsfeld Energieverbrauch

Ziel Einführung eines kontinuierlichen und umfassenden Energie-Monitorings zur Optimierung und bedarfsgerechten Steuerung der Gebäudetechnik an allen Campus Standorten

Ausgangslage

Die TUM betreibt an ihren unterschiedlichen Standorten ca. 340 Gebäude (Staatseigentum). Die Energieversorgung der Gebäude liegt in der Verantwortung der TUM. Der Strom-, Wärme- und Kälteverbrauch wird bisher noch nicht im Sinne eines Energie-Monitorings vollständig auf Gebäudeebene erfasst. Dadurch können mögliche Energieeffizienzmaßnahmen noch nicht systematisch identifiziert werden. Zum derzeitigen Stand können die Nutzer der Gebäude ihre eigenen Energieverbräuche nicht einsehen.

Typ	technisch	Einführung	Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer	Kurz
------------	-----------	-------------------	-------------------------	--------------	------

Beschreibung

Das Projekt hat das Ziel, das Zentrum für Energie und Informationstechnik (ZEI) am Campus Garching zu einem Vorzeigeobjekt für Energiemonitoring und –management umzugestalten. Das Pilotprojekt soll nicht nur der Verbesserung der Energieeffizienz des ZEI dienen, sondern auch als Modell für die Implementierung eines flächendeckenden Energiemonitoring-Systems an allen Standorten. Das Projekt inkludiert die Installation und Integration einer umfassenden Sensorik, um den Energieverbrauch in Echtzeit zu erfassen. Ein maßgeschneidertes Dashboard soll entwickelt werden um Nutzerinnen und Nutzer zu sensibilisieren und Maßnahmen zur Energieeinsparung analysieren und umsetzen zu können. Desweiteren können die Erkenntnisse in Lehrformate an der TUM integriert werden. Das Pilotprojekt dient auch dazu die eingesetzte Technologie und Sensorik auf ihre Anwendbarkeit und Funktionalität zu testen, um Optimierungen vorzunehmen, bevor die Technologie an anderen Gebäuden implementiert wird. Die gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen werden für eine flächendeckende Implementierung von Energiemonitoring-Systemen an allen TUM-Standorten genutzt.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Durch den umfassenden Einsatz von Messtechnik kann der Energiebedarf des Gebäudes sehr genau erfasst werden und auf Basis dessen Energieeffizienzsteigerungen in den Bereichen Strom, Wärme und Kälte ableiten.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	

Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> Bildung eines Projektteams mit Festlegung des Zeitplans und der Meilensteine Sensorik-Auswahl und Integration Dashboard-Entwicklung Echtzeit-Monitoring, Analyse und Optimierungsmaßnahmen
--------------------------	---

	<p>Integration in Lehrformate</p> <p>Nutzerinnen und Nutzer-Schulung und Bewusstseinsbildung</p> <p>Technologieevaluation und Dokumentation der Ergebnisse</p>
Erfolgsindikatoren	<p>Ausstattung mit der entsprechenden Messtechnik</p> <p>Inbetriebnahme eines Energie-Dashboards für das Gebäude</p>
Gesamtaufwand	ca. 100.000 EUR
Finanzierungsansatz	Zentrale Mittel bzw. Mittel aus dem Hochschulvertrag mit dem StMWK
Umsetzungsverantwortung	ZA4 (Energiemanagerin oder Energiemanager)
Akteure	ZA4, Lehrstuhl für Erneuerbare und Nachhaltige Energiesysteme, Sustainability Office, Taskforce Sustainable Campus Development
Flankierende Projekte	ED4a, ED4b

Hinweise

Ausstattung des TUM Campus Straubing mit umfassender Sensorik zur detaillierten Messung und Analyse des Energieverbrauchs inklusive Dashboard

ED4d

Transformationsfeld Energieverbrauch

Ziel Lebenszyklusbasierte Kostenermittlung als Grundlage der Vergabe von Bauvorhaben

Ausgangslage

Der Strom-, Wärme- und Kälteverbrauch am Campus Straubing wird bisher noch nicht im Sinne eines Energie-Monitorings vollständig auf Gebäudeebene erfasst. Die Energieversorgung in den Gebäuden Schulgasse 22a, Petersgasse 5 und Uferstraße 53, die in der Verantwortung des Campus liegen, kann jedoch anlagen- und regelungstechnisch noch verbessert werden. Zum derzeitigen Stand kann die Liegenschaftsverwaltung die Energieverbräuche noch nicht ohne großen Aufwand einsehen, um Maßnahmen zur Energieeinsparung zu ergreifen. Die vorhandene Infrastruktur und Gebäudeleittechnik in den drei Gebäuden durch eine entsprechende Messtechnik, bieten die optimalen Voraussetzungen ein umfangreiches Messkonzept und Dashboard zu entwickeln. Die Sicherheit spielt bei der Gebäudeleittechnik dabei ebenfalls eine große Rolle für den Campus, da Fehlerquellen dadurch automatisch und frühzeitig identifiziert werden sollen, um weitreichende Folgeschäden abzuwenden.

Typ | technisch

Einführung | Kurzfristig (0-3 Jahre)

Dauer | Kurz

Beschreibung

Durch das Projekt soll der Energieverbrauch des Campus, aber insbesondere der drei genannten Gebäude detailliert erfasst werden, um die einzelnen Energieverbraucher zu identifizieren. So ist zum Beispiel aktuell nicht auswertbar, wie viel Energie (Wärme für Absorptionskältemaschinen und Strom für Kompressionskältemaschinen) zur Kühlung eingesetzt wird. Ebenfalls ist nicht bekannt, wie hoch der Energieverbrauch für Lüftungsanlagen ist.

Alle drei Gebäude sind von hohem Interesse, da sie unterschiedliche Grundvoraussetzungen erfüllen. Das Gebäude der US53 ist ein modernes Lehr und Forschungsgebäude mit Ausbildungs- und Forschungslaboren, das über eine Heiz-Kühldecke verfügt. Zur Energieversorgung stehen ein BHKW mit Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung, eine Kompressionskälteanlage, eine Anlage zur freien Kühlung und eine PV-Anlage bereit. Der Modulbau der SG22a wird als reiner Laborbau zu Forschungszwecken betrieben und über eine Luft-Wasser Wärmepumpe wärme- und kälteseitig versorgt. Gerade für besonders kalte Tage unterstützt ein Nahwärmeanschluss. Das Verwaltungsgebäude der PG5 ist ein energetisch sanierter Altbau, der über eine Sole-Wasser Wärmepumpe beheizt wird. Eine Besonderheit ist, dass die Fußbodenheizung im Sommer auch zur passiven Kühlung eingesetzt werden kann, in dem die Wärmepumpe durch einen zusätzlichen Wärmetauscher überbrückt wird und die kalte Sole die Fußbodenheizung kühlt.

Der TUM Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit soll durch das detaillierte Energiemonitoring Vorreiter für die TUM werden. Das Pilotprojekt soll nicht nur der Verbesserung der Energieeffizienz des TUMCS dienen, sondern auch als Modell für die Implementierung eines flächendeckenden Energiemonitoring-Systems an allen TUM-Standorten. Eine Schwierigkeit beim Aufbau eines Dashboards ergibt sich durch den Einsatz verschiedener Unternehmen durch welche die GLT in den einzelnen Gebäuden verbaut wurde und damit unterschiedliche Systeme. Dieses Problem besteht auch an den anderen Standorten, mit einer weit größeren Zahl an verschiedenen Systemen und Gebäuden.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Durch den umfassenden Einsatz von Messtechnik kann der Energiebedarf der Gebäude sehr genau erfasst werden und auf Basis dessen Energieeffizienzsteigerungen in den Bereichen Strom, Wärme, Kälte und Lüftung ableiten werden.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	
Handlungsschritte	<p>Vor-Ort Begehung der aktuell verbauten Technik</p> <p>Identifikation der gewünschten Auswertungsinhalte der Software für das Dashboard und Nachrüstung mit noch benötigter Hardware</p> <p>Dashboard-Entwicklung</p> <p>Echtzeit-Monitoring, Analyse und Optimierungsmaßnahmen</p> <p>Nutzerinnen und Nutzer-Schulung und Bewusstseinsbildung</p>
Erfolgsindikatoren	<p>Ausstattung mit noch benötigter Messtechnik</p> <p>Inbetriebnahme eines Energie-Dashboards für das Gebäude</p> <p>Identifikation von Einsparpotenzialen</p>
Gesamtaufwand	n/a
Finanzierungsansatz	Eigenmittel TUMCS
Umsetzungsverantwortung	Gebäudemanagement TUMCS, Klimaschutzmanager TUMCS
Akteure	TUM Sustainability Office
Flankierende Projekte	ED1e, ED4b, ED4c, ES1d

Hinweise

Entwicklung einer umfangreichen Kommunikationskampagne zu Energieeinsparmaßnahmen mit den Zielgruppen Studierende und Beschäftigte

ED5a

Transformationsfeld	Energieverbrauch
Ziel	Einbeziehung der Hochschulgemeinschaft zur Reduktion des Energieverbrauchs

Ausgangslage

Das Klimaschutzkonzept der TUM kann neben nötigen institutionellen Veränderungen nur mit breiter Unterstützung und Mitwirkung durch individuelle Verhaltensänderungen seitens der TUM-Angehörigen erfolgreich umgesetzt werden. Dies gilt auch im Bereich des Energieverbrauchs. Bis zur Erstellung des Klimaschutzkonzeptes existiert keine entsprechende (zielgruppenspezifische) Kommunikationskampagne an der TUM zu den Themen Nachhaltigkeit und Klimaschutz.

Typ	kommunikativ & partizipativ	Einführung	Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer	Lang
------------	-----------------------------	-------------------	-------------------------	--------------	------

Beschreibung

Eine umfangreiche Kommunikationskampagne mit Social-Media Beiträgen, einer spezifischen Webseite, und ggf. Printprodukten (Plakate, Bannern, Aufklebern, Hinweisschildern, etc.) stellt einen wichtigen Bestandteil in der Klimakommunikation dar. Dadurch soll jeder und jede individuell auf sein/ ihr Nutzerverhalten im Universitätsalltag angesprochen werden. Mit Anreizsystemen, Nudges, Hinweisen auf Verhaltensweisen und vor allem einer hohen Sichtbarkeit sollen die Studierenden und Beschäftigten dazu angeregt werden, Klimaschutz und Energiesparen in ihren Universitätsalltag zu integrieren.

Nudging stellt eine Möglichkeit dar das Verhalten einer Zielgruppe indirekt zu beeinflussen. Dadurch sollen die Studierenden und Beschäftigten z. B. zur Einsparung von Energie, Reduktion und Vermeidung von Abfällen bewegt werden. Entsprechende Nudging-Maßnahmen können zusammen mit den TUM Green Offices, dem Studentischen Referat für Umwelt und Verhaltensökonomischen Lehrstühlen entwickelt werden.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Durch die Kommunikationskampagne sollen die Studierenden und Beschäftigte für Klimaschutz- und Energiesparmaßnahmen in ihrem täglichen Handeln sensibilisiert werden. Durch angelegte Verhaltensänderungen ergeben sich Energieeinsparungen und dadurch THG-Einsparungen, die in ihrem Umfang jedoch aktuell nicht quantifizierbar sind.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	
Handlungsschritte	<p>Bildung eines interdisziplinären Teams für die Durchführung des Projekts</p> <p>Erfassung und Bewertung von aktuellen Verhaltensmustern anhand von Beispielen</p>

	<p>Ausarbeitung der Kommunikationskampagne und Entwicklung von Nudging-Maßnahmen mit den genannten Stakeholdern</p> <p>Formulierung von quantifizierbaren Zielen für die Messung der Auswirkungen</p> <p>Implementierung in ausgewählten und zielgruppenspezifischen Bereichen der Universität</p>
Erfolgsindikatoren	n/a
Gesamtaufwand	Abhängig vom Umfang der Einzelmaßnahmen der Kampagne
Finanzierungsansatz	<p>u.a. Personalmittel aus Folgeförderung des Klimaschutzmanagements</p> <p>Bestandspersonal im Bereich Kommunikation</p>
Umsetzungsverantwortung	Sustainability Office
Akteure	CCC, CST-Kommunikation, Kommunikationsstellen der Schools, TUM Green Offices, Studentisches Referat für Umwelt, relevante (verhaltensökonomische) Lehrstühle, Sustainability Board
Flankierende Projekte	M1b, R3a, R3c

Hinweise

Evaluation und ggf. sukzessive Einführung einer internen Leistungsverrechnung des Energieverbrauchs zur Sensibilisierung der Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger und Beschäftigten

ED5b

Transformationsfeld Energieverbrauch

Ziel Einbeziehung der Hochschulgemeinschaft zur Reduktion des Energieverbrauchs

Ausgangslage

Das Klimaschutzkonzept der TUM kann nur mit breiter Unterstützung und Mitwirkung durch individuelle Verhaltensänderungen seitens der TUM-Angehörigen erfolgreich umgesetzt werden. Dies gilt auch im Bereich des Energieverbrauchs. Die Energiekosten werden gesamtheitlich über die Universität abgerechnet und es erfolgt keine interne Leistungsverrechnung des Energieverbrauchs auf Basis der Schools bzw. Departments.

Typ	Controlling	Einführung	Mittelfristig (4-7 Jahre)	Dauer	Lang
------------	-------------	-------------------	---------------------------	--------------	------

Beschreibung

Ein Konzept für eine internen Leistungsverrechnung soll durch die Taskforce Sustainable Campus Development ausgearbeitet werden. Dabei soll zu Beginn ein Fokus auf die elektrische Energie (Strom) liegen, da im Bereich der Wärme Korrekturfaktoren für die unterschiedlichen Gebäudezustände notwendig wären.

Nudging stellt dabei eine Möglichkeit dar das Verhalten einer Zielgruppe indirekt zu beeinflussen. Dadurch sollen die Studierenden und Beschäftigten z. B. zur Einsparung von Energie, Reduktion und Vermeidung von Abfällen bewegt werden. Entsprechende Nudging-Maßnahmen können zusammen mit den TUM Green Offices, dem Studentischen Referat für Umwelt und verhaltensökonomischen Lehrstühlen entwickelt werden.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Durch das Aufzeigen der entstehenden Kosten und benötigten Energien sollen die Nutzerinnen und Nutzer für Energieeinsparungen sensibilisiert werden.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	
Handlungsschritte	Aufbauend auf Projekte ED3a und ED3b
Erfolgsindikatoren	
Gesamtaufwand	n/a
Finanzierungsansatz	n/a

Umsetzungsverantwortung	ZA4 (Energiemanagerin oder Energiemanager)
Akteure	Sustainability Office, ZA4
Flankierende Projekte	ED4a , ED4b

Hinweise

Prüfung von Intracting als Möglichkeit der internen Refinanzierung von Klimaschutzprojekten

ED6a

Transformationsfeld Energieverbrauch

Ziel Finanzierung von neuen Klimaschutzprojekten aus den Einsparungen aus durchgeführten Projekten

Ausgangslage

Klimaschutzprojekte müssen aus diversen Haushaltsmitteln finanziert werden. Auch für die TUM gelten spezifische Regelungen für öffentliche Haushalte und Finanzen. Die gesetzlichen und haushaltrechtlichen Bestimmungen lassen eine einfache Refinanzierung durch Energieeinsparungen zum derzeitigen Stand nicht zu. Dies bedeutet, dass aktuell für jedes Projekt eine eigene Finanzierungsmöglichkeit gefunden werden muss.

Typ	strategisch	Einführung	Mittelfristig (4-7 Jahre)	Dauer	Lang
------------	-------------	-------------------	---------------------------	--------------	------

Beschreibung

Intracting stellt eine noch neue Art zur Finanzierung von Klimaschutz- und Nachhaltigkeitsprojekten dar, und wird bereits an der Universität Kassel angewandt.

Aus einer Anschubfinanzierung heraus werden Energieeinsparprojekte finanziert, durch die Kosten (z. B. für den Bezug von Strom) eingespart werden. Die eingesparten Kosten werden einer internen Intracting-Kostenstelle zugeschrieben und zweckgebunden zur Finanzierung weiterer Energieeffizienzprojekte verwendet. Dadurch refinanzieren bestehende Energieeinsparprojekte neue Projekte. Bei richtiger Ausgestaltung kommt es zu einem exponentiellen Anstieg der verfügbaren Finanzmittel für Klimaschutzprojekte.

Die Möglichkeiten zur Umsetzung des Ansatzes an der TUM werden aus rechtlicher und organisatorischer Sicht geprüft.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Die Energieeinsparungen der jeweiligen Projekte müssten individuell erfasst werden um die Kosteneinsparungen zu bestimmen, welche die Grundlage für ein Intracting darstellen.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	
Handlungsschritte	Projektplanung und Stakeholder-Identifikation Prüfung der rechtlichen Rahmenbedingungen und Identifikation möglicher rechtlicher Hürden Ggf. Umsetzungskonzeption
Erfolgsindikatoren	Entscheidung über eine mögliche Umsetzung von Intracting

Gesamtaufwand	Im Falle der Umsetzung: Anschubfinanzierung ca. 10 % der durchschnittlichen jährlichen Energiekosten der Hochschule (Bsp. Uni Kassel) Personal für die Umsetzung (Intracting Management)
Finanzierungsansatz	Evaluierungsphase: Bestandspersonal Kosten im Falle der Umsetzung: n/a
Umsetzungsverantwortung	Sustainability Office
Akteure	Finanzen ZA3, Immobilien ZA4, Legal Office ZA5
Flankierende Projekte	

Hinweise

Veröffentlichungen der Uni Kassel zu Intracting:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bapi.202200007>

<https://kobra.uni-kassel.de/bitstream/handle/123456789/14371/AbschlussberichtEnEffCampusIntractingAnHochschulen2022.pdf?sequence=4>

5.3 Projekte Mobilität

Entwicklung einer TUM Travel Policy und eines Sets an Push- und Pull-Maßnahmen für nachhaltigere Dienstreisemobilität

M1a

Transformationsfeld Mobilität

Ziel Signifikante Reduzierung der dienstreisebedingten Treibhausgasemissionen

Ausgangslage

Als international vernetzte Universität ist die TUM auf die Kooperation und den Austausch mit internationalen Partnern angewiesen. Die Teilnahme an Konferenzen und Durchführung internationaler Projekte spielt für Forschende auf allen Karrierestufen eine bedeutende Rolle. Gleichzeitig verursachen Emissionen aus Dienstreisen einen signifikanten Anteil der gesamten Treibhausgasbilanz der TUM, wobei wiederum ein Großteil auf dienstliche Flugreisen zurückgeht. Die Grundlage für alle dienstlichen Reisen ist das Bayerische Reisekostengesetz (BayRKG) sowie für Auslandsdienstreisen auch die Bayerische Auslandsreiseverordnung (BayARV) und weitere zu beachtende rechtliche Bestimmungen.

Flugreisen sind aufgrund der Bayerischen Klimaschutzoffensive möglichst zu vermeiden und es ist bevorzugt auf andere, umweltverträglichere Verkehrsmittel auszuweichen. Entsprechend wurden die VV-BayRKG bereits dahingehend angepasst, dass bahnnutzungsbedingte Mehrkosten auch dann als Reisekosten ersetzt werden können, wenn bei einer alternativen Flugnutzung niedrigere Kosten anfallen würden (vgl. 3.2.1 VV-BayRKG). Daneben sind auch gegebenenfalls höhere Tagegelder und Übernachtungskosten erstattungsfähig.

Mit einem Schreiben vom Bayerischen Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst vom 01.12.2021 wurden Rechtshinweise zum Vollzug des Reisekostenrechts erlassen. Diese haben einen unmittelbaren Einfluss auf die zu leistenden CO₂-Kompensationszahlungen.

Bei der Wahl des Verkehrsmittels sollen die dienstlichen Erfordernisse, die fürsorgerechtlichen Aspekte, die Kosten sowie die Umweltauswirkungen im Einzelfall berücksichtigt werden. Flugreisen, sowie Dienstreisen mit dem eigenen PKW müssen außerdem immer gesondert begründet werden. Letztere sind darüber hinaus nur unter bestimmten Umständen vollständig erstattungsfähig. Es gilt, die Emissionen systematisch zu reduzieren und der Bereitschaft zur Nutzung von Alternativen zu Flugreisen entgegenzukommen.

Typ	Richtlinie / Policy	Einführung	Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer	Kurz
------------	---------------------	-------------------	-------------------------	--------------	------

Beschreibung

Ergänzend zu den bestehenden gesetzlichen Vorgaben soll eine TUM-Dienstreiserichtlinie erarbeitet werden, um innerdeutsche Flugreisen sowie inhereuropäische Flugreisen unter einer zu definierenden Grenze (Reisestrecke und Reisedauer) auf ein Minimum zu reduzieren und nur in begründeten Ausnahmefällen genehmigt zu bekommen.

Als Bestandteil dieser Dienstreiserichtlinie soll unter Berücksichtigung der geltenden rechtlichen Bestimmungen einerseits ein Anreizsystem für die Nutzung emissionsarmer Verkehrsmittel geschaffen werden und andererseits das Reisen mit emissionsreichen Verkehrsmitteln auf ein minimiert werden.

Sehr umfassende Partizipationsmaßnahmen sind dabei notwendig, um alle von den Änderungen betroffenen Beschäftigten der TUM für die Implementierung der Richtlinie abzuholen. Eine dauerhaft transparente Kommunikation mit Hochschulpräsidium und erweitertem Hochschulpräsidium ist ebenfalls unerlässlich.

Energie- und Treibhausgaseinsparung	
n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Die THG-Einsparungen ergeben sich indirekt aus der Reduktion von Flugreisen und sind derzeit nicht quantifizierbar.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	
Handlungsschritte	Definition von Zielen und Grenzwerten für die Reisedstrecke und -dauer Ermittlung von Fällen, in denen Flugreisen weiterhin akzeptabel sind Partizipative Entwicklung von Pull-Maßnahmen (Incentives) Partizipative Entwicklung von Push-Maßnahmen (Restriktionen) Erarbeitung einer TUM-Dienstreiserichtlinie und Aufnahme der zuvor entwickelten Maßnahmen Transparente Kommunikation an Beschäftigte
Erfolgsindikatoren	Reduktion der Anzahl an Flugreisen Reduktion der THG-Emissionen aus Flugreisen
Gesamtaufwand	Die Kosten für die Maßnahmenumsetzung können erst nach deren Entwicklung quantifiziert werden.
Finanzierungsansatz	Konzeption mit Bestandspersonal
Umsetzungsverantwortung	Sustainability Office
Akteure	Ref. 34 Zentrale Reisekostenstelle, Global & Alumni Office
Flankierende Projekte	M1b

Hinweise

Ausbau der Thinking Green-Initiative zur Kommunikationskampagne zur Steigerung des Bewusstseins für nachhaltigere Dienstreisen

M1b

Transformationsfeld Mobilität

Ziel Signifikante Reduzierung der dienstreisebedingten Treibhausgasemissionen

Ausgangslage

Als international vernetzte Universität ist die TUM auf die Kooperation und den Austausch mit internationalen Partnern angewiesen. Die Teilnahme an Konferenzen und Durchführung internationaler Projekte spielt für Forschende auf allen Karrierestufen eine bedeutende Rolle. Gleichzeitig verursachen Emissionen aus Dienstreisen einen signifikanten Anteil der gesamten Treibhausgasbilanz der TUM, wobei wiederum ein Großteil auf dienstliche Flugreisen zurückgeht. Die Grundlage für alle dienstlichen Reisen ist das Bayerische Reisekostengesetz (BayRKG) sowie für Auslandsdienstreisen auch die Bayerische Auslandsreiseverordnung (BayARV) und weitere zu beachtende rechtliche Bestimmungen. Trotz dieser bestehenden Bestimmungen werden die Treibhausgasemissionen bei der Wahl des Verkehrsmittels für die Dienstreise zumeist noch nicht ausreichend berücksichtigt. Insbesondere für Kurzstrecken bestehen keine Anreizsysteme z. B. die Bahn einem Flug vorzuziehen. Es gilt, die Emissionen systematisch zu reduzieren und der Bereitschaft zur Nutzung von Alternativen zu Flugreisen entgegenzukommen.

Die Thinking Green-Initiative des TUM Global & Alumni Office zeigt derzeit beispielhaft Reisen von Studierenden, die sich intensive Gedanken zu umweltfreundlichem Reisen im Rahmen ihrer Auslandsaufenthalte gemacht haben. In Form von Reiseberichten werden die Geschichten der Reisenden für andere Studierende erzählt und sollen vermitteln, wie umweltbewusstes Reisen auch im Auslandssemester möglich ist und man dabei noch viele Erlebnisse haben kann. Im Rahmen des Erasmusprogramms ist auch eine finanzielle Incentivierung bei nachhaltigen Reisen in das Auslandssemester geboten. Um möglichst viele Studierende zu umweltbewusstem Reisen zu motivieren, werden ausgesuchte Stories mit dem Erasmus+ Award prämiert.

Typ	kommunikativ & partizipativ	Einführung	Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer	Lang
------------	-----------------------------	-------------------	-------------------------	--------------	------

Beschreibung

Das Hauptziel des Projekts ist es, die TUM-Community weiter für klimafreundliche Dienstreisen zu sensibilisieren und konkrete Maßnahmen zur Reduzierung der Klimaauswirkungen zu fördern und kommunizieren. Dafür sollen Entscheidungshilfen für die Wahl des Verkehrsmittels entwickelt werden. Die Thinking Green-Initiative soll von den studentischen Auslandsreisen auch auf Dienstreisen der Beschäftigten angepasst und ausgeweitet werden. Für die Dienstreisen der Beschäftigten ergeben sich dabei jedoch andere Anforderungen als für studentische Auslandsreisen, die noch auszuarbeiten sind.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Die THG-Einsparungen sollen sich indirekt aus der Reduktion von Flugreisen durch die Anreizsysteme ergeben und sind nur schwer quantifizierbar.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	

Handlungsschritte	Anpassung und Ausbau der Thinking Green-Initiative auf Dienstreisen Entwicklung von Informationsmaterialien und Handreichungen Integration in geeignete Kommunikationsformate und Veranstaltungen
Erfolgsindikatoren	Reduktion der Anzahl Flugreisen Reduktion der THG-Emissionen aus Flugreisen
Gesamtaufwand	n/a
Finanzierungsansatz	Bestandspersonal
Umsetzungsverantwortung	Sustainability Office
Akteure	TUM Global & Alumni Office, Ref. 34 Zentrale Reisekostenstelle
Flankierende Projekte	M1a, ED5a, R3a

Hinweise

Aufbau eines zentralen und digitalen Systems zur kontinuierlichen Erfassung aller Fahrzeuge und Verbrauchsdaten im Fuhrpark der TUM

M2a

Transformationsfeld Mobilität

Ziel Signifikante Reduzierung der Treibhausgasemissionen des TUM-Fuhrparks

Ausgangslage

Der universitätseigene Fuhrpark liegt im direkten Einfluss der TUM und ihren zugehörigen Instituten. Die Fahrzeuge des Fuhrparks haben überwiegend einen Verbrennungsmotor und werden dezentral an den verschiedenen TUM-Standorten verwaltet, damit ist es derzeit nicht möglich Fahrzeuge und ihre Fahrdaten zentral zu monitoren. Gegenüber dem StMWK besteht jedoch eine jährliche Berichtspflicht des zahlenmäßigen Bestands an Fahrzeugen sowie diverser Schadstoffwerte. Bisher ist eine vollständige Feststellung des Fahrzeugbestandes der TUM sehr herausfordernd.

Nach den Vorgaben des Haushaltsgesetzgebers (Bayerischer Landtag) sind Erst- und Ersatzbeschaffungen von Dienstfahrzeugen auf das unabweisbar Notwendige zu beschränken und es ist dabei auf den Abbau des staatlichen Kraftfahrzeugbestandes hinzuwirken (Haushaltvollzugsrichtlinien Bayern). Neuanschaffungen zu Lasten staatlicher Haushaltsmittel sind deshalb nur zulässig, wenn gleichzeitig ein Fahrzeug ausgesondert wird. Bei der Beschaffung sind diverse Kriterien hinsichtlich der Abgasnorm (mind. Euro 6), der Motorhöchstleistungen und vorgegebenen Höchstbeträgen vorgeschrieben. Für die Beschaffung von Elektro- und Hybridfahrzeugen sind ebenfalls die haushaltsrechtlichen Voraussetzungen zu beachten.

Typ	Controlling / Lenkungsinstrument	Einführung	Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer	Lang
------------	----------------------------------	-------------------	-------------------------	--------------	------

Beschreibung

Die Zentralisierung und digitale Erfassung des Fahrzeugbestandes, der Verbrauchwerte und der Auslastung der vorhandenen Dienstfahrzeuge insbesondere auch mit dem Ziel der gemeinsamen Nutzung soll der Verbesserung des Monitorings von Fahrzeugen und Fahrzeugdaten dienen. Auf dieser Basis kann eine Fuhrparkanalyse zeigen, wo sich Einsparpotenziale ergeben können. Außerdem muss perspektivisch ein Fuhrparkmanagement in Form einer zentralen Stelle eingeführt werden, welches den TUM-Fuhrpark und dessen Umweltauswirkungen vollständig erfassen und monitoren kann, um die Daten für die THG-Bilanz zu verbessern.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Die zentrale und digitale Erfassung der Nutzungsdaten führt zu keiner direkten Energie- und THG-Einsparungen, bildet aber die Grundlage für eine THG-Monitoring und vereinfacht den Prozess zur Ermittlung der THG-Emissionen aus dem Fuhrpark.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	
Handlungsschritte	Identifikation zentraler, sowie dezentraler Ansprechpersonen in den TUM-Einheiten, die Fahrzeuge unterhalten, zur vollständigen Erfassung der Auslastung und damit Optimierung sowie nach Möglichkeit Reduzierung des Fuhrparks

	<p>Einsatz digitaler Lösungen zur Erfassung von Fahrzeugen des Fuhrparks sowie des Kraftstoffverbrauchs und/oder der gefahrenen Kilometer</p> <p>Ermittlung des Einsparpotenzials an Fahrzeugen / Potenzials der gemeinschaftlichen Nutzung von Fahrzeugen</p>
Erfolgsindikatoren	<p>Vollständige digitale Erfassung der Fahrzeuge und Auslastungs- sowie Verbrauchsdaten der TUM</p> <p>Einführung einer zentralen Stelle für ein Fuhrparkmanagement</p>
Gesamtaufwand	n/a
Finanzierungsansatz	n/a
Umsetzungsverantwortung	Offen (Fuhrparkmanagement)
Akteure	ZA3, TUM Sustainability Office, IT
Flankierende Projekte	M2b

Hinweise

Dekarbonisierung des Fuhrparks durch Einsatz alternativer Antriebstechnologien entsprechend der wirtschaftlichen und technischen Möglichkeiten und Erfordernisse

M2b

Transformationsfeld Mobilität

Ziel Signifikante Reduzierung der Treibhausgasemissionen des TUM-Fuhrparks

Ausgangslage

Der universitätseigene Fuhrpark liegt im direkten Einfluss der Universität. Die Fahrzeuge des Fuhrparks besitzen überwiegend einen Verbrennungsmotor. Die Fahrzeuge werden dezentral an den verschiedenen TUM-Standorten verwaltet. Damit ist es derzeit nicht möglich Fahrzeuge und ihre Fahrdaten zentral zu überwachen. Im Jahr 2021 wurden ca. 4 % der Flotte rein elektrisch und 1 % mit Hybrid-Antrieb betrieben. An den verschiedenen TUM-Standorten sind vereinzelt Ladepunkte vorhanden oder im Aufbau (z. B. TUMCS, ZE1 in Garching).

Typ	technisch	Einführung	Mittelfristig (4-7 Jahre)	Dauer	Lang
------------	-----------	-------------------	---------------------------	--------------	------

Beschreibung

Eine schrittweise Umstellung des Fuhrparks auf Elektromobilität bzw. alternative emissionsfreie/-arme Antriebstechnologien wird aktiv von der TUM verfolgt. Dabei sollen bei allen Neuanschaffungen primär, im Rahmen der rechtlichen und technischen Möglichkeiten, elektrifizierte Fahrzeuge bzw. Fahrzeuge mit alternativen Antrieben beschafft werden. Die Beschaffung von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor soll nur mit ausreichender Begründung erfolgen können.

Um die Nutzung der elektrischen Fahrzeuge zu ermöglichen, muss die Ladeinfrastruktur an allen TUM-Campusstandorten ausgebaut werden. Dabei sollen auf eine intelligente Integration der Ladesysteme zur Optimierung der Energieeffizienz und des Netzausgleichs Wert gelegt werden.

Da sich auch eine Vielzahl landwirtschaftlicher Fahrzeuge im TUM-Fuhrpark befinden, wird eine vollständige Elektrifizierung nach aktuellem Stand der Technik nicht möglich sein. Für diese Fahrzeuge können auch alternative Kraftstoffe in Erwägung gezogen werden.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Eine Elektrifizierung des gesamten Fuhrparks der TUM würde in Scope 1 zu einer Treibhausgaseinsparung von ca. 629 tCO ₂ e führen. (Einschränkungen siehe oben)
629 <i>tCO₂e pro Jahr</i>	

Handlungsschritte	<p>Aufbauend auf M2a eine Identifikation des Elektrifizierungspotenzials der Flotte</p> <p>Entwicklung und Implementierung einer TUM-Richtlinie für die Neuanschaffung von Fahrzeugen unter Berücksichtigung der gesetzlichen/ministeriell bestehenden Vorgaben seitens Bund und Freistaat Bayern</p>
--------------------------	---

	Prüfung und Beantragung von Fördermitteln für den Ausbau der Ladeinfrastruktur
Erfolgsindikatoren	Steigende Anzahl und steigender Anteil der Fahrzeuge mit alternativen Antrieben im Fuhrpark der TUM (jährliche Erfassung) Steigende Anzahl von Ladepunkten für Elektro-Dienstfahrzeuge an allen Standorten
Gesamtaufwand	n/a
Finanzierungsansatz	Förderprogramm des StMWi für Nicht öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Bayern https://www.bayern-innovativ.de/de/foerderprogramme-elektromobilitaet/seite/foerderprogramm-nicht-oeffentliche-ladepunkte
Umsetzungsverantwortung	Fuhrparkmanagement
Akteure	ZA3, ZA5, Sustainability Office, ZA4, alle Fuhrpark-/Fahrzeugverantwortlichen
Flankierende Projekte	M2a

Hinweise

Bei der Bereitstellung von Ladepunkten für Dienstfahrzeuge sollten Synergieeffekte für den Ausbau der öffentlichen Elektromobilitätsinfrastruktur in Deutschland immer mitbedacht werden. Daher gilt es zu prüfen inwiefern die errichteten Ladepunkte auch der Öffentlichkeit oder eingeschränkter Öffentlichkeit, in Form von Beschäftigten und Studierenden, zur Verfügung gestellt werden können. Dabei müssen die haushaltsrechtlichen Gegebenheiten zwingend beachtet werden. Ein Modellversuch für Ladepunkte für die eingeschränkte Öffentlichkeit in Form von Beschäftigten und Studierenden wurde Anfang 2024 am TUM Campus Straubing gestartet.

Vergabeberatung: beratende Unterstützung, zwingende Voraussetzung bei der Beschaffung: Leistungsbeschreibung; oder in den Zuschlagskriterien als „Bonus“ bei der Wertung; Aufnahme in den Dienstleistungskompass

ZA 5: Richtlinie entwerfen, auf den Weg bringen; insbesondere nach erforderlichen Input: technische Spezifikationen; Zielsetzung, Umsetzung, etc.

Etablierung eines Mobilitätsmanagements zur Umsetzung zielgerichteter Projekte für eine nachhaltigere Pendelmobilität

M3a

Transformationsfeld Mobilität

Ziel Signifikante Reduzierung der Treibhausgasemissionen der Pendelmobilität

Ausgangslage

Für die Startbilanz lagen keine Daten zur Pendelmobilität vor. Aus diesem Grund wurden im Q2 2023 zwei einschlägige Lehrstühle damit beauftragt eine Mobilitätsumfrage durchzuführen. Die Umfrage konzentriert sich speziell auf den Aspekt der Alltagsmobilität zu den TUM-Standorten mit dem Ziel Daten für die Treibhausgasbilanz und ein regelmäßiges Monitoring zu sammeln. Derzeit existiert kein institutionalisiertes Mobilitätsmanagement an der TUM.

Typ	Controlling / Lenkungsinstrument	Einführung	Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer	Lang
------------	----------------------------------	-------------------	-------------------------	--------------	------

Beschreibung

Auf Basis der Mobilitätsumfrage werden Mobilitäts- und/oder Mobilitätsmanagementkonzepte für die verschiedenen TUM-Standorte entwickelt, um eine nachhaltige Mobilität zu ermöglichen, die Erreichbarkeit zu verbessern und Mobilitätsgerechtigkeit sicherzustellen. Für die Umsetzung von zielgerichteten Projekten ist die Etablierung eines Mobilitätsmanagements erforderlich.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

0 <i>MWh pro Jahr</i>	Die Treibhausgasemissionen des Pendelverkehrs konnten für die Startbilanz noch nicht erhoben werden. Die Etablierung eines Mobilitätsmanagements wird auch nur indirekt über die Umsetzung von konkreten Projekten zu Einsparungen von Treibhausgasen führen. Die konkreten Zahlen können erst zu einem späteren Zeitpunkt ermittelt werden.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	
Handlungsschritte	<p>Einführung eines Mobilitätsmanagements mit unmittelbaren Schnittstellen zum Management der jeweiligen Campus Standorte (ZA4) und den zuständigen Bauämtern</p> <p>Umsetzung standortspezifischer und allgemeiner Mobilitätsmanagementmaßnahmen</p> <p>Etablierung einer regelmäßigen Mobilitätsumfrage als Controllinginstrument zur Erfolgsmessung</p>
Erfolgsindikatoren	Veränderung des Modal Split der Studierenden und Beschäftigten zugunsten emissionsarmer Verkehrsmittel
Gesamtaufwand	1-3 Personalstellen

Förderung von flexiblen Arbeitszeitmodellen und mobilem Arbeiten

M3b

Transformationsfeld Mobilität

Ziel Signifikante Reduzierung der Treibhausgasemissionen der Pendelmobilität

Ausgangslage

Auszug Rahmenvereinbarung zur alternierenden Telearbeit und zum mobilen Arbeiten: *Die TUM fördert eine zukunftsorientierte Arbeitskultur für ihre Beschäftigten in ihrer jeweiligen Lebens- und Arbeitssituation. Als moderne Arbeitgeberin hat sich die TUM bereits seit 2003 mit dem Gesamtpersonalrat auf eine gemeinsame Rahmenvereinbarung zur Telearbeit verständigt, die nun sukzessive angepasst und weiterentwickelt wird. Die bisherigen jahrzehntelangen Erfahrungen und eine Erprobungsphase des mobilen Arbeitens seit 2019 - einhergehend mit der Praxis aus pandemiebedingtem Homeoffice und einer Umfrage zum mobilen Arbeiten - haben bei den nun vorgenommenen Erweiterungen und Ergänzungen Berücksichtigung gefunden.*

Alternierende Telearbeit und mobiles Arbeiten – umgangssprachlich als Homeoffice bezeichnet – sind wichtige Bausteine für ein Arbeitsmodell der Zukunft, das den Ausgleich von Arbeit und Privatleben unterstützt. Eine erfolgreiche Umsetzung ist immer von den spezifischen dienstlichen Erfordernissen aber auch einem Vertrauensverhältnis zwischen Arbeitgeberin und Beschäftigten mit offenem und ehrlichem Dialog, Kritikfähigkeit und Rücksichtnahme voraussetzt. Zum derzeitigen Stand können die Beschäftigten der TUM nach Genehmigung auf Grundlage der Rahmenvereinbarung bis zu 40 % mobil bzw. 50 % in alternierender Telearbeit arbeiten.

Typ	Controlling / Lenkungsinstrument	Einführung	Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer	Lang
------------	----------------------------------	-------------------	-------------------------	--------------	------

Beschreibung

Mobiles Arbeiten ermöglicht es Beschäftigten Wege zur Arbeit einzusparen, insbesondere wenn der Weg zur Arbeit sehr weit und/oder umständlich ist. Dadurch werden Emissionen, die sonst auf diesem Weg anfallen eingespart. Eine den dienstlichen Erfordernissen angepasste grundsätzlich großzügige Genehmigungspraxis unterstützt dies.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a MWh pro Jahr	Es entstehen THG-Einsparungen im Bereich Mobilität durch reduzierte Tage mit Fahrt zum Arbeitsplatz, die zum derzeitigen Zeitpunkt noch nicht quantifizierbar sind.
n/a tCO _{2e} pro Jahr	

Handlungsschritte	Regelmäßige Evaluierung der Rahmenvereinbarung zur alternierenden Telearbeit und mobilem Arbeiten. Großzügige (den jeweiligen dienstlichen Erfordernissen und der persönlichen Befähigung der/des Mitarbeitenden angepasste) Genehmigungspraxis für mobiles Arbeiten durch die Personalverantwortlichen.
--------------------------	---

Erfolgsindikatoren	Datenerhebung in regelmäßigem Mobilitätsmonitoring
Gesamtaufwand	n/a
Finanzierungsansatz	n/a
Umsetzungsverantwortung	ZA2, alle Personen mit Personalverantwortung
Akteure	Gesamtpersonalrat, Sustainability Office, Kanzler
Flankierende Projekte	

Hinweise

Ausbau der Fahrradabstellanlagen und/ oder – parkhäusern und Steigerung der Fahrradfreundlichkeit der Campus

M4a

Transformationsfeld Mobilität

Ziel Steigerung der Fahrradnutzung am Campus zur Reduktion von motorisiertem Verkehr

Ausgangslage

Die Pendelmobilität der Hochschulangehörigen stellt einen Bereich dar, auf den die TUM aufgrund des individuell begründeten Mobilitätsverhalten nur bedingt Einfluss nehmen kann. Jedoch kann die TUM durch Anreize und Maßnahmen zur fahrradfreundlichen Campusgestaltung nachhaltige Alltagsmobilität noch stärker fördern. In 2023/4 werden mit anteiliger Unterstützung eines Förderprogramms des Landes über 600 neue Fahrradstellplätze an allen Standorten geschaffen. Das TUM Sustainability Office ist an mehreren Forschungs- und Umsetzungsprojekten (teils Stand 02/2024 noch in der Antragsphase) beteiligt, die einerseits die Datengrundlage zur Pendelmobilität verbessern und andererseits mit konkreten Maßnahmen ein nachhaltigeres Mobilitätsverhalten von Studierenden und Beschäftigten fördern sollen.

Typ Technisch	Einführung Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer Kurz
------------------------	---	---------------------

Beschreibung

Das Angebot für klimafreundliche Mobilität soll an den TUM-Standorten weiter ausgebaut werden, um das Aufkommen des motorisierten Individualverkehrs (MIV) zu reduzieren. Eine durch sichere Radwege und Abstellmöglichkeiten verbesserte Radinfrastruktur soll das Fahrradfahren für Pendelnde attraktiver machen. Dafür sollen die über die Kommunalrichtlinie zur Verfügung stehenden Fördermittel des Bundes genutzt werden. Diese fördert neben den Radabstellanlagen auch Überdachung inklusive Beleuchtung, Netzanschluss, Schließfächer mit Standardsteckdosen, und SB-Servicestationen. Außerdem sind auch netzautarke Photovoltaikanlagen auf der Überdachung mit Stromspeicher (Inselanlagen) förderfähig. Die Notwendigkeit / Zielgerichtetheit einer expliziten Infrastruktur für Pedelecs (insbes. Laden) ist zu eruieren und die Umsetzungsmöglichkeiten rechtlich zu klären. Das Ausbaupotenzial für Radwegeinfrastruktur auf TUM-Grund ist zu prüfen und die Anschlüsse gemeinsam mit Kommunen und Grundbesitzern zu verbessern.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Durch die verbesserte Radinfrastruktur soll das Fahrradfahren für Pendelnde attraktiver gemacht werden, um das motorisierte Verkehrsaufkommen zu reduzieren und den Aufwand für PKW-Stellplätze zu reduzieren sowie THG-Emissionen einzusparen. Die genauen THG-Einsparungen sind noch nicht quantifizierbar.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	
Handlungsschritte	Bedarfsanalyse an allen TUM-Standorten, aufbauend auf Mobilitätsanalysen / -konzepten und Integration des Bestands ins kommende GIS (siehe M3a) Evaluation bestehender Förderprogramme und Vorbereitung der Antragstellung

	<p>Beantragung der Fördermittel und Umsetzung der Maßnahmen</p> <p>Kommunikation zur Erhöhung der Sichtbarkeit (z.B. über öffentlich zugängliche Lagepläne)</p>
Erfolgsindikatoren	Zielgerichteter Ausbau der Fahrradabstellanlagen an allen TUM-Standorten
Gesamtaufwand	Bestandteil von Projekt M3a
Finanzierungsansatz	<p>Förderschwerpunkt Verbesserung des ruhenden Radverkehrs und dessen Infrastruktur</p> <p>https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie/ma%C3%9Fnahmen-zur-foerderung-klimafreundlicher-mobilitaet/verbesserung-des-ruhenden-radverkehrs-und-dessen-infrastruktur</p>
Umsetzungsverantwortung	ZA4, Sustainability Office (Mobilitätsmanagement)
Akteure	Taskforce Sustainable Campus Development, ReparadTUM
Flankierende Projekte	M3a

Hinweise

5.4 Projekte Ressourcenverbrauch und -effizienz

Erarbeitung von Handreichungen und Vorgaben für nachhaltige Beschaffung und Integration in die Vergabeberatung

R1a

Transformationsfeld Ressourcenverbrauch und -effizienz

Ziel Treibhausgaseinsparungen in der Beschaffung

Ausgangslage

Die Herausforderung des Beschaffungswesens an der TUM liegt in der Unterteilung in eine zentrale und direkt beeinflussbare, sowie in eine dezentrale und daher nur bedingt steuerbare Beschaffung von Produkten und Dienstleistungen. Bislang wurden nur vereinzelt konkrete Kriterien im Bereich Nachhaltigkeit für die Beschaffung von Gütern und Dienstleistungen an der TUM festgelegt.

Typ	Richtlinie / Policy	Einführung	Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer	Kurz
-----	---------------------	------------	-------------------------	-------	------

Beschreibung

Eine Handreichung und Vorgaben, um Nachhaltigkeitskriterien stärker in der Beschaffung von Gütern und Vergabe von Dienstleistungen zu beachten und integrieren, sind wichtige Instrumente, um für Beschafferinnen und Beschaffer das notwendige Wissen bereitzustellen und um eine nachhaltige Beschaffung zu fördern. Die Vorgaben sollen auch für die Überarbeitung oder Erarbeitung von künftigen Rahmenverträgen dienen. Klimaschutz und Nachhaltigkeit sollen eine vertraglich festgelegte Grundlage für die Zusammenarbeit mit Partnern, Lieferanten und Dienstleistern werden. Hierzu wird die Einführung einer TUM-weiten Richtlinie für nachhaltige Beschaffung geprüft.

Durch die Integration von Nachhaltigkeitskriterien in die Vergabeberatung werden die Beschafferinnen und Beschaffer stärker mit den Themen Nachhaltigkeit und Klimaschutz konfrontiert und gezielt von der Vergabeberatung darauf hingewiesen, sollten sie noch nicht in ausreichendem Umfang in den Ausschreibungen beinhaltet sein.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	THG-Einsparungen entstehen durch die Beschaffung von klimafreundlicheren Materialien (z. B. Recyclingpapier), Geräten (IT-Geräte). Aktuell liegen noch keine ausreichenden Daten vor, um Einsparpotentiale zu quantifizieren.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	
Handlungsschritte	<p>Auswertung der laufenden Beschaffungen; was und wieviel kauft die TUM ein?</p> <p>Entwicklung einer Handreichung für Nachhaltigere Beschaffung inkl. Prüfung von Siegeln und Zertifizierungen</p> <p>Prüfung der Einführung einer verbindlichen Richtlinie zur nachhaltigen Beschaffung</p>

	<p>Entwicklung entsprechender Formulare</p> <p>Integration von Nachhaltigkeitskriterien in die Vergabe und Vergabeberatung</p> <p>Schulungen, extern und intern (der Vergabeberatung, aber insbesondere auch der Beschaffenden)</p> <p>Sukzessive Umstellung von Rahmenverträgen ggf. Vertragspartnerwechsel, um Produkte mit höheren Nachhaltigkeitsstandards zu beziehen</p> <p>Nationaler und internationaler Austausch mit anderen Universitäten, etc.; Netzwerken beitreten bzw. Netzwerke aufbauen – z. B. DTU (schon begonnen, durch Teilnahme am Nachhaltigkeitstag durch Sustainability Office und Vergabeberatung)</p>
Erfolgsindikatoren	<p>Vorgaben für eine nachhaltige Beschaffung sind eingeführt</p> <p>Nachhaltigkeitskriterien sind fester Bestandteil der Vergabeberatung</p> <p>Schulungen werden angeboten und durchgeführt</p>
Gesamtaufwand	<p>Entwicklung Handreichung für nachhaltigere Beschaffung: ca. 3 Arbeitswochen</p> <p>Entwicklung der Formulare: 2 Arbeitswochen</p>
Finanzierungsansatz	Bestandspersonal
Umsetzungsverantwortung	ZA5 Vergabeberatung, TUM Sustainability Office
Akteure	Beschaffende Stellen
Flankierende Projekte	R1b, R1c

Hinweise

Empfehlungen und Hilfestellungen können kurzfristig von der Vergabeberatung erfolgen bzw. umgesetzt werden, z. B. Anpassung der Formulare, verstärkte Aufnahme in die Schulungen und den Beratungsalltag

Die Einführung einer verbindlichen Beschaffungsrichtlinie bedarf eines Präsidiumsbeschlusses

<https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/kurzmeldungen/DE/2023/05/fortbildungsinitiative-nachhaltige-beschaffung.html>

<https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/pressemitteilungen/DE/2023/05/initiative-nachhaltige-beschaffung.html;jsessionid=C6A028537E7815887C4E2A9E85DEE198.live892>

Stufenweise Zentralisierung und Digitalisierung geeigneter Beschaffungsprozesse unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitskriterien und kontinuierliche Erweiterung der in der Treibhausgasbilanz berücksichtigten beschafften Waren und Güter (Scope 3)

R1b

Transformationsfeld Ressourcenverbrauch und -effizienz

Ziel Treibhausgaseinsparungen in der Beschaffung

Ausgangslage

Die Herausforderung bei der Umstellung des Beschaffungswesens liegt in der Unterteilung in eine zentrale und direkt beeinflussbare, sowie in eine dezentrale und daher nur bedingt steuerbare Beschaffung von Produkten und Dienstleistungen. Bislang wurden keine konkreten Kriterien im Bereich Nachhaltigkeit für die Beschaffung von Gütern und Dienstleistungen an der TUM festgelegt. Der Datenbestand und das Monitoring weisen insbesondere aufgrund der dezentralen Beschaffung große Lücken auf, zum Beispiel ist der Papierverbrauch der gesamten TUM derzeit nicht erfassbar. Auch ist der Beschaffungsprozess derzeit noch nicht weit genug digitalisiert, um Informationen über alle beschafften Güter ohne großen Aufwand auslesen zu können.

Typ	Controlling / Lenkungsinstrument	Einführung	Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer	Lang
------------	----------------------------------	-------------------	-------------------------	--------------	------

Beschreibung

Ein zentralisiertes Beschaffungswesen bzw. eine zentrale Plattform für Beschaffungen soll das Potenzial aufweisen die Auswertung von Beschaffungen für die Berechnung der Treibhausgasemissionen erheblich zu vereinfachen und die Einsparpotentiale zu identifizieren.

Die Einführung einer zentrale Beschaffungsplattform soll mit einigen ausgewählten Waren und Prozessen begonnen werden und dann sukzessive auf immer mehr Waren und Prozesse ausgeweitet werden. Das Ziel soll es sein, dass alle Beschaffungsprozesse innerhalb eines Tools abgebildet werden können.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Aktuell liegen noch keine ausreichenden Daten vor, um Einsparpotentiale zu quantifizieren. Das Projekt dient u.a. dazu die Datengrundlage dafür zu schaffen.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	

Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> Erfahrungsaustausch mit EuroTech-Partnern fortführen Bereitstellung der notwendigen personellen und finanziellen Ressourcen Einführung einer zentralen Beschaffungsplattform Inklusion der in R1a definierten Nachhaltigkeitskriterien in die Rahmenverträge für die Beschaffungsplattform
--------------------------	---

Erfolgsindikatoren	Inbetriebnahme einer zentralen Beschaffungsplattform Anzahl von Rahmenverträgen, die in die Plattform integriert sind Alle Beschaffungen werden über das zentrale System abgewickelt
Gesamtaufwand	Softwarekosten inklusive Beratung: n/n Personalkosten: n/a
Finanzierungsansatz	Software und Beratung: zentrale Mittel Personal: n/a
Umsetzungsverantwortung	IT, ZA5 Vergabeberatung
Akteure	Sustainability Office, ZA3
Flankierende Projekte	R1a

Hinweise

Modernisierung der Plattform für Tausch vorhandener Ressourcen und Erweiterung um Sharing Funktionen

R1c

Transformationsfeld Ressourcenverbrauch und -effizienz

Ziel Ressourceneffizienter Arbeitsalltag an der TUM

Ausgangslage

Nach den Vorgaben der Bayerischen Haushaltsordnung (Art 63) dürfen Vermögensgegenstände des Staates nur zu ihrem vollen Wert abgegeben werden und nur dann, wenn sie zur Erfüllung der Aufgaben des Staates auf absehbare Zeit nicht mehr benötigt werden. Dabei gilt es festzustellen, ob sie von einer anderen Dienststelle des Staates benötigt werden. Bis zur Erstellung des Klimaschutzkonzepts existieren zwei Systeme, über die eine Abgabe von nicht mehr verwendeten Gegenständen an der TUM erfolgen kann: TUM-intern der „TUM-Basar“ und bayernweit über das Behördennetz „eGon“ (entbehrliche Gegenstände online).

Der TUM-Basar ist eine im „myTUM-Portal“ aufrufbare Liste, in welcher jegliche Einrichtungsgegenstände, Maschinen und Geräte gelistet sind, die ohne Wertersatz zur weiteren Nutzung intern verwendet werden können. In eGon können bayernweit, behördenübergreifend Gegenstände eingestellt und gegen Ihren vollen Wert weitergegeben werden. Der Zugriff für Beschäftigte der TUM ist jedoch nur eingeschränkt möglich.

Der TUM-Basar und eGon sind nur wenigen Beschäftigten bekannt. Im Rahmen des myTUM-Portals bieten die Systeme einen eingeschränkten Bedienkomfort und erfordern einen vergleichsweise hohen Nutzungsaufwand.

Typ	kommunikativ & partizipativ	Einführung	Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer	Lang
------------	-----------------------------	-------------------	-------------------------	--------------	------

Beschreibung

Durch die Weiterverwendung von Gegenständen müssen weniger Neuanschaffungen getätigt werden, die Gegenstände werden länger im Kreislauf geführt und das Abfallaufkommen wird reduziert.

Um das aktuelle System attraktiver und besser zugänglich zu machen ist die Integration der Inhalte in ein einfach zu bedienendes, digitales und leicht zugängliches Tool notwendig. Dabei sollte eine direkte Bearbeitung durch die Veräußernden Stellen ermöglicht werden, da ungenaue Beschreibungen der Gegenstände die Suche nach gelisteten Gegenständen und dabei insbesondere Spezialgeräte stark einschränkt. Wie eine solche Lösung aussehen kann, soll mit der IT-Abteilung und der ZA3 erarbeitet werden.

Ein vollständig digitales Tool könnte auch mit einer Erweiterung zur gemeinsamen Nutzung von Gegenständen ausgebaut werden. Dadurch bietet sich die Möglichkeit teamübergreifend Ressourcen gemeinsam zu nutzen. Durch eine gemeinsame Nutzung von z. B. neuen Laborgeräten können einerseits hohe Anschaffungskosten für die beteiligten Laborgruppen geteilt werden, aber auch Emissionen zur Herstellung der Geräte eingespart werden.

Welche Gegenstände und weiteren Kategorien in die Liste zur Weitergabe und/oder zum Tausch aufgenommen werden ist noch auszuarbeiten.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	THG-Einsparungen sind bei allen erwähnten Kategorien möglich, da die Weiternutzung und geteilte Nutzung die Emissionen der Produktion neuer Produkte einsparen. Die THG-Einsparungen sind aktuell noch nicht quantifizierbar.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	
Handlungsschritte	<p>Bedarfsanalyse und Erhebung der Nutzungsbereitschaft bezüglich einer neuen Plattform</p> <p>Festlegung von Zielsetzungen, technischen Anforderungen und Schnittstellen für ein digitales Tool</p> <p>Testphase für die Erfassung von Nutzerfeedback und Anpassungen des Systems</p> <p>Umsetzung und Integration von Feedbackschleifen für die kontinuierliche Verbesserung</p> <p>Entwicklung einer Kommunikationsstrategie und Schulungsmaterial zur Verbreitung des überarbeiteten Systems zur breitflächigen Anwendung.</p>
Erfolgsindikatoren	Wachsende Anzahl von Nutzerinnen und Nutzer eines neuen Systems
Gesamtaufwand	n/a
Finanzierungsansatz	n/a
Umsetzungsverantwortung	Sustainability Office
Akteure	IT, ZA3
Flankierende Projekte	ED5a, R1a, R3a

Hinweise

Die Max-Planck-Gesellschaft nutzt bereits eine Altgerätebörse. Dort könnte man Informationen über deren funktionsweise einholen.

Die Umsetzung ist von den noch zu bestimmenden Nutzerinnen- und Nutzerpotenzialen abhängig (Kosten-Nutzen Relation)

Entwicklung eines Green Event Guidebooks und Erarbeitung einer Green Event Policy inklusive Monitoring durch ein Ökobilanzierungstool für Veranstaltungen

R1d

Transformationsfeld Ressourcenverbrauch und -effizienz

Ziel Treibhausgaseinsparungen in der Beschaffung

Ausgangslage

Die TUM hat das Ziel, Nachhaltigkeit in ihren Veranstaltungen und Events zu fördern. Derzeit fehlen ein umfassender Leitfaden und eine Policy, die die Prinzipien und Maßnahmen für nachhaltigere („grüne“) Veranstaltungen definiert. Die Entwicklung eines Green Event Guidebook wurde im Jahr 2023 von Seiten des Sustainability Office bereits begonnen.

Typ	Richtlinie / Policy	Einführung	Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer	Kurz
-----	---------------------	------------	-------------------------	-------	------

Beschreibung

Es soll ein umfassender Leitfaden, der klare Richtlinien, Ressourcen und Checklisten für die Planung und Durchführung von nachhaltigeren Veranstaltungen an der TUM enthält, entwickelt werden. Auf Basis dessen und nach Einbeziehung der Universitätsgemeinschaft, Veranstaltungsplanern für Feedback wird eine strategischen Green Event Policy, die die Verpflichtung der TUM zur Nachhaltigkeit in Veranstaltungen festhält und klare Ziele und Kriterien für Green Events definiert, formuliert.

Zum Monitoring soll ein Tool für die Ökobilanzierung von Veranstaltungen entwickelt und bereitgestellt werden. Der TUM Campus Straubing soll dabei die erste TUM-Einheit werden, in der alle organisierten Veranstaltungen durch das zuvor entwickelte Bilanzierungstool bilanziert werden.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a MWh pro Jahr	Veranstaltungen sind derzeit noch kein fester Bestandteil der Treibhausgasbilanz. Daher können keine Einsparpotenziale durch die Durchführung von nachhaltigeren Veranstaltungen quantifiziert werden. Das angestrebte Bilanzierungstool kann die Emissionen von einzelnen Veranstaltungen quantifizierbar machen.
n/a tCO ₂ e pro Jahr	
Handlungsschritte	Entwicklung und Veröffentlichung des Green Events Guidebook (Q1 2024) Partizipative Entwicklung eines Ökobilanzierungstools für Veranstaltungen im Rahmen von einer oder mehrerer Lehrveranstaltungen Formulierung Green Events Policy
Erfolgsindikatoren	Anzahl ökobilanzierter Veranstaltungen

Gesamtaufwand	n/a
Finanzierungsansatz	n/a
Umsetzungsverantwortung	Sustainability Office
Akteure	Veranstalterinnen und Veranstalter an der TUM, TUMCS
Flankierende Projekte	

Hinweise

Umsetzung des vorgesehenen einheitlichen Mülltrenn- und Sammelsystems in den Gebäuden an allen TUM-Standorten mit Mapping der Wertstoffinseln und Kommunikationskampagne

R2a

Transformationsfeld Ressourcenverbrauch und -effizienz

Ziel Abfallvermeidung und -trennung im Arbeits- und Studienalltag

Ausgangslage

Ein einheitliches Abfallsammelsystem, existiert nur außerhalb der Gebäude an der TUM. Das Sammelsystem mit Farbcodierung der Deckel der Behälter ist an allen Standorten identisch, sodass alle Beschäftigten und Studierenden die gleichen Gegebenheiten vorfinden. Die Beschriftung wurde dabei mit dem Corporate Design abgestimmt. Derzeit werden im Entsorgungsleitfaden nur Abgabestellen (Wertstoffinseln) für Elektro- und Elektronik-Schrott und Sonderabfälle ausgewiesen. In dieser Übersicht sind auch die jeweiligen Zugänglichkeiten und Öffnungszeiten, sowie Lagepläne der Wertstoffinseln, aufgeführt.

Für die Abfallsammelbehälter in den einzelnen Gebäuden und Fluren ist das jeweilige interne Gebäudemangement oder der zuständige externe Gebäudedienstleister zuständig.

Typ	Controlling / Lenkungsinstrument	Einführung	Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer	Lang
------------	----------------------------------	-------------------	-------------------------	--------------	------

Beschreibung

Ein einheitliches Müllsammelsystem mit einfacher Farbcodierung und Symbolik, sowie strategisch gewählten Einwurf Öffnungen kann zu einer sehr sauberen Trennquote von Alltagsabfällen führen, wie die EuroTech-Partner EPFL und DTU bei Site-Visits aufzeigen konnten. Die Sammelbehälter müssen dazu in ausstreichender Zahl auf dem Campusgelände (im Außenbereich sowie auf Fluren und Gängen), gut erreichbar zur Verfügung gestellt werden. Darüber hinaus sollen die Sammelstationen auch auf einer Karte verzeichnet werden. Außerdem soll die Karte die größeren Wertstoffstationen beinhalten, inklusive einer Übersicht der Wertstoffe, die dort entsorgt werden können.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Treibhausgaseinsparungen können sich durch die fachgerechte Trennung und anschließendes Recycling von Wertstoffen ergeben. Aktuell sind die THG-Emissionen aus den Abfällen noch nicht bekannt.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	

Handlungsschritte	<p>Bedarfsanalyse</p> <p>Einwicklung eines einheitlichen Abfalltrenn- und Sammelkonzepts, das die Bedürfnisse und Gegebenheiten der Standorte und Akteure berücksichtigt.</p> <p>Identifizierung geeigneter Tools für das Mapping der Sammelstationen und die Kommunikationskanäle</p> <p>Ermittlung des Budgets und der benötigten Ressourcen, einschließlich Müllbehälter, Aufkleber, Schulungsmaterial</p>
--------------------------	---

	Kommunikation an und Sensibilisierung der TUM-Gemeinschaft (R3a)
Erfolgsindikatoren	Einheitliches Abfallsammelsystem an allen TUM-Standorten
Gesamtaufwand	n/a
Finanzierungsansatz	n/a
Umsetzungsverantwortung	Stabstelle Entsorgung und Umwelt, Gebäudemanagement der Standorte
Akteure	TUM Sustainability Office, Green Offices, Gebäudedienstleister
Flankierende Projekte	R3a, MN2a

Hinweise

Entsorgungsleitfaden: <https://collab.dvb.bayern/display/TUMhr6/01.03+Standorte>

Erarbeitung von Handlungsempfehlungen für einen ressourceneffizienten Arbeitsalltag

R3a

Transformationsfeld Ressourcenverbrauch und -effizienz

Ziel Ressourceneffizienter Arbeitsalltag an der TUM

Ausgangslage

Bis zur Erstellung des Klimaschutzkonzepts 2023 sind keine übergreifenden Handlungsempfehlungen für einen ressourceneffizienten Arbeitsalltag an der TUM vorhanden.

Auf studentischer Ebene tragen das studentische Referat für Umwelt und die TUM Green Offices bereits in vielen Bereichen zu einem nachhaltigeren (Studien)Alltag bei. Dabei sind insbesondere das große Engagement der TUM Green Offices mit deren zahlreichen Veranstaltungen und Informationskampagnen zu den Themen Abfall und Entsorgung, Upcycling, Sharing, Mobilität, Ernährung und Ökologie auf dem Campus, sowie der „Umweltlifeguide“ der Studentischen Vertretung der TUM und LMU zu erwähnen.

Das erste Green Office wurde 2018 am TUMCS gegründet, als das Campusmanagement und die Studierenden gemeinsam beschlossen sich der internationalen Green Office Bewegung anzuschließen. Die thematische Nähe in Forschung und Lehre und das große Interesse der Studierenden sowie Beschäftigten am Campus Straubing waren die besten Voraussetzungen für ein Pilotprojekt „Green Office an der TUM“. Aufgrund des Erfolgs in Straubing wurde 2022 schließlich das Green Office Weihenstephan gegründet. Weitere Green Offices für die Standorte München und Garching befinden bereits ebenfalls in der Planung.

Typ	kommunikativ & partizipativ	Einführung	Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer	Kurz
------------	-----------------------------	-------------------	-------------------------	--------------	------

Beschreibung

Durch Handlungsempfehlungen für alle Beschäftigten und Studierenden für einen ressourceneffizienten Arbeitsalltag können Ressourcen und direkte wie indirekte Treibhausgasemissionen eingespart werden. Dabei soll der verantwortungsvolle Umgang sowohl mit Ressourcen als auch mit Abfällen thematisiert werden. Damit die Handlungsempfehlungen die Beschäftigten und Studierenden erreichen muss außerdem eine breit angelegte Kommunikationskampagne erarbeitet werden.

Beispiele für einen Katalog mit Handlungsempfehlungen sind:

- Die Nutzung digitaler Dokumente und Prozesse und Reduzierung von Druckerzeugnissen / des Papierverbrauchs
- Vermeidung von Abfällen
- Mülltrennung am Arbeitsplatz und Recycling von Wertstoffen, die nicht vermieden werden können
- Einstellung von nicht mehr benötigten Gegenständen im TUM-Basar
- Bewusster Energieverbrauch: Ausschalten von Geräten und Leuchten, wenn sie nicht benötigt werden

Die Handlungsempfehlungen werden in geeigneten und zielgruppengerechten Formaten aufbereitet und bekannt gemacht (Handreichungen, Kommunikationskampagne, Sensibilisierungs- und Weiterbildungsformate, Aktionstage, etc.).

Bei der Ausarbeitung und Kommunikation dieser Handlungsempfehlungen kann den Green Offices und dem Studentischen Referat für Umwelt eine besondere Rolle zukommen.

Alle Formen der Kommunikation erfolgen in engem Zusammenhang mit der Kommunikationskampagne zu Energieeinsparmaßnahmen (ED5a)

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Durch die Handlungsempfehlungen sollen die Beschäftigten und Studierenden dazu angeregt werden, ihren Arbeitsalltag ressourceneffizienter zu gestalten. Dadurch können sowohl Energie- als auch THG-Einsparungen erzielt werden. Die konkrete Einsparung ist nicht pauschal quantifizierbar.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	
Handlungsschritte	Ausarbeitung der Handlungsempfehlungen zusammen mit den Green Offices und dem Studentischen Referat für Umwelt Integration in die Kommunikationskampagne zu Energiesparmaßnahmen und ressourcenschonenden Umgang (ED5a)
Erfolgsindikatoren	Steigende Anzahl der Interaktionen mit den Medien über die die Handlungsempfehlungen kommuniziert werden (Aufrufe Social Media Posts, Aufrufe der Webpages, Downloads, Teilnehmende an Veranstaltungen etc.)
Gesamtaufwand	Personalkosten für Konzeption und Umsetzung: n/a Sachkosten für die Umsetzung: n/a
Finanzierungsansatz	Bestandspersonal für Konzeption und Umsetzung Sachkosten: bestehende Budgets (Sustainability Office)
Umsetzungsverantwortung	Sustainability Office
Akteure	Green Offices, Studentisches Referat für Umwelt (Uref), IL3
Flankierende Projekte	ED5a, M1a, M1b, M3a, R1c, R1d, R2a,

Hinweise

Umweltlifeguide: <https://acrobat.adobe.com/link/track?uri=urn%3Aaaid%3Aascds%3AUS%3A2f2f070a-3177-4b88-8fbed07fb3a52507>

Förderung von flexiblen Arbeitsplätzen an der TUM zur Reduktion des Platz- und Ressourcenbedarfs



Transformationsfeld Ressourcenverbrauch und -effizienz

Ziel Ressourceneffizienter Arbeitsalltag an der TUM

Ausgangslage

Inwieweit flexible Arbeitsplätze an der TUM schon etabliert sind, ist nicht zentral erfasst. Unterliegen Arbeitsplätze einer geteilten Nutzung beruht dies auf Vereinbarungen der jeweiligen Nutzerinnen und Nutzer. Bis zur Erstellung des Klimaschutzkonzepts bestand bereits die Möglichkeit auf 20 % Homeoffice, bei konzeptionellem Arbeiten bis auf 40 %. Durch die Covid-19-Pandemie hat Homeoffice an Beliebtheit gewonnen.

Typ	strategisch	Einführung	Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer	Mittel
------------	-------------	-------------------	-------------------------	--------------	--------

Beschreibung

Flexible Arbeitsplätze bedeuten in diesem Projekt, dass nicht mehr jeder oder jede Beschäftigte einen eigenen, festen Arbeitsplatz an der TUM zugewiesen bekommen muss. Die gemeinsame Nutzung von Arbeitsplätzen (Shared Desktops) kann durch nicht dauerhafte Präsenz der Beschäftigten benötigte Flächen und damit Energie und Emissionen einsparen. Mit diesem Projekt sollen die Grundlagen für die Ausweitung von flexiblen Arbeitsplätzen gelegt werden. Dazu bedarf es einer umfassenden Analyse, um technische, organisatorische und soziale Machbarkeit der Einführung von Shared Desktops und flexiblen Arbeitsplätzen zu bewerten. Ungenutzte Räumlichkeiten und Arbeitsplätze müssen zunächst durch Raumbeghungen, Nutzung von digitalen Raummanagement-Tools und Befragungen von Beschäftigten identifiziert werden. In einer Pilotierung mit interessierten Verwaltungseinheiten, Lehrstühlen oder Instituten soll das System getestet werden.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Da vermehrt von zu Hause gearbeitet werden kann, können THG-Emissionen im Pendelverkehr sowie zur Beheizung von nicht ausgelasteten Flächen eingespart werden. Die Höhe der Einsparungen ist nicht quantifizierbar.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	
Handlungsschritte	<p>Machbarkeitsanalyse und Identifikation ungenutzter Räumlichkeiten</p> <p>Pilotierung Shared Desktops mit interessierten Beschäftigten, Abteilungen, Instituten</p> <p>Anpassung der Dienstvereinbarung und Integration von Homeoffice Optionen</p>
Erfolgsindikatoren	

Gesamtaufwand	n/a
Finanzierungsansatz	n/a
Umsetzungsverantwortung	n/a
Akteure	Kanzler, ZA2, ZA4, Sustainability Office, IT, Schools, Lehrstühle, weitere Einheiten
Flankierende Projekte	R1c, M3b

Hinweise

Pilotprojekt zu Zertifizierungsprogrammen für effizientere und nachhaltigere Labore am TUM Campus Straubing und ggf. sukzessiver Rollout für die ganze TUM

R3c

Transformationsfeld Ressourcenverbrauch und -effizienz

Ziel Ressourceneffizienter Arbeitsalltag an der TUM

Ausgangslage

Im Laborbereich von Hochschulen sind viele Emissionsquellen verortet. Dort finden energieintensive Prozesse statt, stehen energieintensive Anlagen und Geräte und wird ein kontinuierliches Raumklima aufrechterhalten. Außerdem fallen in den Laboren große Mengen, sowohl gefährlicher als auch ungefährlicher, Abfälle an.

Bis zur Erstellung des Klimaschutzkonzepts existieren keine TUM-weiten Erfassungen zu den Energie- und Materialverbräuchen im Laborbereich, sowie keine zentralen Informationen, wie mehr Nachhaltigkeit und Klimaschutz im Labor angewendet werden können. Einzelne, voneinander unabhängige Initiativen bestehen jedoch bereits.

Typ	kommunikativ & partizipativ	Einführung	Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer	Mittel
------------	-----------------------------	-------------------	-------------------------	--------------	--------

Beschreibung

Mit der Einführung eines Zertifizierungsprogramms für Nachhaltigkeit sollen folgende Ziele erreicht werden: Erfassung und Reduzierung des Energieverbrauchs in Laboren, Erfassung und Reduzierung der verbrauchten und entsorgten Materialien in Laboren sowie Sensibilisierung der Beschäftigten für mehr Klimaschutz, Energie- und Ressourceneinsparung. Durch ein kontinuierliches Monitoring, was durch die Teilnahme an den Programmen vorausgesetzt wird, sollen die Beschäftigten über ihren Ressourcen- und Energieverbrauch in Kenntnis gesetzt werden, um gemeinsam Verhaltensänderungen und Prozessoptimierungen zu entwickeln und dauerhaft zu etablieren.

Zu Beginn sollen die beiden Programme "My Green Lab" und "LEAF" mit Testgruppen am TUMCS in einer Pilotphase getestet werden. Nach der Testphase soll mit den Laborgruppen evaluiert werden, ob und welches Programm für einen sukzessiven Rollout an der TUM besser geeignet ist. Dadurch kann sich der Campus Straubing im für die TUM als technische Universität äußerst relevanten Bereich der Nachhaltigkeit in Laboren weiter profilieren und innerhalb der TUM eine Vorreiterrolle einnehmen.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Energie- und Treibhausgaseinsparungen sollen durch die Teilnahme an den Zertifikatprogrammen ermittelt werden
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	
Handlungsschritte	Klärung der Rahmenbedingungen und Projektplanung (Q1/Q2 2024) Identifizierung von und Austausch mit Laborgruppen am TUMCS (Q3 2024) Start der Pilotphase (Q3 2024)

	<p>Ende der Pilotphase und Evaluierung mit den Pilotgruppen (Q2 2025)</p> <p>Planung eines Roll-outs an den anderen Standorten (Q4 2025)</p>
Erfolgsindikatoren	<p>Anzahl der Labore, die an den Zertifizierungsprogrammen teilnehmen</p> <p>Erreichte Energie, Emissions- und Ressourceneinsparungen in den teilnehmenden Laboren</p>
Gesamtaufwand	<p>2.600 £ für TUM (LEAF)</p> <p>350 - 500 \$ / Labor</p>
Finanzierungsansatz	<p>Pilotphase: Haushaltsmittel TUMCS</p> <p>Rollout: offen</p>
Umsetzungsverantwortung	<p>TUM Sustainability Office (Klimaschutzmanager TUMCS)</p>
Akteure	<p>TUMCS</p> <p>Anschließend: insbesondere School of Life Sciences, School of Natural Sciences, School of Medicine and Health, ggf. School of Engineering of Design</p>
Flankierende Projekte	<p>ED5a, R3a</p>

Hinweise

Digitalisierung zur Effizienzsteigerung in Verwaltungsprozessen

R4a

Transformationsfeld Ressourcenverbrauch und -effizienz

Ziel Klimaschutz und Nachhaltigkeit in der IT

Ausgangslage

Viele Verwaltungsprozesse laufen derzeit analog oder nur teildigitalisiert. Mit ihrer Digitalisierungsstrategie setzt die TUM im Bereich des Betriebs und der Verwaltung darauf die betrieblichen und administrativen Prozesse der gesamten TUM zu optimieren, und effizient und umweltfreundlich zu gestalten.

Typ	strategisch	Einführung	Mittelfristig (4-7 Jahre)	Dauer	Lang
------------	-------------	-------------------	---------------------------	--------------	------

Beschreibung

Durch die Einführung eines neuen SAP-Systems soll eine großflächige Digitalisierung von Verwaltungsprozessen erfolgen, die bisher noch nicht oder nur teilweise digital abgewickelt werden. Das neue System soll zum Beispiel den Versand von Dokumenten per Hauspost oder E-Mail reduzieren und gleichzeitig vermeiden, dass eine große Zahl an Dokumenten ausgedruckt werden muss. Ebenso soll das System die Möglichkeit bieten individuell und flexibel Kennzahlen und KPIs aus den hinterlegten Daten auszugeben. Viele Verwaltungsprozesse können dadurch zentralisiert werden und bieten die Grundlage für die Möglichkeit der Auswertung der Daten. Ebenfalls möglich ist eine Integration von Informationen und Daten, die für die jährliche THG-Bilanz der TUM gesammelt werden müssen. Durch die Einführung des neuen Systems sollen demnach Ressourcen gebündelt, Daten schneller verarbeitet und einfacher auswertbar gemacht werden. Dies bietet ein großes Potenzial der Effizienzsteigerung für den Verwaltungsapparat der TUM.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Direkte Energie- und THG-Einsparungen aus diesem Projekt sind nicht abzuschätzen. THG-Einsparungen können sich zu Beispiel durch den reduzierten Papierverbrauch ergeben, der bisher jedoch noch nicht bekannt ist. Allerdings sollen sich diverse Indikatoren aus dem System entnehmen lassen, auf Basis derer Einsparungen ermittelt werden könnten.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> Identifikation der Bedürfnisse an das neue System aus den Fachabteilungen Modellierung aller Prozesse Umsetzung digitaler Workflows, die den Versand von Papierunterlagen ersetzen
Erfolgsindikatoren	<ul style="list-style-type: none"> Einführung des neuen SAP-Systems Reduktion versendeter Formulare

Gesamtaufwand	Ca. 10 Mio. EUR
Finanzierungsansatz	Hochschulvertrag mit StMWK
Umsetzungsverantwortung	IT
Akteure	Fachabteilungen und zentrale Verwaltung
Flankierende Projekte	M2a, R1b

Hinweise

Zentralisierung von High-Performance-Computing zur Effizienzsteigerung



Transformationsfeld Ressourcenverbrauch und -effizienz

Ziel Klimaschutz und Nachhaltigkeit in der IT

Ausgangslage

Derzeit existiert eine Vielzahl größerer und kleinerer dezentraler Server und Recheneinheiten (mit Speicherkapazitäten, CPUs und GPUs), verteilt auf die verschiedenen TUM-Standorte. Neben den dezentralen Recheneinheiten stehen der TUM auch verschiedene Hochleistungsrechner des LRZ zur Verfügung. Die TUM hatte 2021 bereits 7 % Anteil an der Nutzung des SuperMUC-NG und 54,4 % am Linux-Cluster am LRZ.

Typ	strategisch / technisch	Einführung	Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer	Lang
------------	-------------------------	-------------------	-------------------------	--------------	------

Beschreibung

Durch die Zentralisierung der Rechenkapazitäten im Bereich des Hochleistungsrechnens (HPC) am LRZ soll die Auslastung dieser Kapazitäten deutlich gesteigert werden und allen Forschenden an der TUM zur Verfügung stehen. Eine höhere Auslastung führt zu einer effizienteren Nutzung der vorhandenen und neuen Ressourcen, was wiederum den Bedarf für den Erwerb zusätzlicher HPCs reduziert. Obwohl die Nutzung der Kapazitäten durch eine Terminierung für die Forschenden koordiniert werden muss, ermöglicht eine zentrale Großrecheneinheit deutlich schnellere Berechnungen im Vergleich zu dezentralen, kleineren Einheiten.

Die Zentralisierung bietet zudem ein verbessertes Potenzial für die Nutzung von Abwärme, die zwangsläufig bei intensiven Rechenprozessen entsteht. Die wasserbasierte Kühlung am LRZ soll in das Energiekonzept für den Campus Garching integriert werden und somit nutzbar gemacht werden. Im Gegensatz dazu werden viele dezentrale Anlagen individuell mit Klimageräten gekühlt, wodurch die anfallende Wärme nicht genutzt wird und zusätzlicher Energieaufwand betrieben wird, um den Betrieb zu gewährleisten.

Des Weiteren sind viele dezentrale Einheiten oft in energetisch ungünstigen Räumen in der Mitte von Gebäuden platziert. Dies führt dazu, dass kein Luftaustausch mit der Außenluft möglich ist, um in den kälteren Jahreszeiten die kalte Luft zur direkten Kühlung zu verwenden. Stattdessen erfolgt die Kühlung dieser Räume häufig durch Klimaanlage, die energieintensiv betrieben werden müssen.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Direkte Energieeinsparungen sind durch die Zentralisierung von HPCs nur zu erreichen, wenn die entstehende Wärme am Campus Garching genutzt werden kann. Außerdem entfällt dadurch der Energieeinsatz zur zusätzlichen Kühlung der dezentralen Anlagen. Die konkreten Energie- und THG-Einsparungen aus diesem Projekt sind noch nicht quantifizierbar.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	

Handlungsschritte	Eingeschränkte Genehmigung von neuen HPCs an der TUM
--------------------------	--

	Schaffung zusätzlicher Angebote für HPC / GPU Nutzung mit neuen Nutzungsszenarien
Erfolgsindikatoren	Zentralisierung aller neu angeforderten HPC-Kapazitäten im LRZ
Gesamtaufwand	Bis zu 60 Mio. EUR
Finanzierungsansatz	DFG, StMWK
Umsetzungsverantwortung	IT
Akteure	LRZ
Flankierende Projekte	ES1a

Hinweise

Identifikation von Maßnahmen zur Abwärmenutzung an allen Standorten



Transformationsfeld Ressourcenverbrauch und -effizienz

Ziel Klimaschutz und Nachhaltigkeit in der IT

Ausgangslage

Es existieren viele dezentrale Serverräume sowie wissenschaftliche Apparate in allen TUM Liegenschaften. Diese werden aufwendig gekühlt.

Typ	technisch	Einführung	Mittelfristig (4-7 Jahre)	Dauer	Lang
------------	-----------	-------------------	---------------------------	--------------	------

Beschreibung

Die Nutzbarmachung der Abwärme von Serverräumen und wissenschaftlichen Apparaten eröffnet sowohl die Möglichkeit, lokale Ressourcen zu bündeln, als auch ein effizientes Energiekonzept umzusetzen.

Eine vielversprechende Option besteht darin, diese Abwärme zu nutzen. Hierfür soll im Bedarfsfall über Machbarkeitsstudien ermittelt werden, in welcher Weise sich diese Maßnahmen in ökologisch und ökonomischer Hinsicht lohnen. Als Pilotprojekt auf dem Stammgelände in München werden vier Etagen im historischen Heizkraftwerk für IT-Dienstleistungen vorgesehen. Die dort zwangsläufig entstehende Abwärme bietet sich als wertvolle Energiequelle für die Energieversorgung an.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Die Energie- und THG-Einsparungen aus diesem Projekt sind noch nicht quantifizierbar.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	

Handlungsschritte	Pilotprojekt: Ertüchtigung des bestehenden Gebäudes Installation von Kühltechnik und Einbindung in das Wärmeversorgungsnetz
--------------------------	---

Erfolgsindikatoren	Pilotprojekt: Auflösung veralteter Serverräume Abschaltung dezentraler Kühltechnik Nutzung der Abwärme
---------------------------	---

Gesamtaufwand	Abhängig vom konkreten Projekt
----------------------	--------------------------------

Finanzierungsansatz	Haushalt
Umsetzungsverantwortung	ZA4
Akteure	IT
Flankierende Projekte	

Hinweise

5.5 Projekte Anpassung an den Klimawandel

Prüfung der Sammlung und Nutzung der Ressource Regenwasser in Gebäuden als fester Bestandteil bei Neubauprojekten

A1a

Transformationsfeld Anpassung an den Klimawandel

Ziel Entwicklung der TUM Campus im Sinne einer wassersensiblen Stadtentwicklung und eines naturnahen Wasserhaushalts

Ausgangslage

Aktuell besteht eine Regenwasserzisterne in Garching als Teil einer Aufbereitungsanlage für Brauchwasser. Weitere direkte Nutzungen von Regenwasser sind derzeit nicht bekannt.

Typ	technisch	Einführung	Mittelfristig (4-7 Jahre)	Dauer	Lang
------------	-----------	-------------------	---------------------------	--------------	------

Beschreibung

Die Auswirkungen der globalen Erwärmung machen sich auch in Bayern bemerkbar. Die Verfügbarkeit von Grundwasser geht immer weiter zurück (Kooperation KLIWA, 2021). Um nicht dazu beizutragen, dass mehr Trinkwasser als nötig genutzt werden muss, sollte bei allen Neubauvorhaben die Prüfung der Installation von Regenwasserauffangananlagen und Nutzungskonzepten erfolgen. Das gesammelte Regenwasser kann als Brauchwasser genutzt werden. Alternativ oder ergänzend kann es zur Bewässerung von Vegetation (sofern unabdingbar) eingesetzt werden (siehe A1b).

Der Einsatz als Brauchwasser ist insbesondere für Neubauten vorgesehen, da eine Nachrüstung in Bestandsgebäuden, durch ein zusätzliches Leitungssystem, mit hohem Aufwand verbunden ist. Für Bestandsgebäude werden Nutzungen von Regenwasser in Projekt A1b vorgestellt.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Das THG-Einsparpotenzial wird gering eingeschätzt. Dennoch stellt das Projekt eine sinnvolle Möglichkeit dar sich mit fortschreitend steigenden Temperaturen auf das Risiko einer zukünftigen Wasserknappheit im Hochschulbetrieb vorzunehmen.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	
Handlungsschritte	Identifikation der Gebäude die über eine Regenwasserauffangananlage verfügen Der Hinweis zur Regenwassernutzung wird in den Standardkatalog (Regelausstattungen von Räumen und technischer Gebäudeausrüstung) der TUM aufgenommen.
Erfolgsindikatoren	Einsatz von Regenwasserauffangananlagen mit passenden Nutzungskonzepten bei Neubauten und Sanierungen

Gesamtaufwand	Der finanzielle Aufwand muss für jedes Bauvorhaben individuell bestimmt werden
Finanzierungsansatz	offen
Umsetzungsverantwortung	ZA4
Akteure	Sustainability Office, relevante Lehrstühle
Flankierende Projekte	ED2b, A1b

Hinweise

Prüfung der Sammlung und Nutzung der Ressource Regenwasser zur Bewässerung der Vegetation

A1b

Transformationsfeld Anpassung an den Klimawandel

Ziel Entwicklung der TUM Campus im Sinne einer wassersensiblen Stadtentwicklung und eines naturnahen Wasserhaushalts

Ausgangslage

An allen Standorten erfolgt die Bewässerung von Vegetation, wenn nötig, derzeit über das Trinkwassernetz.

Typ	technisch	Einführung	Langfristig (mehr als 7 Jahre)	Dauer	Lang
------------	-----------	-------------------	-----------------------------------	--------------	------

Beschreibung

Wenn eine Nutzung von Regenwasser als Brauchwasser in den Gebäuden nicht möglich ist, soll eine Nutzung zur Bewässerung der Vegetation um die Gebäude herum erfolgen, um Trinkwasser einzusparen und eine ausreichende Versorgung der Vegetation sicherzustellen. Für die Nutzung des Regenwassers sind Auffanganlagen erforderlich, die ggf. nachträglich errichtet werden müssen. Insbesondere bei der Bewässerung von Versuchsflächen / Gewächshäusern kann dies mit geringeren Aufwänden möglich sein. Die entsprechenden Optimierungsmöglichkeiten sollen geprüft werden.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Das Treibhausgaseinsparpotenzial wird gering eingeschätzt. Dennoch stellt das Projekt eine sinnvolle Möglichkeit dar sich mit fortschreitend steigenden Temperaturen auf das Risiko einer zukünftigen Wasserknappheit im Hochschulbetrieb vorzunehmen.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	
Handlungsschritte	Identifikation von Gebäuden, die für die Installation einer Regenwasserauffangananlage zur Bewässerung der Vegetation geeignet und sinnvoll sind (z. B. am Campus Weihenstephan, Garching oder Straubing)
Erfolgsindikatoren	Errichtung von regenwasserauffanganlagen an Bestandsgebäuden zu Bewässerung der Vegetation
Gesamtaufwand	Der finanzielle Aufwand muss für jedes Bauvorhaben individuell bestimmt werden
Finanzierungsansatz	offen
Umsetzungsverantwortung	ZA4

Akteure	Sustainability Office, relevante Lehrstühle
----------------	---

Flankierende Projekte	A1a
------------------------------	-----

Hinweise

Das Projekt beinhaltet potenziell auch bauliche / strukturelle Veränderungen der Campus. Dementsprechend müssen diese Aspekte im Verbund mit Projekten geplant werden, die ebenfalls auf das Thema Campuserwicklung einzahlen.

Entwicklung von Hitzeschutzplänen zum sommerlichen Wärmeschutz

A2a

Transformationsfeld Anpassung an den Klimawandel

Ziel Anpassung an sich verändernde klimatische Gegebenheiten

Ausgangslage

In den letzten Jahren ist eine deutliche Zunahme von Hitzewellen zu verzeichnen, die nicht nur das Wohlbefinden der Universitätsmitglieder beeinträchtigen, sondern auch potenzielle Risiken für die Gesundheit und die Effizienz von Arbeits- und Lernumgebungen mit sich bringen.

Grundsätzlich gelten an allen Arbeitsplätzen an der TUM die Regularien der Arbeitsstättenverordnung und die daraus abgeleiteten technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR). Unter ASR 3.5 sind dabei die Vorgaben für Raumtemperatur und entsprechend zu ergreifende Maßnahmen geregelt. Alle im Hitzeschutzplan zu erarbeitenden Maßnahmen gehen über die arbeitsschutzrechtlichen Vorgaben hinaus.

Typ	strategisch	Einführung	Langfristig (mehr als 7 Jahre)	Dauer	Lang
------------	-------------	-------------------	-----------------------------------	--------------	------

Beschreibung

Die TUM erkennt die Notwendigkeit, proaktiv Maßnahmen zu ergreifen, um den sommerlichen Hitzeschutz auf dem Campus insbesondere im Freiraum zu verbessern.

Dies umfasst nicht nur die Sicherstellung eines angenehmen Arbeits- und Lernklimas, sondern auch den Schutz vor möglichen gesundheitlichen Beeinträchtigungen aufgrund extremer Hitze. In diesem Zusammenhang ist es von entscheidender Bedeutung, effektive Hitzeschutzpläne zu entwickeln, die sowohl präventive als auch reaktive Maßnahmen umfassen. Durch eine sorgfältige Analyse der bestehenden Infrastruktur, Nutzungsmuster und klimatischen Bedingungen sollen geeignete Strategien entwickelt werden, um den sommerlichen Wärmeschutz insbesondere im Freiraum zu optimieren. Die Freiflächen zwischen den Gebäuden sollen langfristig zu grünen Nutzflächen aufgewertet werden und gemeinsam mit einem Landschaftsplaner gestaltet werden. Ein Hitzeschutzplan der TUM kann folgende Aspekte beinhalten:

- Identifikation von lokalen Hitzeinseln an den Campus Standorten und Begleitung der Planungsprozesse mit Hilfe von Simulationen in Zusammenarbeit mit relevanten Lehrstühlen
- Freiraumbegrünung und Beschattungsmaßnahmen in den identifizierten Hitzeinseln inklusive Steigerung der Biodiversität gemeinsam mit den Landschaftsplanern
- Identifikation von Gebäuden oder Gebäudeteilen mit starker Hitzebelastung (z.B. Magistrale der Mathematik)
- Umsetzung gezielter baulicher Anpassungen im Bestand (Durchlüftungsmöglichkeiten, Ventilatoren, etc. siehe A2c)
- Integration von Lösungen in Gebäuden mit starker Hitzebelastung

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Durch den Hitzeschutzplan werden nicht direkt Energie- und TGH-Emissionen eingespart. Einzelne Hitzeschutzmaßnahmen können möglicherweise auch Energieeinsparpotenziale bzw. THG-Einsparpotenziale aufweisen. Diese sind zum aktuellen Stand nicht quantifizierbar. Mit den Maßnahmen soll vermieden werden zusätzliche Kühlanlage notwendig sind.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	
Handlungsschritte	Prüfung der Beantragung von Fördergeldern für die Erarbeitung eines Hitzeschutzplanes. Beauftragung von Fachexpertinnen und -experten (intern, extern) für Untersuchungen lokaler Hitzeinseln
Erfolgsindikatoren	Ausgearbeiteter Hitzeschutzplan
Gesamtaufwand	n/a
Finanzierungsansatz	Förderschwerpunkt B: Innovative Modellprojekte für die Klimaanpassung und den natürlichen Klimaschutz https://www.z-u-g.org/das/ank-das-foerderaufuf-2023/
Umsetzungsverantwortung	Sustainability Office
Akteure	Taskforce Sustainable Campus Development, ZA4, HR6
Flankierende Projekte	

Hinweise

Berücksichtigung von sommerlichem Wärmeschutz in der Planung von Neubauten und Sanierungen

A2b

Transformationsfeld Anpassung an den Klimawandel

Ziel Anpassung an sich verändernde klimatische Gegebenheiten

Ausgangslage

Eine Klimatisierung der Büroräume ist von Seiten des Freistaates Bayer nicht vorgesehen. In Neubauten wird der sommerliche Wärmeschutz in Teilen schon mitgedacht (Verschattungen) ASR, DIN 4108. Im Bestand ist das Thema in den wenigsten Gebäuden mitbedacht. Im Sommer werden viele Beschwerden von Seiten der Beschäftigten an das Gebäudemanagement herangetragen. Eine Aufrüstung des Gebäudebestandes ist in vielen Fällen nicht möglich (z.B. Kaputte Motoren von Jalousien).

Typ	technisch	Einführung	Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer	Mittel
------------	-----------	-------------------	-------------------------	--------------	--------

Beschreibung

Bei der Planung und dem Bau neuer Gebäude, sowie der Sanierung von Bestandsgebäuden sollten Maßnahmen, die zum sommerlichen Wärmeschutz beitragen verpflichtend mitbedacht werden und fester Bestandteil der Gebäudeplanung und der Bauausschreibungen sein.

Beispiele für sommerlichen Wärmeschutz sind eine passive Kühlung über die Flächenheizung eines Gebäudes, Nachtauskühlung, Verschattungsmöglichkeiten oder einer Wärmeschutzisolierung an der Gebäudehülle. Darüber hinaus können auch kleine technische Maßnahmen wie z.B. Ventilatoren zum Einsatz kommen. Bei der Planung der Gebäude muss drauf geachtet werden, dass Neubauten mit bedarfsgerechter Verglasung ausgestattet werden und große Glasfassaden vermieden werden, um die solaren Wärmeeinträge im Sommer zu reduzieren. Gebäude, die rein aus ästhetischen Gründen mit großen Glasfassaden und wenig Verschattung geplant werden, sollten nicht weiter im Planungsprozess berücksichtigt werden.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Die Berücksichtigung von sommerlichem Wärmeschutz bei Neubauvorhaben soll den Energieverbrauch von Gebäuden reduzieren aber auch die Aufenthaltsbedingungen an Tagen mit hohen Außentemperaturen in den Gebäuden verbessern. Durch den reduzierten Energieverbrauch ergeben sich auch eine Reduktion der THG-Emissionen. Das Einsparpotenzial muss für jedes Gebäude separat bestimmt werden.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	

Handlungsschritte	Ausarbeitung insbesondere von konstruktiven Kriterien die bei der Planung von Neubauten zum sommerlichen Wärmeschutz berücksichtigt werden sollen (Positivkriterien und Ausschlusskriterien) durch die Taskforce Sustainable Campus Development. Von den Planern einfordern, dass der sommerliche Wärmeschutz berücksichtigt wurde.
--------------------------	--

	<p>Aufzeigen von Positivbeispielen im Bestand zur Verfügung stellen.</p> <p>Aufnahme der DIN 4108 in den TUM Standardkatalog</p>
Erfolgsindikatoren	Einhaltung der DIN 4108 in Bauvorhaben zur Verbesserung des sommerlichen Wärmeschutzes
Gesamtaufwand	Die Kosten müssen für jedes Bauprojekt individuell bestimmt werden.
Finanzierungsansatz	Offen
Umsetzungsverantwortung	ZA4
Akteure	Staatliche Bauämter, Taskforce Sustainable Campus Development
Flankierende Projekte	ED1e, ED1h

Hinweise

5.6 Projekte Forschung, Lehre & Bildung und Entrepreneurship

Umfassende Integration der Themen Klimaschutz und Ressourcennutzung in den Research Code of Conduct der TUM

FLE1a

Transformationsfeld Forschung, Lehre & Bildung, Entrepreneurship

Ziel Etablierung von Klimaschutz und Nachhaltigkeit als feste Bestandteile der Forschung und Lehre an der TUM

Ausgangslage

Der Research Code of Conduct dient als ethischer Leitfaden und verbindliche Richtlinie für alle Forschenden an der TUM und soll sicherstellen, dass Forschungstätigkeiten höchsten wissenschaftlichen, ethischen und gesellschaftlichen Standards entsprechen.

Typ	Richtlinie / Policy	Einführung	Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer	Kurz
------------	---------------------	-------------------	-------------------------	--------------	------

Beschreibung

Die Integration von Klimaschutz und Ressourcennutzung in den Code of Conduct zielt darauf ab, Umweltaspekte als integralen Bestandteil des Forschungsprozesses zu verankern. Dazu gehören sowohl die Reduzierung der THG-Emissionen als auch der verantwortungsbewusste Umgang mit natürlichen Ressourcen. Konkrete Maßnahmen könnten beispielsweise die Implementierung von umweltfreundlichen Praktiken in Forschungslaboren, die Förderung nachhaltiger Beschaffung von Forschungsmaterialien und die Integration von Umweltaspekten in die Forschungsprojektplanung sein.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Aus dem Projekt ergeben sich keine unmittelbar messbaren Energie- und Treibhausgaseinsparung.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	
Handlungsschritte	Absprachen mit den Akteuren, wie die Integration der Themen Nachhaltigkeit und Klimaschutz in den Research Code of Conduct integriert werden können.
Erfolgsindikatoren	Veröffentlichung eines überarbeiteten Research Code of Conduct
Gesamtaufwand	Ca. 1 Arbeitswoche kumuliert für alle Beteiligten
Finanzierungsansatz	Bestandspersonal

Umsetzungsverantwortung	TUM Compliance Office
Akteure	TUM Sustainability Office, SVP Forschung & Innovation, VP Sustainable Transformation, TUM Research Board, TUM ForTe
Flankierende Projekte	

Hinweise

Integration der Themen Nachhaltigkeit und Klimaschutz in die Lehrverfassung der TUM

FLE1b

Transformationsfeld Forschung, Lehre & Bildung, Entrepreneurship

Ziel Etablierung von Klimaschutz und Nachhaltigkeit als feste Bestandteile der Forschung und Lehre an der TUM

Ausgangslage

Die bestehende Lehrverfassung der TUM bildet zwar die Grundlage für eine exzellente akademische Ausbildung bietet, jedoch in ihrer aktuellen Form noch Potenzial für eine weitere Integration von Nachhaltigkeit und Klimaschutz.

Typ	Richtlinie / Policy	Einführung	Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer	Kurz
------------	---------------------	-------------------	-------------------------	--------------	------

Beschreibung

Das Ziel des Projekts ist es, das Thema Nachhaltigkeit und Klimaschutz als feste Bestandteile der Lehrinhalte und -methoden an der TUM zu verankern. Die Integration dieser Themen als Grundsatz in die Lehrverfassung soll sicherstellen, dass sie nicht nur als temporäre Ergänzung betrachtet werden, sondern dauerhaft in den Strukturen der Universität verankert sind und alle Studierenden der TUM im Rahmen ihres Studiums die Möglichkeit zum Kompetenzerwerb in diesem Bereich erhalten. In Anbetracht des zunehmenden Bewusstseins für Umweltfragen und der Notwendigkeit, innovative Lösungen für eine nachhaltige Zukunft zu fördern, unterstützt die Überarbeitung der Lehrverfassung die Ambition, die TUM als Vorreiterin in nachhaltiger Bildung zu positionieren und gleichzeitig eine Generation von Studierenden zu inspirieren, die sich aktiv Nachhaltigkeit und Klimaschutz einsetzen.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

<i>n/a</i> <i>MWh pro Jahr</i>	Aus dem Projekt ergeben sich keine direkt messbaren Energie- und THG-Einsparung. Der mittel- und langfristige Impact durch die sensibilisierten und mit entsprechendem Fachwissen ausgebildeten Studierenden ist für den Standort Deutschland sowie aufgrund der Internationalität der TUM auch global sehr groß.
<i>n/a</i> <i>tCO₂e pro Jahr</i>	

Handlungsschritte	<p>Analyse und Bewertung der bestehenden Lehrverfassung in Bezug auf Nachhaltigkeit und Klimaschutz</p> <p>Proaktive Beteiligung der relevanten Gremien bei der Ausarbeitung entsprechender Inhalte für die Lehrverfassung</p> <p>Einbringung der Inhalte Nachhaltigkeit und Klimaschutz in die bestehenden Veranstaltungen der Lehr- und Lernkultur</p> <p>Umsetzung der ergänzten Inhalte aus der Lehrverfassung durch die School Offices</p> <p>Entwicklung eines Evaluationskonzeptes mit Erhebung relevanter Kennzahlen und Ziele</p>
--------------------------	--

Erfolgsindikatoren	Einführung von Kennzahlen zur Messung der Integration von Klimaschutz und Nachhaltigkeit in der Lehre
Gesamtaufwand	n/a
Finanzierungsansatz	Bestandspersonal
Umsetzungsverantwortung	TUM Center for Study and Teaching, TUM Sustainability Office, ProLehre
Akteure	SVP Studium & Lehre, VP Sustainable Transformation, Vice Deans Academic & Student Affairs, Study and Teaching Board, Study and Teaching Council, Academic Program Directors, StudierendenVertreterinnen und Vertreter im Symposium Lehre, Forum Lehre
Flankierende Projekte	

Hinweise

Integration der Themen Nachhaltigkeit und Klimaschutz in die Berufungspolitik

FLE1c

Transformationsfeld Forschung, Lehre & Bildung, Entrepreneurship

Ziel Etablierung von Klimaschutz und Nachhaltigkeit als feste Bestandteile der Forschung und Lehre an der TUM

Ausgangslage

Die Notwendigkeit einer verstärkten Integration von Klimaschutz und Nachhaltigkeit für die universitäre Profilbildung wird durch die zunehmende Dringlichkeit und die hohe gesellschaftliche Relevanz dieser Themen unterstrichen. Eine zentrale Stellschraube für die inhaltliche und personelle Weiterentwicklung der TUM sind die Berufungen neuer Professorinnen und Professoren. Dementsprechend ist es erforderlich, die Berufungspolitik anzupassen, um sicherzustellen, dass die TUM einen positiven Einfluss hinsichtlich der globalen Herausforderungen und Ziele durch eine entsprechende akademische Führung, Forschung und Lehre nimmt.

Typ | strategisch

Einführung | Kurzfristig (0-3 Jahre)

Dauer | Kurz

Beschreibung

Das Hauptziel dieses Projekts ist die Entwicklung und Implementierung einer umfassenden Strategie zur Integration der Themen Nachhaltigkeit und Klimaschutz in die Berufungspolitik der TUM. Dies umfasst die strategische Berufsplanung durch die Schools sowie die Anpassung der Auswahlkriterien für neue Fakultätsmitglieder sowie die Schaffung von Anreizen und Unterstützungsmechanismen für Forschung und Lehre im Bereich Nachhaltigkeit.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a
MWh pro Jahr

Aus dem Projekt ergeben sich keine messbaren Energie- und THG-Einsparung.

n/a
tCO_{2e} pro Jahr

Handlungsschritte

Berufsplanung: Angabe, welche geplanten Professuren zu den Themen Nachhaltigkeit und Klimaschutz anschlussfähig sind

Beschreibung des Aspektes „Future Impact“ im Stellendossier für Neuberufungen

Aufnahme eines/r Professor/in mit Nachhaltigkeitskompetenz in Berufungskommissionen zu einschlägigen Themenfeldern

Hinweis zur Bedeutung von Nachhaltigkeit und Klimaschutz in den Berufsleitfaden für Kommissionen

Benefit für besonders nachhaltige (energiesparende/effiziente) Ausstattungskonzepte für Berufsverhandlungen (z. B. Ein-

	bringen von Geräten in Core Facilities zur gemeinsamen Nutzung sowie die Anschaffung besonders energiesparender Gerätschaften)
Erfolgsindikatoren	Anzahl der Berufungen mit Passung zum Thema Nachhaltigkeit und Klimaschutz
Gesamtaufwand	n/a
Finanzierungsansatz	n/a
Umsetzungsverantwortung	Präsidialstab Berufungen
Akteure	TUM Sustainability Office, School Offices, Präsident, Hochschulpräsidium
Flankierende Projekte	

Hinweise

Konzeption und Umsetzung eines Weiterbildungsangebots zum Thema "Nachhaltigkeit und Klimaschutz" für alle TUM-Beschäftigten

FLE2a

Transformationsfeld Forschung, Lehre & Bildung, Entrepreneurship

Ziel Integration von Klimaschutz in die Weiterbildungsformate der TUM

Ausgangslage

Das TUM Institute for LifeLong Learning (TUM IL³) bietet eine Vielzahl von Weiterbildungs- und Austauschformaten für interne wie externe Zielgruppen an. Das Thema Nachhaltigkeit wird seit Anfang 2023 schrittweise in alle Programme integriert. Dabei werden jeweils für die Zielgruppe relevante Aspekte vermittelt (bspw. das papierlose Büro für Verwaltungspersonal). Ein in der Breite einsetzbares Weiterbildungsformat zum Thema Nachhaltigkeit und Klimaschutz für alle TUM-Beschäftigten fehlt derzeit.

Auch die Möglichkeiten, Kenntnisse und Methoden zum Thema Nachhaltigkeit und Klimaschutz im Rahmen eines strukturierten Onboardings zu vermitteln, werden derzeit noch nicht für alle Zielgruppen genutzt (ein Onboardingkonzept für neuberufene Professorinnen und Professoren wird derzeit ausgerollt). Die Vermittlung von Kenntnissen und Richtlinien zu diesen wichtigen Aspekten liegt bisher in der Verantwortung der Kolleginnen und Kollegen, die neue Beschäftigte einweisen.

Typ	kommunikativ & partizipativ	Einführung	Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer	Mittel
------------	-----------------------------	-------------------	-------------------------	--------------	--------

Beschreibung

Um die TUM-Community aktiv in die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen einzubinden, wird ein Weiterbildungsangebot entwickelt, das allen Beschäftigten ermöglicht, sich im Bereich Klimaschutz am Arbeitsplatz zu engagieren. Dabei soll das Weiterbildungsangebot der Sensibilisierung und Qualifizierung der TUM-Beschäftigten im Bereich Nachhaltigkeit und Klimaschutz dienen, ein Bewusstsein für den individuellen Beitrag aller Beschäftigten zur Reduktion des Energieverbrauchs und der THG-Emissionen schaffen und praxisnahe Inhalte und Handlungsanleitungen für einen nachhaltigen Arbeitsplatz schaffen.

Das Angebot soll sowohl allen Beschäftigten offen stehen wie auch in Onboardingprozesse integriert werden.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Im Rahmen des Weiterbildungsformats werden Kenntnisse vermittelt, die darauf abzielen, das Verhalten im Hinblick auf Klimaschutz und Nachhaltigkeit positiv zu verändern. Da Verhalten jedoch von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst wird, kann der direkte Effekt des Weiterbildungsformats auf den Energieverbrauch und die THG-Emissionen nicht erfasst werden.
n/a <i>tCO_{2e} pro Jahr</i>	
Handlungsschritte	Bedarfsanalyse und Konzeptentwicklung (im Hinblick auf Zielgruppen, Formate, Umfang, Inhalte)

	<p>Entwicklung von Lehr-/Lernformaten, die die Grundlagen von Klimaschutz und Nachhaltigkeit sowie deren Bedeutung für die TUM vermitteln (ggf. unter Einbindung externer Dienstleister)</p> <p>Pilotierung und Anpassungen</p> <p>Integration des Weiterbildungsformats in das Programm des TUM IL³</p> <p>Kommunikation und Marketing</p> <p>Evaluation</p>
Erfolgsindikatoren	<p>Anmeldungen bzw. Zugriffszahlen, hier u.a. Reichweite innerhalb der TUM</p> <p>Erfolgreicher Abschluss des Trainings (Anzahl Teilnehmende)</p> <p>Zufriedenheit der Teilnehmenden (Selbstbericht)</p> <p>Wissenserwerb/Lernerfolg der Teilnehmenden (Selbstbericht)</p> <p>Intention/Motivation, das Erlernte umzusetzen (Selbstbericht)</p>
Gesamtaufwand	n/a
Finanzierungsansatz	n/a
Umsetzungsverantwortung	TUM Institute for LifeLong Learning, TUM Sustainability Office
Akteure	
Flankierende Projekte	FLE2b, ED5a, R3a

Hinweise

Das TUM IL3 benötigt in den frühen Phasen und insbesondere in der Feinkonzeption die Expertise der Fachabteilung, mit der das Angebot ausgearbeitet werden soll. Für die Bedarfserfassung/Konzeptentwicklung und Auswahl/Entwicklung eines (Online-) Weiterbildungsangebots soll demnach das Sustainability Office verantwortlich sein. Für die Pilotierung, den Roll Out und Evaluation anschließend das TUM IL3.

Integration der Themen Nachhaltigkeit und Klimaschutz in das Onboarding für neue Professorinnen und Professoren

FLE2b

Transformationsfeld Forschung, Lehre & Bildung, Entrepreneurship

Ziel Integration von Klimaschutz in die Weiterbildungsformate der TUM

Ausgangslage

Um neuberufenen Professorinnen und Professoren möglichst schnell einen Überblick und Orientierung zu verschaffen, bietet die TUM einmal im Jahr die Willkommensveranstaltung "TUM Prelude" an. An diesem Tag erhalten Professorinnen und Professoren u einen exklusiven Einblick in die Gesamtstrategie der TUM und besuchen ausgewählte Bereiche und Standorte der Universität.

Typ	kommunikativ & partizipativ	Einführung	Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer	Mittel
------------	-----------------------------	-------------------	-------------------------	--------------	--------

Beschreibung

Um den wachsenden Fokus auf Nachhaltigkeit und Klimaschutz widerzuspiegeln, soll das Onboarding nun entsprechend angepasst werden. Das Ziel dieses Projekts ist es, die Themen Nachhaltigkeit und Klimaschutz fest in "TUM Prelude" zu integrieren. Durch die Einbindung dieser wichtigen Aspekte sollen die neuberufenen Professorinnen und Professoren nicht nur mit den strategischen Zielen der TUM vertraut gemacht werden, sondern auch ein Bewusstsein für ihre Rolle als Botschafter nachhaltiger Praktiken in Lehre und Forschung entwickeln.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Keine messbaren direkten Energie- oder THG-Einsparungen.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	
Handlungsschritte	Konzeptentwicklung Umsetzung und Evaluation Konzeptanpassung
Erfolgsindikatoren	
Gesamtaufwand	n/a
Finanzierungsansatz	n/a
Umsetzungsverantwortung	Präsidialstab Berufungen, Munich Dual Carrer Office

Akteure	TUM Sustainability Office
----------------	---------------------------

Flankierende Projekte	FLE2a
------------------------------	-------

Hinweise

Prüfung und Konzeption des Aufbaus eines internen Consulting-Programms für Infrastrukturprojekte durch das Fachwissen an den Professuren der TUM

FLE3a

Transformationsfeld Forschung, Lehre & Bildung, Entrepreneurship

Ziel Stärkung der Living-Lab-Funktion der TUM Campus

Ausgangslage

Eine Verknüpfung von Forschung und Betrieb findet aktuell nur in geringem Umfang statt. Jedoch bieten sich durch das umfassende und breite Expertenwissen der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an der TUM viele Möglichkeiten der Anwendung im Betrieb der Universität u. a. im Sinne von Reallaboren.

Erste Ansätze sind bereits vorhanden:

- Gegenseitige Unterstützung zur Beantragung von Fördergeldern für die energetische Sanierung von Gebäuden in Freising und Garching (ZA4 + wiss. Beschäftigte von Lehrstühlen ENBP und Energiesysteme)
- Idee eines TUM Energy Labs zur Verbindung von Wissenschaft und Betrieb
- Taskforce Sustainable Campus Development

Typ strategisch	Einführung Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer Lang
--------------------------	---	---------------------

Beschreibung

In diesem Projekt soll die Nutzung des vorhandenen Fachwissens aus den Bereichen Energie, Gebäudetechnik, Architektur, Baustoffe, Landschaftsgestaltung, Mobilität etc. über den Dialog mit den entsprechenden Lehrstühlen erfolgen, z.B. durch gemeinsame Projekte oder Drittmittelvorhaben. Diese können ihre Expertise als Ratgeber in Projekte wie Bauvorhaben, die Auswahl von Technologien bei Sanierungen, Campusgestaltung, etc. einfließen lassen. Dadurch kann Wissen, das an der TUM vorhanden ist, gezielt eingesetzt werden, um zukunftsweisende Entscheidungen in der weiteren Infrastrukturentwicklung zu treffen. Auch eine Einbindung von Studierenden und Studierenden-Initiativen sind anzustreben.

Unter anderen können auch Pilotprojekte aus diesem Projektkatalog wissenschaftlich begleitet werden, um Handlungsempfehlungen für weitere Vorhaben abzuleiten.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

<p style="text-align: center;">n/a <i>MWh pro Jahr</i></p>	<p>Die Energie- und Treibhausgaseinsparungen für dieses Projekt sind nicht direkt zu ermitteln. Idealerweise werden Energie- und Treibhausgaseinsparungen für jedes Projekt individuell ermittelt.</p>
<p style="text-align: center;">n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i></p>	
Handlungsschritte	Gemeinsame Durchführung von Pilotprojekten
Erfolgsindikatoren	

Gesamtaufwand	n/a
Finanzierungsansatz	n/a
Umsetzungsverantwortung	
Akteure	ZA4, Sustainability Office, Taskforce Sustainable Campus Development
Flankierende Projekte	

Hinweise

Etablierung der Thematischen Koordinationsstelle „Innovation & Entrepreneurship“ an der TUM für das Zentrum Hochschule und Nachhaltigkeit Bayern (BayZeN)

FLE4a

Transformationsfeld Forschung, Lehre & Bildung, Entrepreneurship

Ziel Feste Verankerung des Themas Klimaschutz in der Entrepreneurship-Kultur

Ausgangslage

Die TUM als „Entrepreneurial University“ leistet mit ihrer Stärke in technischen Innovationen und insbesondere in den letzten Jahren immer stärker mit den aus ihr hervorgegangenen Gründungsteams und Start-ups seit jeher einen relevanten Beitrag zum technologischen Fortschritt in Deutschland und der Welt. Wenn aus Ideen und Forschungsergebnissen durch wirtschaftliche Inwertsetzung und Skalierung tatsächliche Innovationen werden, kann auch in großem Maßstab Impact generiert werden. Mit in den letzten Jahren ca. 80 Ausgründungen pro Jahr zählt die TUM hier zu den stärksten Universitäten Europas.

Gleichzeitig ist in den letzten gut zehn Jahren das Netzwerk Hochschule und Nachhaltigkeit Bayern gewachsen und wurde im Jahr 2023 zum Zentrum für Hochschule und Nachhaltigkeit Bayern (BayZeN) umgebaut. Die TUM ist als Gründungsmitglied des BayZeN sog. „Trägerhochschule“ und verantwortet dementsprechend eine „thematische Koordinationsstelle“ – hier mit der Bezeichnung „Innovation & Entrepreneurship“.

Typ | strategisch

Einführung | Kurzfristig (0-3 Jahre)

Dauer | Lang

Beschreibung

Da Gründungsteams und Start-ups mit ihren Ideen, Arbeitsweisen und Produkten besonders innovative Beiträge zu Entwicklung regionaler, nationaler und internationaler Innovationssysteme leisten sind sie hinsichtlich des Impacts der TUM bzgl. der nachgelagerten THG-Emissionen von großer Bedeutung (diese sind jedoch aktuell nicht in THG-Bilanz erfasst.) Zudem sorgen kurze Innovationszyklen und eine hohe Dynamik und Flexibilität für schnellen Impact. Dementsprechend ist die Implementierung der Themen Nachhaltigkeit und Klimaschutz in die gesamte Start-up-Journey von großer Relevanz – sowohl hinsichtlich der Organisations- und Arbeitsweisen der künftigen Unternehmen als auch vor allem hinsichtlich Ihrer Produkte. Um die Effekte zu skalieren ist es zielführend, die entsprechenden Teilmaßnahmen nicht nur für die TUM durchzuführen, sondern sie für alle bayerischen Hochschulen verfügbar zu machen und co-kreativ weiterzuentwickeln. Dementsprechend sind Stand 12/2023 die folgenden Teilprojekte vorgesehen:

- Bayernweiter Austausch und Netzwerk auf Grundlage einer strukturierten Erfassung der Aktivitäten und Kompetenzen aller bayerischen Hochschulen
- Partizipative Entwicklung und Umsetzung einer Arbeitsgruppe (Arbeitstitel „Responsible Innovation & Sustainable Entrepreneurship“)
- Entwicklung eines standardisierten Bewertungsinstrumentes für ein strukturiertes Assessment von und Handlungsempfehlungen für Start-ups / Gründungsteams.
- Definition der neuen / zusätzlichen Anforderungen an Sensibilisierungs- Beratungs- und Beratungsangebote und entsprechende Entwicklung von Train-the-Trainer-Programmen zur Schaffung von Kompetenzen

Energie- und Treibhausgaseinsparung

<p>n/a <i>MWh pro Jahr</i></p>	<p>Durch die Thematische Koordinationsstelle Innovation & Entrepreneurship im BayZeN werden direkt keine THG-Emissionen reduziert. Die indirekten Effekte sind jedoch umso bedeutsamer, wengleich (noch) nicht quantifizierbar. Start-ups mit Fokus Nachhaltigkeit und Start-ups, die Nachhaltigkeitsprinzipien in ihren Produkten wie ihrem Betrieb berücksichtigen leisten einen Betrag zum Klimaschutz, insbesondere wenn sie skalieren können.</p>
<p>n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i></p>	
<p>Handlungsschritte</p>	<p>(teils bereits erfolgt)</p> <p>Beitritt zum BayZeN via Kooperationsvereinbarung</p> <p>Etablierung der Thematischen Koordinationsstelle Innovation & Entrepreneurship</p> <p>Vernetzung mit den bayerischen Hochschulen und Etablierung einer Arbeitsgruppe im BayZeN inkl. Ausarbeitung und Umsetzung konkreter Maßnahmen (s.o.)</p>
<p>Erfolgsindikatoren</p>	<p>Erfolgsindikatoren werden im Rahmen des BayZeN entwickelt und erfasst. Diese betreffen u.a. die Entwicklung der Arbeitsgruppe oder eingeworbene Drittmittel</p>
<p>Gesamtaufwand</p>	<p>Startphase: 0,5 FTE + Sachmittel</p>
<p>Finanzierungsansatz</p>	<p>Eigenmittel TUM für 3 Jahre</p>
<p>Umsetzungsverantwortung</p>	<p>TUM ForTe (TUMentrepreneurship)</p>
<p>Akteure</p>	<p>TUM Sustainability Office, TUM Venture Lab Sustainability & Circular, Zentrum für Hochschule und Nachhaltigkeit Bayern</p>
<p>Flankierende Projekte</p>	<p>FLE4b</p>

Hinweise

Ausbau des TUM Venture Lab Sustainability and Circular mit Fokus CleanTech

FLE4b

Transformationsfeld Forschung, Lehre & Bildung, Entrepreneurship

Ziel Feste Verankerung des Themas Klimaschutz in der Entrepreneurship-Kultur

Ausgangslage

Die TUM als „Entrepreneurial University“ leistet mit ihrer Stärke in technischen Innovationen und insbesondere in den letzten Jahren immer stärker mit den aus ihr hervorgegangenen Gründungsteams und Start-ups seit jeher einen relevanten Beitrag zum technologischen Fortschritt in Deutschland und der Welt. Wenn aus Ideen und Forschungsergebnissen durch wirtschaftliche Inwertsetzung und Skalierung tatsächliche Innovationen werden, kann auch in großem Maßstab Impact generiert werden. Mit in den letzten Jahren ca. 80 Ausgründungen pro Jahr zählt die TUM hier zu den stärksten Universitäten Europas.

Mit dem Ziel einer noch breiteren und effizienteren Nutzung der Ausgründungspotenziale und der Skalierung der Risikokapitalakquise wurden durch die TUM und die UnternehmerTUM gemeinsam die TUM Venture Labs gegründet. Mit verschiedenen Themenschwerpunkten sollen Zahl, Effizienz und Skalierung der Ausgründungen erhöht werden.

Typ | strategisch

Einführung | Kurzfristig (0-3 Jahre)

Dauer | Lang

Beschreibung

Mit dem Ziel das Thema Nachhaltigkeit noch stärker zu fokussieren, wurde Ende 2022 das Venture Lab Sustainability & Circular gegründet. Es soll auf Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft fokussieren und arbeitet insbesondere in Richtung „CleanTech“ um möglichst viele Gründungsteams mit möglichst großem Impact zu unterstützen.

Das Venture Lab Sustainability & Circular hat zum Einen ein Managing Team, das direkt mit den Start-ups zusammenarbeitet und zum Anderen auch Academic Directors als wissenschaftliche Expertinnen und Experten und Schnittstellen in Forschung und Lehre. Damit sollen explizit Gründungsteams im Bereich CleanTech gefördert und unterstützt werden. Zudem entwickelt das Venture Lab ein Sustainability Readiness Assessment Tool für alle TUM Start-ups und unterstützt mit einer Querschnittsfunktion Gründungsteams auch alle Gründungsteams quer über andere Venture Labs hinweg.

Darüber hinaus sind die TUM Venture Labs aktiv an Multi-Stakeholder-Projekten wie der Energy Resilience Leadership Group (ERLG) beteiligt, wodurch eine internationale Zusammenarbeit von Playern im CleanTech Sektor ermöglicht wird. In Straubing befindet sich derzeit das CleanTech Design Lab, ein Raum zur Förderung von nachhaltigem Unternehmertum, in der Planungsphase.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a
MWh pro Jahr

n/a
tCO₂e pro Jahr

Durch das Venture Lab Sustainability & Circular werden direkt keine THG-Emissionen reduziert. Die indirekten Effekte sind jedoch umso bedeutsamer, wengleich (noch) nicht quantifizierbar. CleanTech Start-ups leisten entweder durch neue und

	emissionsfreie/-arme Technologien einen Betrag zum Klimaschutz oder entwickeln sogar CCS-Technologien (Carbon Capture and Storage).
Handlungsschritte	Weiterer Ausbau des Venture Lab Sustainability & Circular entsprechend o.g. Beschreibung
Erfolgsindikatoren	Vgl. Indikatoren der TUM Sustainable Futures Strategy 2030 sowie Entwicklung eigener KPIs durch die Venture Labs
Gesamtaufwand	Operatives Personal Wissenschaftliche Unterstützung Sachmittel zur Durchführung div. Aktivitäten
Finanzierungsansatz	Laufende Finanzierung durch Freistaat Drittmittel; Akquise beständig laufend
Umsetzungsverantwortung	TUM Venture Labs
Akteure	TUM ForTe (TUM Entrepreneurship), UnternehmerTUM, TUM Sustainability Office
Flankierende Projekte	FLE4a

Hinweise

5.7 Projekte Management

Weiterführung des Klimaschutzmanagements im Rahmen des Förderpunkts 4.1.8.b aus der Kommunalrichtlinie

MN1a

Transformationsfeld Management

Ziel Weiterführung/-entwicklung und Verstetigung des Klimaschutzmanagements

Ausgangslage

Die erste Förderperiode für die Einführung eines Klimaschutzmanagements und Erstellung eines integrierten Klimaschutzkonzepts erfolgte vom 01.09.2022 bis 31.08.2024.

Typ	Förderantrag	Einführung	Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer	Kurz
------------	--------------	-------------------	-------------------------	--------------	------

Beschreibung

Über die Kommunalrichtlinie in Förderpunkt 4.1.8.b wird die Umsetzung der Maßnahmen aus dem Klimaschutzkonzept über maximal drei Jahre mit 40 Prozent gefördert. In die Förderung fallen:

- Sach- und Personalausgaben
- Vergütung externer Dienstleistungen
- Ausgaben für Dienstreisen
- Ausgaben für Öffentlichkeitsarbeit
- Ausgaben für Akteursbeteiligung

Neben der Umsetzung der Projekte aus dem Projektkatalog des Klimaschutzkonzepts entfallen auf das Klimaschutzmanagement weitere regelmäßige zu verstetigende Aufgaben wie die jährliche Fortführung der THG-Bilanz, sowie Erstellung eines Monitoring Berichts. Außerdem koordiniert das Klimaschutzmanagement die Taskforce Sustainable Campus Development und leitet die AG Klimaschutzmanagement im Bayerischen Zentrum für Nachhaltigkeit (BayZeN).

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a
MWh pro Jahr

n/a
tCO₂e pro Jahr

Durch das Klimaschutzmanagement werden alle Projekte zur Energie- und THG-Einsparung aus dem Projektkatalog koordiniert.

Handlungsschritte

Die Antragstellung zur Förderung von 4.1.8.b erfolgt, sobald das Klimaschutzkonzept vom Hochschulpräsidium beschlossen wurde.

Erfolgsindikatoren	<p>Beschluss des Klimaschutzkonzepts durch das Hochschulpräsidium</p> <p>Erfolgreiche Antragstellung für die Fördermittel und Weiterführung des Klimaschutzmanagements</p> <p>Jährliche Erstellung der THG-Bilanz und eines Monitoring Berichts</p>
Gesamtaufwand	<p>Gesamtaufwand ca. 770.000 EUR, davon 40 % gefördert durch BMWK</p>
Finanzierungsansatz	<p>Eigenmittel</p> <p>BMWK: Förderschwerpunkt Anschlussvorhaben Klimaschutzmanagement</p> <p>https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie/erstellung-von-klimaschutzkonzepten-und-einsatz-eines-klimaschutzmanagements/anschlussvorhaben-klimaschutzmanagement</p>
Umsetzungsverantwortung	<p>Sustainability Office</p>
Akteure	<p>n/a</p>
Flankierende Projekte	

Hinweise

Prüfung der Implementierung eines Umweltmanagements am TUM Campus Straubing

MN2a

Transformationsfeld Management

Ziel Stärkung eines strukturierten Umweltmanagements

Ausgangslage

Bis zur Erstellung des Klimaschutzkonzepts existiert kein Umweltmanagementsystem an der TUM. Umweltschutz relevante Daten werden derzeit nicht zentral von einer Stelle zusammengefasst und obliegt den einzelnen Abteilungen.

Typ	Controlling / Lenkungsinstrument	Einführung	Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer	Lang
------------	----------------------------------	-------------------	-------------------------	--------------	------

Beschreibung

Das Projekt zielt darauf ab, ein umfassendes Umweltmanagementsystem gemäß den Anforderungen der EMAS-Richtlinie (Umweltmanagement-Audit-System) am TUM Campus Straubing zu implementieren, um die Umweltleistung des Campus Straubing weiter zu optimieren. Die Umsetzung erfolgt durch finanzielle Unterstützung im Rahmen der Kommunalrichtlinie, die darauf abzielt, nachhaltige Praktiken in öffentlichen Einrichtungen zu fördern.

Der Campus Straubing wäre bei der erfolgreichen Einführung eines Umweltmanagements inklusive Auditierung die erste Einheit der TUM die mit einem Umweltmanagement-Zertifikat ausgezeichnet wird. Dadurch würde die Vorbildfunktion des Campus zum Thema Nachhaltigkeit, im Sinne eines ganzheitlichen Ansatzes, innerhalb der TUM noch deutlicher gestärkt werden.

Energie- und Treibhausgaseinsparung

n/a <i>MWh pro Jahr</i>	Bei einem Umweltmanagementsystem steht der Umweltschutz und damit die Reduzierung von negativen Umweltauswirkungen im Vordergrund. Dies beinhaltet auch Energie- und THG-Einsparungen durch Effizienzsteigerung, die als kongruente Ziele zum Klimaschutzmanagement angesehen werden können. Daneben umfasst ein Umweltmanagement aber auch Bereiche wie die Einhaltung gesetzlicher Umweltvorschriften, ein Risikomanagement und die Förderung von umweltverträglichem Handeln. Die konkreten Energie- und THG-Einsparungen werden erst bekannt, wenn ein Umweltmanagement eingeführt wurde.
n/a <i>tCO₂e pro Jahr</i>	
Handlungsschritte	Beantragung der Fördergelder für die Implementierung eines Umweltmanagements für die Pilotierung am Campus Straubing
Erfolgsindikatoren	Beschluss des TUMCS zur Einführung eines Umweltmanagementsystems Erfolgreiche Antragstellung auf die Fördermittel

	Einstellung eines Umweltmanagers / einer Umweltmanagerin Erfolgreiche Zertifizierung durch einen externen Auditor
Gesamtaufwand	Personalstelle (Umweltmanagerin oder Umweltmanager) Beauftragung externer Dienstleister Kosten für Audit und Eintragung ins EMAS-Register
Finanzierungsansatz	BMWK: Förderschwerpunkt Implementierung eines Umweltmanagements der Kommunalrichtlinie (50 % der Kosten für externen Dienstleister) https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie/implementierung-eines-umweltmanagement Haushaltsmittel TUMCS
Umsetzungsverantwortung	Klimaschutzmanager am TUMCS, TUMCS
Akteure	Sustainability Office
Flankierende Projekte	MN1a

Hinweise

6 Beteiligung und Kommunikation

Der Prozess der Entwicklung des Klimaschutzkonzepts wurde in Anlehnung an die Entwicklung der TUM Sustainable Futures Strategy 2030 partizipativ und statusgruppenübergreifend gestaltet. In Kapitel 1.2 werden die für die Erstellung des Konzepts unmittelbar relevanten Governance-Strukturen und die organisatorische Verankerung des Themas innerhalb des Sustainability Office dargestellt. Die internen Stakeholder, Gremien und Fachabteilungen, welche maßgeblich an der Entwicklung des Klimaschutzkonzepts beteiligt waren, sind in Tab. 1 gelistet; Tab. 31 zeigt ausgewählte partizipative Elemente und Gremientermine. Im Folgenden Kapitel werden die Formate der Beteiligung und Kommunikationsarbeit dargestellt.

Tab. 31: Beteiligungsveranstaltungen und Gremiensitzungen

Datum	Veranstaltung / Gremium	Inhalt / Ergebnis
25.10.22	Hochschulpräsidium	Beschluss der TUM Sustainable Futures Strategy 2030 inkl. der Maßnahme Klimaschutzmanagement
17.11.22	Corporate Communication Center	Aufbau Klimaschutzhomepage
07.12.22	ZA4, Zentrale Technik	Datenbeschaffung Energie
15.12.22	Corporate Communication Center	Aufbau Klimaschutzhomepage
20.12.22	ZA4, Zentrale Technik	Datenbeschaffung Abfälle
10.01.23	ZA3, Zentrale Reisekostenstelle	Datenbeschaffung Dienstreisen
16.01.23	TUM Global & Alumni Office	Datenbeschaffung Student Outgoing
25.01.23	TUMCS	Rolle TUMCS im Klimaschutzkonzept
22.02.23	LfF	Datenbeschaffung Dienstreisen
09.03.23	LENK	Datenbeschaffung Dienstreisen
30.03.23	Hochschule für Politik	Definition Systemgrenze THG-Bilanz
25.04.23	ZA4, Gebäudemanagement	Datenbeschaffung Strom
24.05.23	Lst. SVP, Lst. VT	Kick-off Mobilitätsenerhebung
24.05.23	ZA4 Zentrale Technik, FutureCamp	Energieversorgung
30.05.23	Taskforce Sustainable Campus Development	Vorstellung und Diskussion THG-Bilanz
02.06.23	Lst. SVP, Lst. VT	Folgebesprechung Mobilitätsenerhebung
13.06.23	Workshop Campus Weihenstephan	Vorstellung THG-Bilanz, Maßnahmendiskussion
14.06.23	Hochschulpräsidium	Vorstellung und Diskussion THG-Bilanz
20.06.23	ZA4, Zentrale Technik	Energie und Gebäude
21.06.23	Workshop Campus Straubing	Vorstellung THG-Bilanz, Maßnahmendiskussion
22.06.23	Workshop Campus Garching	Vorstellung THG-Bilanz, Maßnahmendiskussion
28.06.23	Workshop Campus Stammgelände / München	Vorstellung THG-Bilanz, Maßnahmendiskussion
30.06.23	ZA4, Zentrale Technik	Energieversorgung Garching
09.07.23	TUM Sustainability Board	Vorstellung und Diskussion THG-Bilanz
23.08.23	Taskforce Sustainable Campus Development, FutureCamp	Sondersitzung zum Campus Garching
19.09.23	Taskforce Sustainable Campus Development, FutureCamp	Sondersitzung zum Campus Garching
26.10.23	Taskforce Sustainable Campus Development	Vorstellung und Diskussion Entwurf Projektkatalog

Datum	Veranstaltung / Gremium	Inhalt / Ergebnis
08.11.23	FutureCamp, Taskforce Sustainable Campus Development	Präsentation Szenarien
Nov 23 - Jan 24	E-Mail-Abfrage und bilaterale Termine mit allen relevanten Einheiten	Detaillierte Ausarbeitung des Projektkatalogs
12.12.23	Präsident und Vizekanzler	Vorstellung Szenarien und Projektkatalog, Diskussion Zielanpassung
14.12.23	Taskforce Sustainable Campus Development	Vorstellung und Diskussion Szenarien und Zielsetzung
15.12.24	TUM Sustainability Board	Vorstellung und Diskussion von Szenarien und Projektkatalog
18.01.24	Taskforce Sustainable Campus Development	Weitere Diskussion von Szenarien und Projektkatalog, Vorstellung und Diskussion Controllingkonzept
23.01.24	Hochschulpräsidium	Vorstellung und Diskussion von Szenarien, Projektkatalog, und Controllingkonzept
02.02.24	TUM Sustainability Board	Diskussion des Gesamtkonzepts und Beschlussempfehlung an Hochschulpräsidium
06.02.24	Hochschulpräsidium	Beschluss des Klimaschutzkonzepts
22/23.02.24	ZA4 (Zentrale Technik, Gebäudemanagement, Baumanagement)	Workshop Projekte mit Gebäudebezug im Klimaschutzkonzept

6.1 Workshops

Im Zuge der Klimaschutzkonzepterstellung fanden im Sommer 2023 an den vier Campus Standorten, München, Garching, Weihenstephan und Straubing Workshops zum Thema „Klimaschutz an der TUM – Gemeinsam gestalten“ statt. Ziel dieser Beteiligungsworkshops war es zu informieren und zu sensibilisieren sowie gemeinsam Ideen für Klimaschutzmaßnahmen und Projekte für die TUM in den verschiedenen Transformationsfeldern zu sammeln. Die Agenda der durchgeführten Workshops kann dem Anhang ☺ E entnommen werden.

Dabei wurde die gesamte TUM-Hochschulgemeinschaft, sowohl Studierende als auch Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, Beschäftigte der Verwaltung und des technischen Betriebs zur Teilnahme an ihrem Campus eingeladen. Insgesamt haben sich 108 Teilnehmende aus allen Statusgruppen für die Workshops registriert (Abb. 36).

Die Ergebnisse der Workshops waren die Grundlage für die Entwicklung des Projektkatalogs. Die gesammelten Vorschläge aus den Workshops wurden mit den Mitgliedern der Taskforce Sustainable Campus Development geprüft, ergänzt und weiter konkretisiert. Der daraus entstandene Projektkatalog wurde anschließend durch die zuständigen Fachabteilungen geprüft und bei Bedarf in Einklang auf bereits bestehende Projekte und Prozesse angepasst. Da die Expertise der Fachabteilung der ZA4, Zentralen Verwaltung Immobilien für die Umsetzung der Projekte mit den größten Einsparpotentialen in Scope 1 und 2 von zentraler Bedeutung ist, wurden die für diese Fachabteilung relevanten Projekte und dazugehörigen Steckbriefe innerhalb eines 2-tägigen Fachworkshops weiterentwickelt.

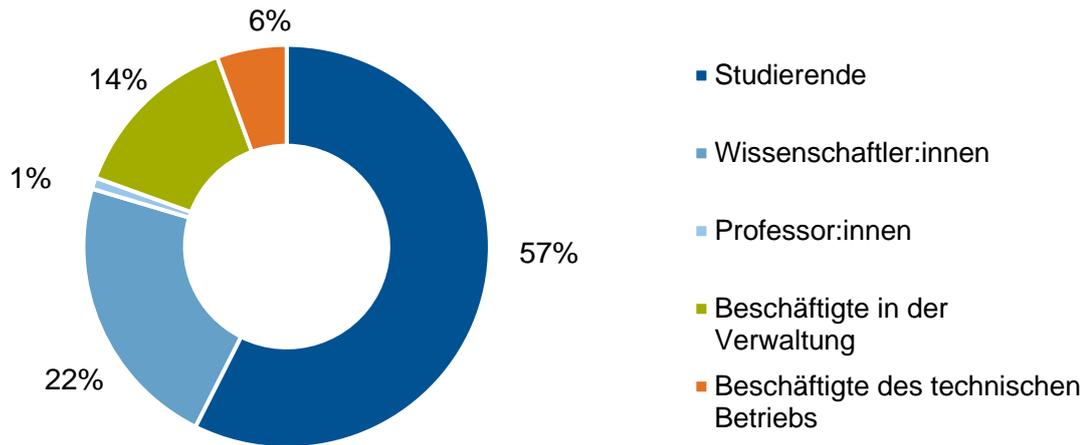


Abb. 36: Verteilung der Teilnehmenden der Klimaschutzworkshops



(Fotos: TUM Sustainability Office)

Abb. 37: Beteiligungsworkshops an den TUM-Standorten

6.2 Website

Seit Ende 2022 wird das Thema Klimaschutz an der TUM auch direkt über den zentralen Internetauftritt der TUM bespielt²³. Auf dieser wird über die Entwicklung des Klimaschutzkonzepts informiert und es wurden u.a. auch die Einladung zu den Campus Workshops geteilt. Zukünftig wird die THG-Bilanz sowie weitere Informationen zum Thema Klimaschutz auch online über eine Homepage bespielt werden. Die Neugestaltung dieser ist für das Thema Nachhaltigkeit von Seiten des TUM Sustainability Office für das Frühjahr 2024 geplant. Auf dieser werden auch die Inhalte aus dem Klimaschutzkonzept integriert und prominent platziert werden.

6.3 Externe Vernetzung

Über die Beteiligung der wichtigen internen Akteure hinaus wurde sich im Zuge der Klimaschutzkonzepterstellung über das BayZeN, vormals NHNB auch intensiv mit anderen Klimaschutzmanagern bayerischer Hochschulen ausgetauscht. Dabei wurde, unter Leitung der Klimaschutzmanager der TUM im Januar 2023, die AG Klimaschutzmanagement ins Leben gerufen. Diese organisieren seit Gründung den monatlichen Austausch der Klimaschutzmanager der Mitgliedshochschulen. In den Treffen werden ein einheitliches Vorgehen bei der THG-Bilanzierung und die Weiterentwicklung der BayCalc- Richtlinie, sowie des BayCalc-Tools besprochen, aber auch diverse Fragestellungen im Tagessgeschäft der Klimaschutzmanager an den bayerischen Hochschulen, sowie Absprachen zum Vorgehen bei gemeinsamer Datenbeschaffung beim LfF und der LENK²⁴. Im Juli 2023 fand das erste Präsenz-Treffen der Klimaschutzmanager der bayerischen Hochschulen am TUM Campus Straubing statt²⁵.

²³ <https://www.tum.de/ueber-die-tum/ziele-und-werte/nachhaltigkeit/klimaschutz-an-der-tum>

²⁴ <https://www.nachhaltighochschule.de/arbeitsgruppen/ag-klimaschutzmanagement/>

²⁵ <https://www.cs.tum.de/den-klimaschutz-voranbringen/>

7 Implementierung des Klimaschutzkonzepts

Zur Erreichung der Ziele und Umsetzung der Projekte sind erhebliche Anstrengungen nötig. Die entsprechenden Governancestrukturen und Controlling-Instrumente wie -Mechanismen sind weiterzuentwickeln und zu verstetigen. Personelle sowie finanzielle Ressourcen müssen erhalten und zusätzlich geschaffen werden. In Ergänzung dazu ist politische Lobbyarbeit zur Unterstützung einer Veränderung gesetzlicher und v. a. administrativer Rahmenbedingungen nötig.

7.1 Governance

In Anlehnung an den über das Verbundprojekt Hoch^N entwickelten Leitfaden zur Nachhaltigkeitsgovernance an Hochschulen wird unter Governance im weitgehenden Sinne die Organisationsstruktur sowie die Verwaltung und Steuerung von vielschichtigen Prozessen verstanden (Bassen et al., 2020). Die TUM hat mit ihrer Sustainable Futures Strategy 2030 bereits den notwendigen Grundstein gelegt um den Transformationsprozess gesamtheitlich in allen sechs Handlungsfeldern (siehe Kapitel [1.1](#)) mit der nötigen Effizienz voranzutreiben. Das Querschnittsthema Klimaschutz, bzw. im weiteren Sinne Nachhaltigkeit, ist in Ansätzen bereits in den Kernbereichen der TUM verankert. Die Koordination von Akteurinnen und Akteure, deren Positionen und Aktivitäten sowie die Steuerung von Prozessen und Entscheidungen verlangt dabei eine zentrale organisatorische Einheit innerhalb einer komplexen Organisation wie einer Universität.

Die TUM erkennt das Thema Nachhaltigkeit und damit Klimaschutz als Leitungsaufgabe an und hat bereits 2020 eine Präsidialstabstelle Nachhaltigkeit (TUM Sustainability Office) geschaffen, welche 2023 um einen Vice President Sustainable Transformation und dem TUM Sustainability Board erweitert wurde (siehe Kapitel [1.2](#)). Das Sustainability Office stellt unter anderem die zentrale Koordination und Steuerung universitätsweiter Klimaschutzbemühungen sowie die Verknüpfung mit weiteren strategischen Entwicklungslinien der TUM sicher. Das Klimaschutzmanagement wird daher für die Gesamtzieelerreichung weiterhin organisatorisch und institutionell innerhalb des Sustainability Office verankert. Als zentral steuernde Stelle vernetzt das Sustainability Office etablierte Strukturen und Gremien und stärkt den Austausch über bestehende wie neue Formate. Dem Klimaschutzmanagement kommen dabei die folgenden Aufgaben zu:

- Gesamtverantwortung für die Umsetzung des Klimaschutzkonzepts
- Initiierung und Fortentwicklung der Klimaschutzprojekte mit Umsetzungsverantwortung innerhalb des TUM Sustainability Office und am TUM Campus Straubing
- Beratung der Akteurinnen und Akteure mit Umsetzungsverantwortung von Klimaschutzprojekten
- Koordination und Vernetzung relevanter Akteurinnen und Akteure für die Umsetzung der Klimaschutzprojekte
- Enge Zusammenarbeit mit dem Gebäudemanagement der ZA4 sowie dem Gebäudemanagement am TUMCS (Eigenständigkeit ggü. ZA4)
- Monitoring des übergeordneten Klimaschutzziels inkl. regelmäßiger interner Berichterstattung ggü. der Hochschulleitung (siehe Kapitel [7.2](#))
- Datensammlung und Weiterentwicklung der THG-Bilanz
- Datensammlung zur Erfolgskontrolle und Monitoring der Klimaschutzprojekte
- Jährliche externe Berichterstattung zum Stand der Klimaschutzbemühungen

- Organisatorische Koordination der Taskforce Sustainable Campus Development
- Evaluierung von Finanzquellen und Akquise von Fördermitteln für die Umsetzung von Klimaschutzprojekten
- Beratung der Verwaltung, Schools und anderer Akteure im Bereich Klimaschutz
- Öffentlichkeitsarbeit zum Klimaschutz an der TUM
- Koordination der AG Klimaschutzmanagement innerhalb BayZeN
- Netzwerkarbeit über Bayerische Hochschulen hinaus
- Vertretung des TUMCS im Netzwerk Region der Nachwachsenden Rohstoffe und Vernetzung mit den Klimaschutzmanagern von Stadt und Landkreis

Dem Aufgabenportfolio sowie der Komplexität der TUM entsprechend wird davon ausgegangen, dass für ein effektives Klimaschutzmanagement weiterhin mindestens zwei Vollzeitäquivalente (VZÄ) zur Umsetzung und Weiterentwicklung des Konzepts benötigt werden. Dies ermöglicht eine Differenzierung der Verantwortungsbereiche nach der räumlichen Verteilung der TUM-Standorte und damit der Koordination und Beratung unterschiedlicher für die Umsetzung relevanter interner und externer Akteurinnen und Akteure. Dem TUMCS kommt dabei durch die im Projektkatalog aufgeführten Pilotprojekte eine besondere Bedeutung zu, denn so sollen skalierbare Lösungen für alle TUM-Standorte entwickelt werden.

Neben ausreichenden Personalressourcen zur zentralen Koordination der Umsetzung des Klimaschutzkonzepts innerhalb des Sustainability Office müssen auch den für die Umsetzung der Klimaschutzprojekte verantwortlichen Organisationseinheiten der TUM die entsprechenden personellen und finanziellen Ressourcen zur Verfügung gestellt werden. Dies ist insbesondere in den Transformationsfeldern Energieverbrauch, Energieversorgung, Mobilität und Ressourcenverbrauch und –effizienz relevant.

Über die folgenden zusammenfassend kalkulierten personellen Ressourcen, die bislang innerhalb der einzelnen Klimaschutzprojekte aufgeführt sind, steht für einige der Projekte die Abschätzung zusätzlicher personeller Ressourcen noch aus (siehe ☺ Projektkatalog):

- ☺ ED1d: ZA4 Zentrale Technik, 1 VZÄ, Ingenieur für die standortübergreifende Koordination der Projekte für die Optimierung der Gebäudetechnik
- ☺ ED4a: ZA4 Zentrale Technik, 2 VZÄ, Energiemanagerin oder Energiemanager
- ☺ M3a: Sustainability Office, 2 VZÄ, Umsetzung standortspezifischer und allgemeiner Mobilitätsmaßnahmen
- ☺ R1b: IT & ZA5 Vergabeberatung, tbd VZÄ, Einführung und Begleitung einer zentralen Beschaffungsplattform
- ☺ FLE4a: TUM Entrepreneurship, 0,5 VZÄ, Thematische Koordinationsstelle Innovation & Entrepreneurship im BayZeN
- ☺ MN2a: TUMCS, 1 VZÄ, Umweltmanagerin oder Umweltmanagerin

Neben Sicherstellung personeller Ressourcen ist eine wesentliche Einflussgröße für die erfolgreiche Umsetzung der erarbeiteten Projekte der bereits in Kapitel ☺ 4.1 genannte Sanierungsstau. Mit Blick auf das Ziel der Treibhausgasreduktion der TUM ergibt sich daraus eine mögliche zeitliche Verschiebung. Sollten die Ressourcen für die Umsetzung nicht im vollen Umfang zur Verfügung gestellt werden können, hätte dies maßgeblichen Einfluss auf die Erreichung des Klimaschutzziels der TUM.

7.2 Kommunikationsstrategie

Das Klimaschutzkonzept der TUM kann neben den nötigen institutionellen Veränderungen nur mit breiter Unterstützung und Mitwirkung durch individuelle Verhaltensänderungen seitens der Hochschulangehörigen erfolgreich umgesetzt werden. Gleichzeitig ist die Offenheit externer Akteurinnen und Akteure und Partnerinnen und Partner für eine zielgerichtete Zusammenarbeit unbedingt nötig. Zudem besteht ein berechtigtes Interesse der Öffentlichkeit an einer transparenten Kommunikation der TUM als staatlicher Universität zu ihren Fortschritten im Klimaschutz. Eine effektive und zielgruppenspezifische Kommunikation setzt dazu die erforderliche Grundlage. Die Zielgruppen der Kommunikation sind dabei die in Tab. 32 aufgeführten internen und externen Akteurinnen und Akteure.

Tab. 32: Zielgruppen der Kommunikation

Interne Akteurinnen und Akteure / Zielgruppen	Externe Akteurinnen und Akteure / Zielgruppen
<ul style="list-style-type: none"> • Hochschulleitung • Fachabteilungen in der Hochschulverwaltung • Wissenschaftliches Personal • School Offices • Studierende • Sustainability Board • Taskforce Sustainable Campus Development • Green Offices • Studentische Vertretung und Initiativen 	<ul style="list-style-type: none"> • Bayerische Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst • Bayerische Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr sowie standortrelevante Staatsbauverwaltung • Landesagentur für Energie und Klimaschutz • Landesamt für Finanzen • Dienstleistungsunternehmen, insb. Energieversorgungsunternehmen • Universitäre Netzwerke und Partner aus BayZeN, EuroTech, ISCN, Flagship Partners, weitere • Klimaschutzmanager anderer Hochschulen

Der Schwerpunkt der Kommunikationsstrategie liegt dabei zunächst auf den internen Akteurinnen und Akteure der TUM. Das zentrale Ziel der Kommunikation zum Thema Klimaschutz ist dabei Personen und Einheiten über die notwendigen Transformationsprozesse zu einem nachhaltigen und klimafreundlichen Universitätsalltag zu informieren und sensibilisieren, und zum anderen diese aktiv in die Gestaltung der Transformation mit einzubinden, zu mobilisieren und im Rahmen des „TUM Sustainable Communities Network“ miteinander zu vernetzen. Nach außen möchte die TUM ihrem Anspruch, als eine der führenden technischen Universitäten Europas gerecht werden und die Fortschritte wie auch Herausforderungen transparent kommunizieren.

Dieses Leitziel kann dabei auf die in Tab. 33 dargestellten Ziele heruntergebrochen werden, welche sowohl interne als auch externe Akteurinnen und Akteure adressieren. Im Fokus der Kommunikation stehen dabei die in Tab. 34 vordefinierten zielgruppenspezifische Inhalte.

Tab. 33: Ziele der Kommunikation mit internen und externen Zielgruppen

Ziele	Intern	Extern
Vermittlung und Informationen zu Aktivitäten des Klimaschutzmanagements und zur Umsetzung des Klimaschutzkonzepts	X	X
Sensibilisierung für Klimaschutz und Etablierung eines Klimaschutzbewusstseins im Universitätsalltag	X	
Mobilisierung der Hochschulangehörigen für die Umsetzung von Klimaschutzprojekten	X	
Sichtbarkeit von klimaschutz- und nachhaltigkeitsbezogenen Forschungsergebnissen	X	X
Evaluation und Benchmarking der Klimaschutzaktivitäten der TUM im Vergleich zu anderen Universitäten	X	X
Förderung der Vernetzung, Kooperation und Partnerschaft mit anderen Universitäten zum Thema Klimaschutz an Hochschulen		X
Förderung der Vernetzung, Kooperationen und Partnerschaften mit außeruniversitären Akteurinnen und Akteure		X

Tab. 34: Inhalte der Klimaschutzkommunikation

Inhalte	Intern	Extern
Jährliche Berichterstattung der Entwicklung der wesentlichen Indikatoren der Transformationsfelder (Tab. 35)	X	X
Fortschrittskurzbericht der erarbeiteten Klimaschutzprojekte	X	
Erreichung des Treibhausgasreduktionsziels	X	X
Klimagerechtes Nutzerinnen- und Nutzerverhalten	X	
Beteiligungsmöglichkeiten innerhalb bestehender und/ oder neuer Initiativen und Gremien	X	
Darstellung der relevanten Akteurinnen und Akteure in den Bereichen Klimaschutz und Nachhaltigkeit	X	

Aufgrund der hohen Relevanz des Themas Klimaschutz in der TUM Sustainable Futures Strategy 2030 wird die Kommunikation über Klimaschutzaktivitäten an der TUM in die entsprechenden bestehenden und zu entwickelnde Kommunikationskanäle und -instrumente eingebettet. Der ab 2024 erstmals veröffentlichte TUM Sustainable Futures Report bildet dabei die Grundlage der künftigen regelmäßigen Nachhaltigkeitsberichterstattung der TUM. Dieser wird die relevanten Inhalte, wie die Entwicklung der definierten Indikatoren zur Erfolgskontrolle (siehe Kapitel 7.2) sowie den Umsetzungsstand der Klimaschutzprojekte und -aktivitäten zusammenfassen und der breiten Öffentlichkeit zur Verfügung stellen.

Darüber sieht die TUM Sustainable Futures Strategy 2030 die Entwicklung eines Sustainability Dashboards vor, welches nachhaltigkeitsrelevante Daten online verfügbar machen soll. Das im Rahmen des Projekts ED4b zu entwickelnde Energiedashboard soll als Startpunkt der Einführung eines TUM Sustainability Dashboards dienen.

Neben diesen beispielhaft genannten Kommunikationswegen und -methoden besteht die ganzheitliche Kommunikationsstrategie des Klimaschutzmanagements aus den folgenden in Kapitel 5 detailliert ausgeführten Projekten:

- ⊕ ED5a: Entwicklung einer umfangreichen Kommunikationskampagne zu Energieeinsparmaßnahmen mit den Zielgruppen Studierende und Beschäftigte
- ⊕ ED5b: Evaluation und ggf. sukzessive Einführung einer internen Leistungsverrechnung des Energieverbrauchs zur Sensibilisierung der Entscheidungsträgerinnen Entscheidungsträger und Beschäftigten
- ⊕ M1a: Entwicklung einer TUM Travel Policy und eines Sets an Push- und Pull-Maßnahmen für nachhaltigere Dienstreisemobilität
- ⊕ M1b: Ausbau der Thinking Green-Initiative zur Kommunikationskampagne zur Steigerung des Bewusstseins für nachhaltigere Dienstreisen
- ⊕ R2a: Umsetzung des vorgesehenen einheitlichen Mülltrenn- und Sammelsystems in den Gebäuden an allen TUM-Standorten mit Mapping der Wertstoffinseln und Kommunikationskampagne
- ⊕ R3a: Erarbeitung von Handlungsempfehlungen für einen ressourceneffizienten Arbeitsalltag
- ⊕ FLE2a: Konzeption und Umsetzung eines Weiterbildungsangebots zum Thema "Nachhaltigkeit und Klimaschutz" für alle TUM-Beschäftigten

7.3 Monitoring und Controlling Konzept

Ein jährliches Monitoring und Controlling dient der zielgerichteten Steuerung des Klimaschutzmanagements der TUM. Die Informationen über die Fortschritte in den erarbeiteten Projekten und die Realisierung gesetzter Ziele werden in Form von Indikatoren aufbereitet und orientiert sich dem klassischen PDCA-Zyklus (Qualitätsregelkreis):

- PLAN (Ziele, Verantwortungen, Ressourcen festlegen)
- DO (Durchführung gemäß Planung)
- CHECK (Zielerreichung prüfen, Aussagekraft der Indikatoren prüfen, Fehler erheben)
- ACT (Fehler analysieren, Lösungsmöglichkeiten finden, Anpassungen tätigen)

Die Wirksamkeitsmessung ist im ersten Schritt, wenn möglich, ein quantitativer Soll-Ist-Vergleich und im zweiten Schritt eine qualitative Bewertung. Durch eine kontinuierliche Evaluierung und zielgerichtete Anpassung der Projekte wird eine erfolgreiche Umsetzung und die Erreichung der Ziele sichergestellt.

Indikatoren

Mit Stand der Veröffentlichung des Klimaschutzkonzeptes sind noch nicht alle Indikatoren (Tab. 35) aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit aller notwendigen Daten und der Datenqualität vollständig aussagekräftig. Sobald entsprechende Datenlücken insbesondere im Hinblick auf wesentliche Scope 3 Emissionen geschlossen werden können, hat die Auswertung in Bezug auf jährliche Veränderungen der betroffenen Indikatoren eine höhere Aussagekraft. Dies wird dann auch die Ableitung geeigneter Konsequenzen hinsichtlich der Wirksamkeit der erarbeiteten Klimaschutzprojekte ermöglichen. Die in Tab. 35 abgebildeten Indikatoren wurden zum einen innerhalb der AG Klimaschutzmanagement des BayZeN gemeinsam mit den Klimaschutzmanagern der bayerischen Hochschulen als Vergleichsgrößen identifiziert und ergeben sich zum anderen aus der Erfolgskontrolle der erarbeiteten Projekte. In kursiv sind Indikatoren gelistet, die derzeit aufgrund der fehlenden Datengrundlage noch nicht gebildet werden können, deren Bereitstellung jedoch geplant ist.

Tab. 35: Wesentliche Indikatoren in den Transformationsfeldern für das Monitoring

Indikator	Messgröße [pro Jahr]	Transformationsfeld	Standortbezug ²⁶
1-1	Treibhausgasemissionen Gesamt [t CO ₂ e]	KSK	TUM
1-1-I	Treibhausgasemissionen Scope 1 [t CO ₂ e]	KSK	TUM
1-1-II	Treibhausgasemissionen Scope 2 [t CO ₂ e]	KSK	TUM
1-1-III	Treibhausgasemissionen Scope 3 [t CO ₂ e]	KSK	TUM
1-2	Treibhausgasemissionen in Scope 1 und 2 [t CO ₂ e] pro Hochschulangehörige/r [VZÄ]	KSK	TUM
1-2-I	Treibhausgasemissionen in Scope 1 und 2 [t CO ₂ e] pro Studierende/r [Vollzeit]	KSK	TUM
1-2-II	Treibhausgasemissionen in Scope 1 und 2 [t CO ₂ e] pro Beschäftigte/r [VZÄ]	KSK	TUM
2-1	Energiebedingte Treibhausgasemissionen in Scope 1, 2 und 3 [t CO ₂ e]	ES	TUM, M, G, W, S, A
2-2	Energiebedingte Treibhausgasemissionen Scope 1, 2 und 3 [t CO ₂ e] pro Nettonraumfläche [m ²]	ES	TUM, M, G, W, S, A
3-1	Endenergieverbrauch Gesamt [kWh]	ED, ES	TUM, M, G, W, S, A
3-2	Stromverbrauch Gesamt [kWh]	ED, ES	TUM, M, G, W, S, A
3-3	Stromverbrauch Gesamt [kWh] pro Nettonraumfläche [m ²]	ED,ES	TUM, M, G, W, S, A
3-4	Stromverbrauch Gesamt [kWh] pro Hochschulangehörige/r [VZÄ]	ED, ES	TUM
3-5	Wärmeverbrauch Gesamt [kWh]	ED, ES	TUM, M, G, W, S, A
3-6	Wärmeverbrauch Gesamt [kWh] pro Nettonraumfläche [m ²]	ED, ES	TUM, M, G, W, S, A
3-7	Wärmeverbrauch Gesamt [kWh] pro Hochschulangehörige/r [VZÄ]	ED, ES	TUM
4-1	Anteil regenerativer Energien am Endenergieverbrauch [%]	ES	TUM, M, G, W, S, A
4-2	Anteil selbsterzeugter PV-Strom am Gesamtstromverbrauch [%]	ES	TUM, M, G, W, S, A
4-3	Installierte Gesamtleistung der PV-Anlagen [kWp]	ES	TUM, M, G, W, S, A
5-1	Treibhausgasemissionen der Dienstreisen [t CO ₂ e]	M	TUM
5-2	Strecke der Dienstreisen, die per Flugzeug zurückgelegt wird [km]	M	TUM
5-3	Strecke der Dienstreisen, die per PKW zurückgelegt wird [km]	M	TUM
5-4-I	Anteil der Anzahl der Dienstreisen, die mit dem Flugzeug zurückgelegt werden [%]	M	TUM
5-4-II	Anteil der Anzahl der Dienstreisen, die per Bahn, ÖPNV und Bus zurückgelegt werden [%]	M	TUM
5-4-III	Anteil der Anzahl der Dienstreisen, die mit dem PKW, Taxi, Motorrad zurückgelegt werden [%]	M	TUM

²⁶ Die Bildung des Indikators ist für die gelisteten TUM Standorte möglich. Dabei steht M für Campus München, G für Campus Garching, W für Campus Weihenstephan, S für Campus Straubing, und A für Außenstellen (aggregiert). Sofern spezifisch relevant kann ggf. eine differenzierte Auswertung für einzelne Außenstellen erfolgen. Die Abkürzung TUM bedeutet, dass der Indikator nur auf der Ebene der gesamten Universität errechnet werden kann bzw. relevant ist.

Indikator	Messgröße [pro Jahr]	Transformationsfeld	Standortbezug ²⁶
5-4-IV	Anteil der Anzahl der Dienstreisen, die mit dem Schiff zurückgelegt werden [%]	M	TUM
5-4-V	Anteil der Anzahl der Dienstreisen, die mit dem Fahrrad zurückgelegt werden [%]	M	TUM
5-5	Treibhausgasemissionen des Fuhrparks [t CO ₂ e]	M	TUM
5-6	Anteil der Fahrzeuge mit alternativen Antrieben im Fuhrpark [%]	M	TUM
6-1	Treibhausgasemissionen der Student Outgoing [t CO ₂ e]	M	TUM
6-2	Treibhausgasemissionen Student Outgoing [t CO ₂ e] pro Reisende/r [Kopf]	M	TUM
7-1	<i>Treibhausgasemissionen der Alltagsmobilität [t CO₂e]</i>	M	TUM, M, G, W, S, A
7-2	<i>Von einem Mobilitätsmanagement zu definierender Indikator</i>	M	
8	Anzahl ökobilanzierter Veranstaltungen	R	TUM, M, G, W, S, A

Darüber hinaus soll für Projekte, für die eine sinnvolle Abschätzung der Einsparung von THG-Emissionen bzw. Energie möglich ist, zukünftig die folgende relative Kennzahl zur Bewertung gebildet werden:

- $\frac{\text{Finanzieller Aufwand [€]}}{\text{THG-Emissionseinsparung [t CO}_2\text{e]}}$ bzw. $\frac{\text{Finanzieller Aufwand [€]}}{\text{Energieeinsparung [MWh]}}$
- $\frac{\text{Personeller Aufwand in Vollzeitäquivalente [VZÄ]}}{\text{THG-Emissionseinsparung [t CO}_2\text{e]}}$ bzw. $\frac{\text{Personeller Aufwand in Vollzeitäquivalente [VZÄ]}}{\text{Energieeinsparung [MWh]}}$

Auf Basis dieser Kennzahlen kann bei Bedarf eine Priorisierung von Projekten für die Umsetzung erfolgen.

Dokumentation und interne Berichterstattung

Das Klimaschutzmanagement im Sustainability Office fasst in einem internen jährlichen Monitoringbericht die Werte der Indikatoren der Vorjahre gemäß Tab. 35, eine Erklärung über die Emissionsentwicklung und den Umsetzungsstand der erarbeiteten Klimaschutzprojekte zusammen. Der Bericht wird zunächst dem Sustainability Board und der Taskforce Sustainable Campus Development vorgestellt. Innerhalb dieser Gremien wird entschieden, ob konkreter Handlungsbedarf besteht.

Im Falle von Handlungsbedarf werden die zuständigen Fachabteilungen und das Sustainability Office damit beauftragt konkrete Vorschläge zur Nachsteuerung bzw. von Korrekturmaßnahmen zu erarbeiten. Diese werden durch das Sustainability Board und die Taskforce Sustainable Campus Development hinsichtlich ihrer Wirksamkeit abgeschätzt. Die Empfehlungen des Sustainability Board und der Taskforce Sustainable Campus Development werden durch das Klimaschutzmanagement in den Monitoringbericht um ein Controlling Kapitel ergänzt. Dieser Monitoring und Controlling Bericht wird dem Hochschulpräsidium durch den Vice President Sustainable Transformation vorgestellt. Dieses entscheidet und beschließt bei Bedarf über die Umsetzung der jeweiligen Korrekturvorschläge. Das Klimaschutzmanagement ist dabei für die Koordination der Umsetzung der vorgeschlagenen Korrekturmaßnahmen gemeinsam mit den relevanten Akteurinnen und Akteure verantwortlich. Durch diese Bündelung

kann eine effektive und effiziente Realisierung des angestrebten Klimaschutzziels erfolgen. Der Prozess ist in Abb. 38 dargestellt.

Wird von Seiten des Sustainability Boards und der Taskforce Sustainable Campus Development kein Handlungsbedarf identifiziert, so wird der Hochschulleitung der Monitoringbericht zur Kenntnis vorgelegt.

Für ein zukünftiges effektives Monitoring und Controlling ist eine Verkürzung der Berichtszyklen von aktuell zwei Jahren auf ein Jahr unbedingt anzustreben. In der Praxis kann dies erst erfolgen, wenn die relevanten Daten durch die zuständigen Einheiten rechtzeitig zur Verfügung gestellt werden können. Der Aufbau eines TUM-weiten Energiemonitorings spielt dabei ebenso eine wesentliche Rolle wie die weitere Umsetzung der Digitalisierungsstrategie „Auf dem Weg zur datengestützten Universität“²⁷.

Die erarbeiteten Inhalte für die interne Berichterstattung dient auch als Basis für die Inhalte der externen Berichterstattung innerhalb des TUM Sustainable Futures Report (siehe Kapitel 7.2) und ggf. der durch das Hochschulreferat 1 Controlling herausgegebenen Publikation „TUM in Zahlen“²⁸.

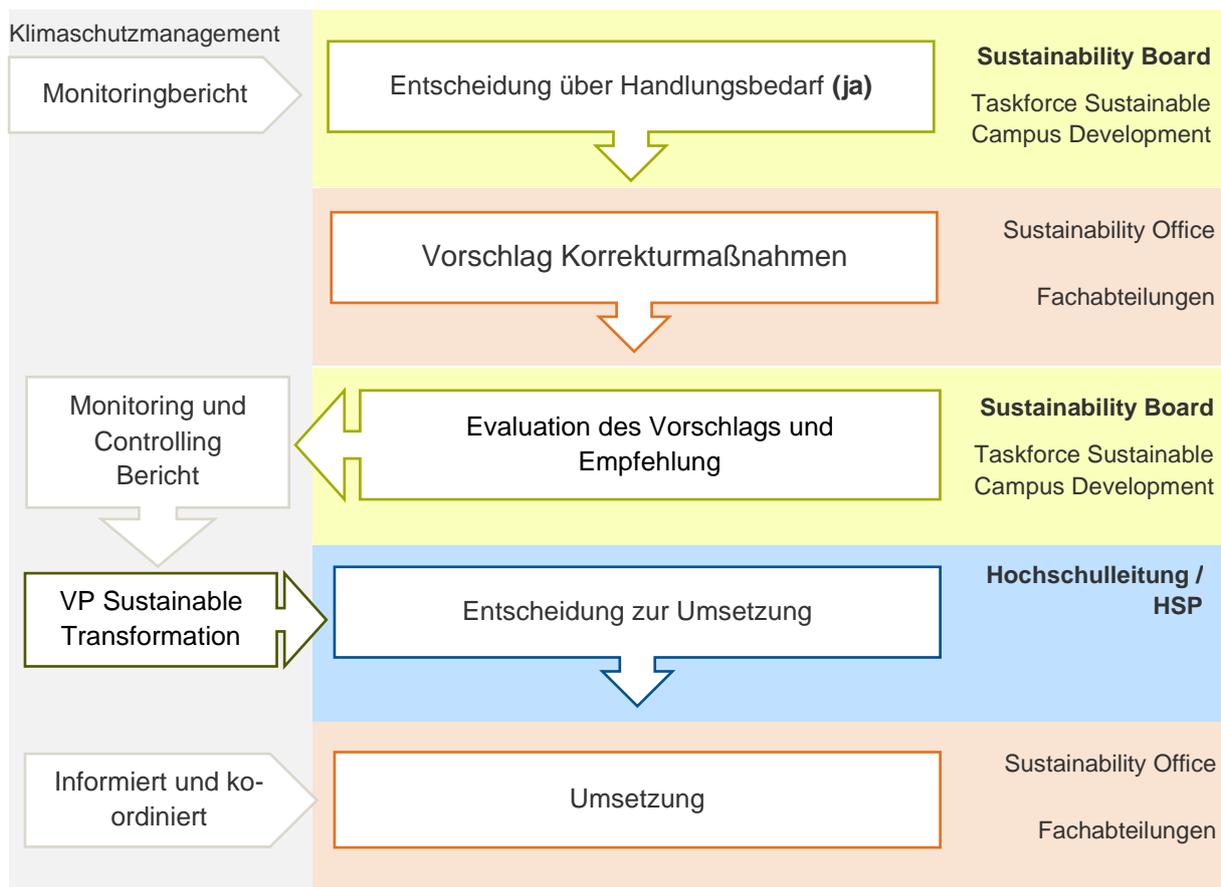


Abb. 38: Darstellung des Monitoring und Controlling Prozesses (eigene Abbildung)

²⁷ <https://www.digitalisierung.tum.de/>

²⁸ <https://www.tum.de/ueber-die-tum/daten-und-fakten/tum-in-zahlen>

Literaturverzeichnis

- Agora Energiewende. (2023). *Die Energiewende in Deutschland: Stand der Dinge 2022. Rückblick auf die wesentlichen Entwicklungen sowie Ausblick auf 2023*. https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2022/2022-10_DE_JAW2022/A-EW_283_JAW2022_WEB.pdf
- Bassen, A., Schmitt, C. T., & Stecker, C. (2020). *Nachhaltigkeitsgovernance an Hochschulen* (BMBF-Projekt „Nachhaltigkeit an Hochschulen: entwickeln – vernetzen – berichten (HOCHN)“). <http://link.springer.com/10.1007/s00550-017-0450-y>
- Bayerisches Hochschulinnovationsgesetz, Pub. L. No. GVBl. S. 414, BayRS 2210-1-3-WK (2023). <https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayHIG>true>
- Bayerisches Klimaschutzgesetz, Pub. L. No. (GVBl. S. 598, 656) BayRS 2129-5-1-U (Art. 1–14) (2020). <https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayKlimaG>
- Belz, J., Brand, T., Eggs, J., Ermes, B., Follmer, R., Gruschwitz, D., Kellerhoff, J., Pirsig, T., & Roggen-dorf, M. (2020). *Mobilität in Deutschland—MiD Regionalebericht Stadt München, Münchner Umland und MVV-Verbundraum*. (Studie von infas, DLR, IVT und infas 360 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur FE-Nr. 70.804/15). <https://muenchenunterwegs.de/content/657/download/infas-grossraummuennen-regionalbericht-mid5431-20201204.pdf>
- Bundes-Klimaschutzgesetz, Pub. L. No. BGBl. I S. 2513 (2021). <https://www.bmuv.de/GE838>
- Friedlingstein, P., O’Sullivan, M., Jones, M. W., Andrew, R. M., Gregor, L., Hauck, J., Le Quéré, C., Lujikx, I. T., Olsen, A., Peters, G. P., Peters, W., Pongratz, J., Schwingshackl, C., Sitch, S., Canadell, J. G., Ciais, P., Jackson, R. B., Alin, S. R., Alkama, R., ... Zheng, B. (2022). Global Carbon Budget 2022. *Earth System Science Data*, 14(11), 4811–4900. <https://doi.org/10.5194/essd-14-4811-2022>
- Klimaschutzprogramm gemäß Art. 5 BayKlimaG (2022). https://www.stmuv.bayern.de/themen/klimaschutz/klimaschutzgesetz/doc/klimaschutzprogramm_2022.pdf
- Knissel, J., & Ehlert, M. (2021). *Kontinuierliche Steigerung der Energieeffizienz—Handlungsleitfaden Intracting an Hochschulen*. <https://doi.org/10.17170/KOBRA-202109274813>
- Kooperation KLIWA. (2021). *Klimawandel in Süddeutschland—Veränderung von meteorologischen und hydrologischen Kenngrößen* [Monitoringbericht].
- Lamboll, R. D., Nicholls, Z. R. J., Smith, C. J., Kikstra, J. S., Byers, E., & Rogelj, J. (2023). Assessing the size and uncertainty of remaining carbon budgets. *Nature Climate Change*, 13(12), Article 12. <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01848-5>
- Sargl, M., Klenge, A., Färber, K., & van Riesen, S. (2023). *BayCalc Richtlinie Version 1.6*. Netzwerk Hochschule und Nachhaltigkeit Bayern.
- Schweiger, B., Hermes, A., Wedel, W., Matschi, C., Landerer, M., Schönleber, K., Vandersickel, A., Kuckelkorn, J. M., Meyering, L., Radspieler, M., Röder, J., Nemeth, I., & Spliethoff, H. (2019). *Entwicklung ganzheitlich optimierter, nachhaltiger und übertragbarer Energiekonzepte für komplexe Mischgebiete am Beispiel des TUM Campus Garching—CleanTechCampus Garching* [Schlussbericht]. Technische Universität München, Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. https://www.epe.ed.tum.de/fileadmin/w00bzo/es/pictures/Projekte/CleanTechCampus/Schlussbericht_CleanTechCampus.pdf
- Team für Technik GmbH. (2010a). *Energiekonzept für die Liegenschaften der Technischen Universität München am Standort Garching* (Teilberichte I - V). Technische Universität München.
- Team für Technik GmbH. (2010b). *Energiekonzept für die Liegenschaften der Technischen Universität München am Standort Garching* (Teilberichte I - V). Technische Universität München.
- Team für Technik GmbH. (2011). *Erstellung eines ganzheitlichen Energiekonzepts für die Liegenschaften der Hochschulen Weihenstephan* (Teilberichte I - V). Technische Universität München.

Technische Universität München. (2022). *TUM Sustainable Futures Strategy 2030*.

TUM Hochschulreferat 1 (Hrsg.). (2022). *TUM in Zahlen 2021*. TUM. <https://media-tum.ub.tum.de/doc/1709140/1709140.pdf>

WRI & WBCSD. (2004). *The Greenhouse Gas Protocol—A Corporate Accounting and Reporting Standard*.

Anhang

A. Auszug aus dem Hochschulvertrag 2023-2017 gem. Art.8 Abs. 2 BayHIG zwischen der TUM und dem StMWK

III.9 Nachhaltigkeit, Klimaschutz

Neben der Verankerung des Themas Nachhaltigkeit im TUM Leitbild wurde bereits 2020 das TUM Sustainability Office eingerichtet, das im vergangenen Jahr einen umfassenden Beteiligungsprozess (Partizipativer Prozess mit >3.000 Teilnehmenden) zur Erarbeitung der ersten TUM Nachhaltigkeitsstrategie (TUM Sustainable Futures Strategy 2030) im Jahr 2022 abgeschlossen hat. Mit der Umsetzung ist seit April 2023 ein Vice President Sustainable Transformation betraut. Zusätzlich zu den bestehenden studentischen TUM Green Offices an den Standorten Straubing und Weihenstephan werden bis Ende 2025 ebensolche an den Standorten Garching und Stammgelände eingerichtet. Mittels der Etablierung des „TUM Sustainable Communities Network“ werden die gemeinschaftlichen Anstrengungen der TUM-Mitglieder zur Nachhaltigkeitstransformation gebündelt. Ziel ist die Unterstützung der Eigeninitiative von Studierenden und Beschäftigten für Nachhaltigkeitsprojekte und zum Austausch von Good Practices innerhalb der Universitätsgemeinschaft. Aufgrund der Relevanz des Themas Mobilität bzgl. THG-Emissionen führt die TUM, vorbehaltlich der Zustimmung der Personalvertretung, bis spätestens Ende 2024 die Grundlagenerhebung für ein künftiges regelmäßiges Mobilitätsmonitoring (Pendelmobilität Beschäftigte und Studierende) durch.

Neben ihrer eigenen nachhaltigen Entwicklung als wissenschaftliche Einrichtung verstärkt die TUM zudem ihre Aktivitäten in Forschung, Lehre und praxistauglichen Innovationen im Themenkomplex Agrar-Landnutzung-Umwelt. Denn der Klimawandel macht die künftige Agrarproduktion zu einer der zentralen Menschheitsaufgaben des 21. Jahrhunderts und erfordert von uns neue Ansätze und das Begreifen der Agrarwissenschaften als Systemwissenschaften. Als solche beabsichtigt die TUM, die Agrarwissenschaften am Campus Weihenstephan durch die Integration der Kompetenzen aus der Medizin, Biologie, Informatik, Naturwissenschaften, Betriebswirtschaft sowie Politik- und Sozialwissenschaften wertgebend zu befruchten. Damit fokussiert die TUM auf einen systemintegrativen Ansatz entlang der gesamten Translationsachse von der Grundlagenforschung über die Verfolgung anwendungsorientierter Inhalte bis hin zur Umsetzung in die landwirtschaftliche Praxis. Die TUM zielt darauf ab, eine neue Nachwuchsgeneration auszubilden, die die Innovation von Agrarproduktionssystemen zum Zwecke der Anpassung an neue gesellschaftliche und klimatische Anforderungen vorantreibt und technologischen sowie wirtschaftlichen Fortschritt gestaltet – von der Genetik der Nutzpflanzen und Nutztiere über moderne Bestandsführung bis zur Agrarpolitik und Verbraucherakzeptanz.

a) Nachhaltigkeit in allen Leistungsdimensionen

Spätestens im Jahr 2025 erfolgt eine Berichterstattung über die Fortschritte der Zielerreichung in den in der Strategie festgeschriebenen Themenfeldern: (i) Forschung, Lehre & Weiterbildung, (ii) Entrepreneurship & Innovation, (iii) Campusbetrieb & Ressourcenmanagement, (iv) Governance & Universitätsgemeinschaft und (v) Kommunikation & Globales Engagement. Als unternehmerische Universität bringt die TUM zur landesweiten Förderung von Sustainable Entrepreneurship als Trägerhochschule Ressourcen ins Zentrum für Hochschule und Nachhaltigkeit Bayern (BayZeN) ein.

ZIEL: Berichterstattung über die Fortschritte der Zielerreichung in den in der Strategie festgeschriebenen Themenfeldern bis spätestens im Jahr 2025.

b) Klimaneutralität

Die TUM entwickelt im Rahmen ihrer TUM Sustainable Futures Strategy eine hochschulspezifische Bilanz über die Treibhausgas-Emissionen auf Grundlage des gemeinsamen Bilanzierungsstandards der bayerischen Hochschulen („BayCalc“, basierend auf Greenhouse Gas Protocol) und legt diese dem StMWK bis spätestens Ende Juni 2025 vor. Die Bilanzierung wird jährlich fortgeschrieben. Zudem zeigt die Hochschule auf Grundlage einer Potenzialanalyse und möglichen Reduktionspfaden bis spätestens Ende Juni 2025 auf, mit welchen Maßnahmen sie die Emissionen in den Folgejahren (kurzfristig (min. drei Jahre), mittelfristig und langfristig) reduzieren will. Der Reduktionspfad wird nach der Vorlage durch die Hochschule im Einvernehmen mit dem Staatsministerium festgelegt.

ZIEL: Bis spätestens Ende Juni 2025 erstellt die TUM eine THG-Bilanz inkl. Potenzialanalyse, Szenarien und Reduktionspfaden.

B. Emissionsfaktoren der THG-Bilanz 2021 gemäß BayCalc

Tab. 36: Emissionsfaktoren gemäß BayCalc

Emissionsquelle	Einheit	Scope 1	Scope 2	Scope 3	Quelle
PV (Eigenerzeugung)	kWh			0,000055714	UBA 2022: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger, Tab 10
Wärme aus Biogas (in kWh) (Fremdbezug)	kWh		0,00004	0,00009	UBA 2022: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger - Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2021, CLIMATE CHANGE 50/2022
Erdgas (in kWh) (Eigenerzeugung) (Brennwert)	kWh	0,000182045		0,00004	Emissionsberichterstattungsverordnung 2022
Wärme aus Erdgas (in kWh) (Fremdbezug)	kWh		0,000201234	0,00004	UBA 2021 Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger
Heizöl (in kWh)	kWh	0,000267		0,000046	UBA 2021: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger, Tab. 61, Seite 90, Direkte Emissionen
Holzhackschnitzel (in kWh) (Eigenerzeugung)	kWh	0,000000418	0,000007273	0,000015743	UBA 2022: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger - Bestimmung der vermiedenen Emissionen, CLIMATE CHANGE 50/2022
Wärme aus Holzhackschnitzel (in kWh) (Fremdbezug)	kWh		0,000007691	0,000015743	UBA 2022: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger - Bestimmung der vermiedenen Emissionen, CLIMATE CHANGE 50/2022
Wärme (Fernwärme) (in kWh)	kWh		0,00017073	0,00003319	DEFRA 2022 , Heat and steam, Heat and steam, District heat and steam
Wärme (Fernwärme) SW Freising	kWh		0,00013086	0,000025859	Freising Stadtwerke
Strom aus Erneuerbaren Energien	kWh		0	0,000044933	Eigene Berechnung (FutureCamp) auf Basis von: GEMIS 5.0, EI-mix-DE-2020
Strom (Strommix Deutschland)	kWh		0,00035814	0,00009349	Eigene Berechnung auf Basis von: GEMIS 5.0, EI-mix-DE-2020
Strom (Stromtarif 1)	kWh	0	0,000138856	0,000044797	Stromtarif Straubing
Beamer	Stk			0,173	ClimCalc Österreich
Desktop-PC	Stk			0,435	Öko Institut 2020 Digitaler CO2-Fußabdruck Tab. 5-1
Docking-Stationen	Stk			0,395	https://h20195.www2.hp.com/v2/GetDocument.aspx?docname=c07525227
Drucker	Stk			0,06159	ClimCalc Österreich
Toner	Stk			0,0006266	bezieht sich auf DM von Toner --> DM_Toner = 1,14 kg/Stk laut Ecoinvent --> 0,54966 kgCO ₂ /kg*1,14 kg/Stk = 0,0006266124 t CO ₂ e/Stk
Monitore	Stk			0,088	Öko Institut 2020 Digitaler CO2-Fußabdruck Tab. 5-1
Multifunktionsgeräte	Stk			0,3	ClimCalc Österreich

Notebook/Laptop	Stk			0,311	Öko Institut 2020 Digitaler CO2-Fußabdruck Tab. 5-1
Regale/ Schränke	Stk			0,0245	https://www.office-4-green.de/wissen/life_cycle_assessment.php#/3
Smartphones	Stk			0,1	Öko Institut 2020 Digitaler CO2-Fußabdruck Tab. 5-1
Stühle	Stk			0,074	Thünen-Institut 2015: Ökobilanz für holzbasierte Möbel; LCA - office-4-green-de; eigene Berechnung (LfU)
Tablet	Stk			0,2	Öko Institut 2020 Digitaler CO2-Fußabdruck Tab. 5-1
Tische	Stk			0,023	Thünen-Institut 2015: Ökobilanz für holzbasierte Möbel; LCA - office-4-green-de; eigene Berechnung (LfU)
Bahn Nahverkehr	Pkm			0,000093	TREMOM 6.42 (12/2022)
Bahn Fernverkehr	Pkm			0,000046	TREMOM 6.42 (12/2022)
Bahn Unbekannt	Pkm			0,0000695	Durchschnittswert aus Nah- und Fernverkehr
Elektrische Kleinfahrzeug (E-Roller, E-Bike, etc.)	Pkm			0,0000146	UBA 2020: Ökologische Bewertung von Verkehrsarten (Tabellen 71 und 73)
E-PKW	Pkm			0,00006457	DEFRA 2022: UK electricity for EVs, Cars (by-size), Average car, Battery Electric + DEFRA 2021: WTT-pass vehs & travel-land, WTT-cars (by-size), Average car, Battery Electric
E-PKW (Fuhrpark)	Pkm	0,00005031		0,00001426	DEFRA 2021: UK electricity for EVs, Cars (by-size), Average car, Battery Electric + DEFRA 2021: WTT-pass vehs & travel-land, WTT-cars (by-size), Average car, Battery Electric
Fahrrad	Pkm			0,0000087	UBA 2020: Ökologische Bewertung von Verkehrsarten - Ergebnisse für Fahrzeugherstellung, -wartung und -entsorgung (Tabelle 73)
Flug unter 1.000 km (einfach)	Pkm			0,00055549	UBA: Mail von Sebastian Hussels am 21.10.2022
Flug 1.000 km-10.000 km (einfach)	Pkm			0,000240682	UBA: Mail von Sebastian Hussels am 21.10.2022
Flug über 10.000 km (einfach)	Pkm			0,000233837	UBA: Mail von Sebastian Hussels am 21.10.2022
Hybrid-PKW	Pkm			0,000151	DEFRA 2022: Business travel-land, Cars (by-size), Average car, Hybrid + DEFRA 2021: WTT-pass vehs & travel-land, WTT-cars (by-size), Average car, Hybrid
Hybrid-PKW (Fuhrpark)	Pkm	0,000071	0,000024	0,000027	DEFRA 2021: Business travel-land, Cars (by-size), Average car, Hybrid
Motorrad	Pkm			0,0001007	UBA 2023: Flüssiger Verkehr für Klimaschutz und Luftreinhaltung Tab. 38
Straßenbahn/U-Bahn	Pkm			0,00003279	TREMOM 6.42 (12/2022)
Taxi (in Pkm)	Pkm			0,000185	DEFRA 2021: Business travel- land
Taxi (in €)	€			0,000074	Annahme Taxikosten 2,5 € je gefahrenen km

Verbrauch Benzin	l	0,002446	0,000584	UBA 2021: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger im Jahr 2020, Tab 126 Ottokraftstoffe, Direkte Emissionen. (Umrechnung =9,02 kWh/Liter) nach Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Nov. 2019: Merkblatt zur Ermittlung des Gesamtenergieverbrauchs, Tab. S. 6
Verbrauch Diesel	l	0,002696	0,000713	UBA 2021: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger im Jahr 2020, Tab 121, Direkte Emissionen. Umrechnung mit Heizwert Diesel (=9,96 kWh/Liter) nach Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Nov. 2019: Merkblatt zur Ermittlung des Gesamtenergieverbrauchs, Tab. S. 6
Verbrauch Strom	kWh		0,00009349	Eigene Berechnung auf Basis von: GEMIS 5.0, EI-mix-DE-2020
Fernbus	Pkm		0,000037	TREMODO 6.42 (12/2022)
Verbrenner-PKW	Pkm		0,000162	TREMODO 6.42 (12/2022) Durchschnitt Benzin und Diesel
Verbrenner-PKW (Fuhrpark)	Pkm	0,000131	0,000031	UBA 2020: Ökologische Bewertung von Verkehrsarten (Tabelle 69) Durchschnitt Benzin und Diesel
zu Fuß	Pkm			Logik
Abwasser	cbm		0,000272	DEFRA 2022: Water treatment
Wasser (Versorgung)	cbm		0,000149	DEFRA 2022: Water supply
Kühlmittel R22	kg	1,81	0,076	Ökoinstitut + IFEU: Carbon Footprint – Teilgutachten „Monitoring für den CO2-Ausstoß in der Logistikkette“. Tabelle 6 S. 35 + Gesamt minus Scope 1 (Quelle gibt Scope 1 und Gesamt an)
Kühlmittel R134A	kg	1,43	0,103	Ökoinstitut + IFEU: Carbon Footprint – Teilgutachten „Monitoring für den CO2-Ausstoß in der Logistikkette“. Tabelle 6 S. 35 + Gesamt minus Scope 1 (Quelle gibt Scope 1 und Gesamt an)
Kühlmittel R404A	kg	3,922	0,103	Ökoinstitut + IFEU: Carbon Footprint – Teilgutachten „Monitoring für den CO2-Ausstoß in der Logistikkette“. Tabelle 6 S. 35 + Gesamt minus Scope 1 (Quelle gibt Scope 1 und Gesamt an)
Kühlmittel R410A	kg	2,088	0,089	Ökoinstitut + IFEU: Carbon Footprint – Teilgutachten „Monitoring für den CO2-Ausstoß in der Logistikkette“. Tabelle 6 S. 35 + Gesamt minus Scope 1 (Quelle gibt Scope 1 und Gesamt an)
Kühlmittel R422D	kg	2,729	0,09275	DEFRA 2022, Refrigerant & other, Kyoto protocol-blends, Emissions including only Kyoto products + Scope 3: Mittelwert aller im Tool enthaltener Kältemittel
Kühlmittel R407C	kg	1,774	0,09275	DEFRA 2022, Refrigerant & other, Kyoto protocol-blends, Emissions including only Kyoto products + Scope 3: Mittelwert aller im Tool enthaltener Kältemittel
Fahrzeuge	€		0,000494357	DEFRA 2009: monetäre Emissionsfaktoren (hochgerechnet für das Jahr 2021 anhand von Wechselkursen und Inflation)
Server	Stk		1,122	DEFRA 2009: monetäre Emissionsfaktoren (hochgerechnet für das Jahr 2021 anhand von Wechselkursen und Inflation)

C. Gebäudebestand der TUM Stand 2023

Tab. 37: Gebäudebestand der TUM und Zuordnung im Klimaschutzkonzept

Zuordnung	Lage	Gebäude ID	Eigentumsverhältnis
Campus München	Nordgelände	0101	Staatseigentum
Campus München	Nordgelände	0102	Staatseigentum
Campus München	Nordgelände	0103	Staatseigentum
Campus München	Nordgelände	0104	Staatseigentum
Campus München	Nordgelände	0105	Staatseigentum
Campus München	Nordgelände	0106	Staatseigentum
Campus München	Nordgelände	0108	Staatseigentum
Campus München	Nordgelände	0109	Staatseigentum
Campus München	Südgelände	0201	Staatseigentum
Campus München	Südgelände	0202	Staatseigentum
Campus München	Südgelände	0203	Staatseigentum
Campus München	Südgelände	0204	Staatseigentum
Campus München	Südgelände	0205	Staatseigentum
Campus München	Südgelände	0206	Staatseigentum
Campus München	Südostgelände	0305	Staatseigentum
Campus München	Südwestgelände	0401	Staatseigentum
Campus München	Zentralgelände	0501	Staatseigentum
Campus München	Zentralgelände	0502	Staatseigentum
Campus München	Zentralgelände	0503	Staatseigentum
Campus München	Zentralgelände	0504	Staatseigentum
Campus München	Zentralgelände	0505	Staatseigentum
Campus München	Zentralgelände	0506	Staatseigentum
Campus München	Zentralgelände	0507	Staatseigentum
Campus München	Zentralgelände	0508	Staatseigentum
Campus München	Zentralgelände	0509	Staatseigentum
Campus München	Zentralgelände	0510	Staatseigentum
Campus München	Zentralgelände	0511	Staatseigentum
Campus München	Zentralgelände	0512	Staatseigentum
Campus Garching	Physik	5101	Staatseigentum
Campus Garching	Physik	5103	Staatseigentum
Campus Garching	Physik	5104	Staatseigentum
Campus Garching	Physik	5107	Staatseigentum
Campus Garching	Physik	5108	Staatseigentum
Campus Garching	Physik	5111	Staatseigentum
Campus Garching	Physik	5112	Staatseigentum
Campus Garching	Physik	5115	Staatseigentum
Campus Garching	Physik	5116	Staatseigentum
Campus Garching	Physik	5124	Staatseigentum

Campus Garching	Physik	5130	Staatseigentum
Campus Garching	Physik	5131	Staatseigentum
Campus Garching	Physik	5140	Staatseigentum
Campus Garching	Physik	5142	Staatseigentum
Campus Garching	Physik	5143	Staatseigentum
Campus Garching	Physik	5160	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5202	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5203	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5204	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5207	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5209	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5210	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5211	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5212	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5214	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5215	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5216	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5218	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5219	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5220	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5221	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5222	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5224	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5225	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5226	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5227	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5228	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5229	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5231	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5232	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5233	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5234	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5235	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5236	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5237	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5250	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5251	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5252	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5253	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5256	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5257	Staatseigentum
Campus Garching	Forschungs-Reaktor	5268	Staatseigentum
Campus Garching	Zentraler Bereich	5301	Staatseigentum

Campus Garching	Zentraler Bereich	5302	Staatseigentum
Campus Garching	Zentraler Bereich	5304	Staatseigentum
Campus Garching	Chemie	5401	Staatseigentum
Campus Garching	Chemie	5402	Staatseigentum
Campus Garching	Chemie	5403	Staatseigentum
Campus Garching	Chemie	5404	Staatseigentum
Campus Garching	Chemie	5406	Staatseigentum
Campus Garching	Chemie	5407	Staatseigentum
Campus Garching	Chemie	5408	Staatseigentum
Campus Garching	Chemie	5409	Staatseigentum
Campus Garching	Chemie	5410	Staatseigentum
Campus Garching	Chemie	5413	Staatseigentum
Campus Garching	Chemie	5414	Staatseigentum
Campus Garching	Chemie	5415	Staatseigentum
Campus Garching	Chemie	5416	Staatseigentum
Campus Garching	Chemie	5433	Staatseigentum
Campus Garching	Maschinenwesen	5501	Staatseigentum
Campus Garching	Maschinenwesen	5502	Staatseigentum
Campus Garching	Maschinenwesen	5503	Staatseigentum
Campus Garching	Maschinenwesen	5504	Staatseigentum
Campus Garching	Maschinenwesen	5505	Staatseigentum
Campus Garching	Maschinenwesen	5506	Staatseigentum
Campus Garching	Maschinenwesen	5507	Staatseigentum
Campus Garching	Maschinenwesen	5508	Staatseigentum
Campus Garching	Maschinenwesen	5509	Staatseigentum
Campus Garching	Maschinenwesen	5510	Staatseigentum
Campus Garching	Maschinenwesen	5513	Staatseigentum
Campus Garching	Maschinenwesen	5514	Staatseigentum
Campus Garching	Maschinenwesen	5515	Staatseigentum
Campus Garching	Maschinenwesen	5517	Staatseigentum
Campus Garching	Maschinenwesen	5518	Staatseigentum
Campus Garching	Maschinenwesen	5519	Staatseigentum
Campus Garching	Maschinenwesen	5530	Staatseigentum
Campus Garching	Maschinenwesen	5531	Staatseigentum
Campus Garching	Maschinenwesen	5532	Staatseigentum
Campus Garching	Maschinenwesen	5537	Staatseigentum
Campus Garching	Mathematik und Informatik	5601	Staatseigentum
Campus Garching	Mathematik und Informatik	5602	Staatseigentum
Campus Garching	Mathematik und Informatik	5603	Staatseigentum
Campus Garching	Mathematik und Informatik	5604	Staatseigentum
Campus Garching	Mathematik und Informatik	5605	Staatseigentum
Campus Garching	Mathematik und Informatik	5606	Staatseigentum
Campus Garching	Mathematik und Informatik	5607	Staatseigentum

Campus Garching	Mathematik und Informatik	5608	Staatseigentum
Campus Garching	Mathematik und Informatik	5609	Staatseigentum
Campus Garching	Mathematik und Informatik	5610	Staatseigentum
Campus Garching	Mathematik und Informatik	5611	Staatseigentum
Campus Garching	Mathematik und Informatik	5612	Staatseigentum
Campus Garching	Mathematik und Informatik	5613	Staatseigentum
Campus Garching	Mathematik und Informatik	5620	Staatseigentum
Campus Garching	Mathematik und Informatik	5622	Staatseigentum
Campus Garching	IMETUM	5701	Staatseigentum
Campus Garching	Süd-Westlich der Lichtenberg- straße	5901	Staatseigentum
Campus Garching	Technischer Betrieb	6101	Staatseigentum
Campus Garching	Technischer Betrieb	6102	Staatseigentum
Campus Garching	Technischer Betrieb	6103	Staatseigentum
Campus Garching	Technischer Betrieb	6106	Staatseigentum
Campus Garching	Technischer Betrieb	6107	Staatseigentum
Campus Garching	Technischer Betrieb	6202	Staatseigentum
Campus Garching	Süd-Westlich der Lichtenberg- straße	7910	Staatseigentum
Campus Garching	Galileo	8122	angemietet
Campus Garching	Galileo	8123	angemietet
Campus Garching	Galileo	8124	angemietet
Campus Freising-Weihenstephan	Weihenstephaner-Berg	4001	Staatseigentum
Campus Freising-Weihenstephan	Weihenstephaner-Berg	4101	Staatseigentum
Campus Freising-Weihenstephan	Weihenstephaner-Berg	4102	Staatseigentum
Campus Freising-Weihenstephan	Weihenstephaner-Berg	4103	Staatseigentum
Campus Freising-Weihenstephan	Weihenstephaner-Berg	4105	Staatseigentum
Campus Freising-Weihenstephan	Weihenstephaner-Berg	4106	Staatseigentum
Campus Freising-Weihenstephan	Weihenstephaner-Berg	4107	Staatseigentum
Campus Freising-Weihenstephan	Weihenstephaner-Berg	4108	Staatseigentum
Campus Freising-Weihenstephan	Weihenstephaner-Berg	4109	Staatseigentum
Campus Freising-Weihenstephan	Weihenstephaner-Berg	4110	Staatseigentum
Campus Freising-Weihenstephan	Weihenstephaner-Berg	4111	Staatseigentum
Campus Freising-Weihenstephan	Weihenstephaner-Berg	4113	Staatseigentum
Campus Freising-Weihenstephan	Weihenstephaner-Berg	4114	Staatseigentum
Campus Freising-Weihenstephan	Weihenstephaner-Berg	4115	Staatseigentum
Campus Freising-Weihenstephan	Weihenstephaner-Berg	4119	Staatseigentum
Campus Freising-Weihenstephan	Weihenstephaner-Berg	4120	angemietet
Campus Freising-Weihenstephan	Weihenstephaner-Berg	4124	Staatseigentum
Campus Freising-Weihenstephan	Weihenstephaner-Berg	4126	Staatseigentum
Campus Freising-Weihenstephan	Weihenstephaner-Berg	4127	Staatseigentum
Campus Freising-Weihenstephan	Weihenstephaner-Berg	4128	Staatseigentum
Campus Freising-Weihenstephan	Weihenstephaner-Berg	4129	Staatseigentum
Campus Freising-Weihenstephan	Weihenstephaner-Berg	4130	Staatseigentum

Campus Freising-Weihenstephan	Weihenstephan Hochfeld	4323	Staatseigentum
Campus Freising-Weihenstephan	Weihenstephan Hochfeld	4324	Staatseigentum
Campus Freising-Weihenstephan	Weihenstephan Hochfeld	4325	Staatseigentum
Campus Freising-Weihenstephan	Weihenstephan Hochfeld	4387	Nutzungsrecht
Campus Straubing	Straubing	2927	angemietet
Campus Straubing	Straubing	2929	angemietet
Campus Straubing	Straubing	2930	angemietet
Campus Straubing	Straubing	3501	Staatseigentum
Campus Straubing	Straubing	3502	angemietet
Campus Straubing	Straubing	3503	Staatseigentum
Campus Straubing	Straubing	3504	Staatseigentum
Campus Straubing	Straubing	3505	Staatseigentum
Campus Straubing	Straubing	3508	Staatseigentum
Campus Straubing	Straubing	3515	angemietet
Außenstelle	Kapuzinerhölzl	2103	Staatseigentum
Außenstelle	Kapuzinerhölzl	2104	Staatseigentum
Außenstelle	Kapuzinerhölzl	2105	Staatseigentum
Außenstelle	Kapuzinerhölzl	2106	Staatseigentum
Außenstelle	Kapuzinerhölzl	2107	Staatseigentum
Außenstelle	Kapuzinerhölzl	2108	Staatseigentum
Außenstelle	Kapuzinerhölzl	2109	Staatseigentum
Außenstelle	Campus im Olympiapark	2309	Staatseigentum
Außenstelle	Campus im Olympiapark	2310	Staatseigentum
Außenstelle	Campus im Olympiapark	2312	Staatseigentum
Außenstelle	Campus im Olympiapark	2313	Staatseigentum
Außenstelle	Campus im Olympiapark	2315	Staatseigentum
Außenstelle	Campus im Olympiapark	2317	Staatseigentum
Außenstelle	Campus im Olympiapark	2318	Staatseigentum
Außenstelle	Campus im Olympiapark	2319	Staatseigentum
Außenstelle	Campus im Olympiapark	2320	Staatseigentum
Außenstelle	Campus im Olympiapark	2321	Staatseigentum
Außenstelle	Campus im Olympiapark	2330	Staatseigentum
Außenstelle	Campus im Olympiapark	2331	Staatseigentum
Außenstelle	Campus im Olympiapark	2332	Staatseigentum
Außenstelle	Campus im Olympiapark	2333	Staatseigentum
Außenstelle	Campus im Olympiapark	2334	Staatseigentum
Außenstelle	Schwabing-West	2401	Staatseigentum
Außenstelle	Schwabing-West	2402	Staatseigentum
Außenstelle	Schwabing-West	2410	Staatseigentum
Außenstelle	Pasing	2601	Staatseigentum
Außenstelle	Pasing	2602	Staatseigentum
Außenstelle	Pasing	2604	Staatseigentum
Außenstelle	Pasing	2605	Staatseigentum

Außenstelle	Pasing	2607	Staatseigentum
Außenstelle	Pasing	2608	Staatseigentum
Außenstelle	Dachau	2805	angemietet
Außenstelle	München Sonst.	2806	Nutzungsrecht
Außenstelle	München Sonst.	2903	angemietet
Außenstelle	München Sonst.	2906	angemietet
Außenstelle	München Sonst.	2907	angemietet
Außenstelle	München Sonst.	2908	angemietet
Außenstelle	München Sonst.	2909	angemietet
Außenstelle	München Sonst.	2920	angemietet
Außenstelle	München Sonst.	2926	angemietet
Außenstelle	München Sonst.	3401	Nutzungsrecht
Außenstelle	München Sonst.	3402	Nutzungsrecht
Außenstelle	Campus im Olympiapark	2940	angemietet
Außenstelle	Campus im Olympiapark	2941	angemietet
Außenstelle	Obernach	3101	Staatseigentum
Außenstelle	Obernach	3102	Staatseigentum
Außenstelle	Obernach	3103	Staatseigentum
Außenstelle	Garching Außenbereich	8101	angemietet
Außenstelle	Garching Außenbereich	8102	angemietet
Außenstelle	Garching Außenbereich	8104	angemietet
Außenstelle	Garching Außenbereich	8111	angemietet
Außenstelle	Obernach	3104	Staatseigentum
Außenstelle	Obernach	3105	Staatseigentum
Außenstelle	Obernach	3106	Staatseigentum
Außenstelle	Obernach	3107	Staatseigentum
Außenstelle	Obernach	3108	Staatseigentum
Außenstelle	Obernach	3109	Staatseigentum
Außenstelle	Obernach	3110	Staatseigentum
Außenstelle	Obernach	3111	Staatseigentum
Außenstelle	Obernach	3112	Staatseigentum
Außenstelle	Obernach	3113	Staatseigentum
Außenstelle	Obernach	3114	Staatseigentum
Außenstelle	Obernach	3115	Staatseigentum
Außenstelle	Obernach	3116	Staatseigentum
Außenstelle	Obernach	3117	Staatseigentum
Außenstelle	Obernach	3118	Staatseigentum
Außenstelle	Obernach	3119	Staatseigentum
Außenstelle	Obernach	3120	Staatseigentum
Außenstelle	Obernach	3121	Staatseigentum
Außenstelle	Obernach	3122	Staatseigentum
Außenstelle	Obernach	3123	Staatseigentum
Außenstelle	Obernach	3124	Staatseigentum

Außenstelle	Eichenau	3201	Staatseigentum
Außenstelle	Starnberg	3901	Staatseigentum
Außenstelle	Starnberg	3902	Staatseigentum
Außenstelle	Starnberg	3904	Staatseigentum
Außenstelle	Veitshof	4180	Staatseigentum
Außenstelle	Veitshof	4181	Staatseigentum
Außenstelle	Veitshof	4182	Staatseigentum
Außenstelle	Veitshof	4183	Staatseigentum
Außenstelle	Veitshof	4184	Staatseigentum
Außenstelle	Veitshof	4185	Staatseigentum
Außenstelle	Veitshof	4186	Staatseigentum
Außenstelle	Veitshof	4187	Staatseigentum
Außenstelle	Veitshof	4188	Staatseigentum
Außenstelle	Veitshof	4189	Staatseigentum
Außenstelle	Veitshof	4190	Staatseigentum
Außenstelle	Veitshof	4191	Staatseigentum
Außenstelle	Veitshof	4192	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Dürnast	4230	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Dürnast	4231	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Dürnast	4232	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Dürnast	4234	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Dürnast	4235	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Dürnast	4236	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Dürnast	4237	Staatseigentum
Außenstelle	Iffeldorf	4401	Staatseigentum
Außenstelle	Iffeldorf	4402	Staatseigentum
Außenstelle	Iffeldorf	4403	Staatseigentum
Außenstelle	Iffeldorf	4404	Staatseigentum
Außenstelle	Iffeldorf	4405	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Dürnast	4501	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Dürnast	4502	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Dürnast	4503	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Dürnast	4505	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Dürnast	4506	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Dürnast	4508	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Dürnast	4509	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Dürnast	4510	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Dürnast	4512	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Dürnast	4513	Staatseigentum
Außenstelle	Forschungsstation Viehhausen	4521	Staatseigentum
Außenstelle	Forschungsstation Viehhausen	4522	Staatseigentum
Außenstelle	Forschungsstation Viehhausen	4523	Staatseigentum
Außenstelle	Forschungsstation Viehhausen	4524	Staatseigentum

Außenstelle	Versuchsstation Thalhausen	4601	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Thalhausen	4602	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Thalhausen	4603	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Thalhausen	4604	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Thalhausen	4605	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Thalhausen	4606	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Thalhausen	4607	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Thalhausen	4608	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Thalhausen	4609	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Thalhausen	4610	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Thalhausen	4611	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Thalhausen	4612	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Thalhausen	4613	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Thalhausen	4614	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Thalhausen	4615	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Thalhausen	4616	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Thalhausen	4620	Staatseigentum
Außenstelle	Freising-Achering	4800	angemietet
Außenstelle	Versuchsstation Roggenstein	4901	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Roggenstein	4902	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Roggenstein	4903	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Roggenstein	4907	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Roggenstein	4908	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Roggenstein	4909	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Roggenstein	4910	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Roggenstein	4914	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Roggenstein	4915	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Roggenstein	4916	Staatseigentum
Außenstelle	Versuchsstation Roggenstein	4920	Staatseigentum
Außenstelle	Raitenhaslach	9001	Nutzungsrecht
Außenstelle	Garmisch-Partenkirchen	9101	angemietet
Außenstelle	Berchtesgaden	9201	Staatseigentum
Außenstelle	Campus Ottobrunn	9376	angemietet
Außenstelle	Campus Ottobrunn	9377	angemietet
Außenstelle	Campus Ottobrunn	9378	angemietet
Außenstelle	Campus Ottobrunn	9379	angemietet
Außenstelle	Campus Ottobrunn	9380	angemietet
Außenstelle	Campus Ottobrunn	9390	angemietet

Tab. 38: TUM Gebäude außerhalb der Systemgrenze des Klimaschutzkonzepts

Gebäude-ID	Bezeichnung	Zuordnung und/ oder Nutzung durch
0403	(SW3) Richard-Wagner-Str. 14 (Kiga.LH-Mün.)	Kindergarten Landeshauptstadt München
1501	Chirurgische Klinik	Universitätsklinikum
1503	Augen, HNO, I.Med., III.Med.	Universitätsklinikum
1514	Interdisziplinäres Forschungsgebäude	Universitätsklinikum
1523	IMSE, Rechenzentrum (RZ)	Universitätsklinikum
1531	Trogerstr. 4/Einsteinstr. 65	Universitätsklinikum
1533	Trogerstr. 8, Pers.Rar-Sch.beh.	Universitätsklinikum
1535	Trogerstr. 12	Universitätsklinikum
1536	Trogerstr. 14, Seminargebäude Ge- schichte der Medizin	Universitätsklinikum
1538	Trogerstr. 18, Pathologie	Universitätsklinikum
1545	Mikrobiologie, Tierställe	Universitätsklinikum
1548	GSF-Container, Inst. Virologie	Universitätsklinikum
1551	A1-Hörsäle, Mensa	Universitätsklinikum
1559	Mikrobiologie/Virologie	Universitätsklinikum
2522	Center for Translational Cancer Re- search (TranslaTUM)	Universitätsklinikum
1601	Altbau 1, Vorklinik. Inst.	Universitätsklinikum
1602	Altbau 2+3, Anatomisches Institut	Universitätsklinikum
1603	Altbau 2+3, Biologisches Institut	Universitätsklinikum
1607	Altbau 7, Institut für Pharmakologie und Toxikologie	Universitätsklinikum
1608	Altbau 8, Institut für Medizinische Mik- robiologie	Universitätsklinikum
1650	Tierstall f. Pharmakologie	Universitätsklinikum
1652	Tierställe	Universitätsklinikum
1713	Nigerstr. 3 (AM)	Universitätsklinikum
1720	Grillparzerstr. 16-18 (AM)	Universitätsklinikum
1724	Prinzregentenstr. 68 (AM) MRI	Universitätsklinikum
1725	Inst. Allgem. Medizin, Orleanstr. 47 (AM)	Universitätsklinikum
1740	Neherstr.1 (AM) ForTe	Universitätsklinikum
1901	Bildungscampus D	TUM Campus Heilbronn rechtl. Eigenständig
1902	Bildungscampus L	TUM Campus Heilbronn rechtl. Eigenständig
2350	(SZ) Olympiaschwimmhalle (AM)	Zentraler Hochschulsport, gemeinsame Nutzung aller Münchner Hochschulen
2351	(SZ) Olympia-Eislaufstadion (AM)	Zentraler Hochschulsport, gemeinsame Nutzung aller Münchner Hochschulen
2352	(SZ) Olympiapark (AM)	Zentraler Hochschulsport, gemeinsame Nutzung aller Münchner Hochschulen
2353	(SZ) Eislaufstadion Ost (AM)	Zentraler Hochschulsport, gemeinsame Nutzung aller Münchner Hochschulen
2354	(SZ) Regattaanlage Oberschleißheim (AM)	Zentraler Hochschulsport, gemeinsame Nutzung aller Münchner Hochschulen

Gebäude-ID	Bezeichnung	Zuordnung und/ oder Nutzung durch
2801	Elisabeth-Winterhalter-Weg (NR)	Ludwig-Maximilians-Universität
2803	Forum der Zukunft (AM)	Forum der Zukunft, Deutsches Museum
2804	Deutsches Museum, Museumsinsel 1 (NR)	Deutsches Museum
2807	Pinakothek der Moderne (NR)	Architekturmuseum
2910	RiWa Nr. 1/Haus B + Haus H	Hochschule für Politik
2911	RiWa Nr. 3/Haus C	Hochschule für Politik
2944	Munich Urban Colab	UnternehmerTUM und Landeshauptstadt München
3035	Helmholtz Biologikum	Institut für Biologische und Medizinische Bildgebung
3100	Projektbüro Hainich	Biodiversitäts-Exploratorium-Hainich-Dün
5109	Physik LMU	Ludwig-Maximilians-Universität
5120	Physik Beschleuniger LMU	Ludwig-Maximilians-Universität
5121	Atlashalle LMU	Ludwig-Maximilians-Universität
5122	Neb.Gebäude Beschleunigerbereich LMU (Abriss geplant)	Ludwig-Maximilians-Universität
5123	Physik Werkstattgebäude LMU	Ludwig-Maximilians-Universität
5125	LEX (LMU)	Ludwig-Maximilians-Universität
5126	CALA (LMU)	Ludwig-Maximilians-Universität
7894	Newton (AM)	General Electric Global Research Center Europe
7895	Pascal Halle	General Electric Global Research Center Europe
7896	Prandtl (AM)	General Electric Global Research Center Europe
8120	Conference Center	Kongresszentrum, Galileo
8121	Courtyard Hotel	Kongresszentrum, Galileo
3920	Hans-Albers-Villa	noch keine Nutzung
3921	Anbau Fischerei	noch keine Nutzung
3922	Garage mit Hausmeisterwohnung	noch keine Nutzung
3923	Oberes Bootshaus	noch keine Nutzung
3924	Seebootshaus	noch keine Nutzung
4116	Kindervilla (Dr. Gudula Wernecke-Rastetter)	Studierendenwerk
4117	Kindervilla II	Studierendenwerk
4133	Wohngebäude Ganzenmüllerstr.	Vermietung Wohnungen (3 Mietparteien)
4155	Kustermannhalle	Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
4156	Flaschenkeller Staatsbrauerei	Staatsbrauerei
4211	LfL Bürogebäude 14	Landesanstalt für Landwirtschaft
4239	Kindergarten „Krabbelstube Weihenstephan“	Studierendenwerk
4278	LWF Bay. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft	Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
4279	LWF Erweiterungsbau	Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
4281	HSWT	Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
4299	Hochschulgemeinde Freising	Hochschulgemeinde
4353	LfL Laborgebäude 1	Landesanstalt für Landwirtschaft
4355	LfL Technologie VI	Landesanstalt für Landwirtschaft

Gebäude-ID	Bezeichnung	Zuordnung und/ oder Nutzung durch
4361	LfL Technologie V	Landesanstalt für Landwirtschaft
4362	LfL Mehrzweckgebäude 1	Landesanstalt für Landwirtschaft
4368	LfL Technologie III	Landesanstalt für Landwirtschaft

D. Verkehrsmittelschlüssel 2022

Tab. 39: Verkehrsmittelschlüssel der Entfernungskategorien auf Basis der Daten 2022

Entfernungskategorie	Verkehrsmittel	Prozent
Bis 500 km	Flugzeug	0 %
Bis 500 km	Bus	11 %
Bis 500 km	PKW	17 %
Bis 500 km	E-PKW	1 %
Bis 500 km	PKW (carpooling)	15 %
Bis 500 km	Motorrad	4 %
Bis 500 km	Bahn	53 %
Bis 500 km	Schiff	0 %
500 km bis 1.000 km	Flugzeug	11 %
500 km bis 1.000 km	Bus	4 %
500 km bis 1.000 km	PKW	19 %
500 km bis 1.000 km	E-PKW	1 %
500 km bis 1.000 km	PKW (carpooling)	8 %
500 km bis 1.000 km	Motorrad	0 %
500 km bis 1.000 km	Bahn	57 %
500 km bis 1.000 km	Schiff	0 %
1.000 km bis 1.500 km	Flugzeug	38 %
1.000 km bis 1.500 km	Bus	4 %
1.000 km bis 1.500 km	PKW	15 %
1.000 km bis 1.500 km	E-PKW	1 %
1.000 km bis 1.500 km	PKW (carpooling)	8 %
1.000 km bis 1.500 km	Motorrad	0 %
1.000 km bis 1.500 km	Bahn	34 %
1.000 km bis 1.500 km	Schiff	0 %
1.500 km bis 2.000 km	Flugzeug	78 %
1.500 km bis 2.000 km	Bus	6 %
1.500 km bis 2.000 km	PKW	2 %
1.500 km bis 2.000 km	E-PKW	0 %
1.500 km bis 2.000 km	PKW (carpooling)	5 %
1.500 km bis 2.000 km	Motorrad	0 %
1.500 km bis 2.000 km	Bahn	8 %
1.500 km bis 2.000 km	Schiff	0 %
2.000 km bis 2.500 km	Flugzeug	63 %

Entfernungskategorie	Verkehrsmittel	Prozent
2.000 km bis 2.500 km	Bus	5 %
2.000 km bis 2.500 km	PKW	9 %
2.000 km bis 2.500 km	E-PKW	0 %
2.000 km bis 2.500 km	PKW (carpooling)	16 %
2.000 km bis 2.500 km	Motorrad	0 %
2.000 km bis 2.500 km	Bahn	8 %
2.000 km bis 2.500 km	Schiff	0 %
Ab 2.500 km	Flugzeug	100 %
Ab 2.500 km	Bus	0 %
Ab 2.500 km	PKW	0 %
Ab 2.500 km	E-PKW	0 %
Ab 2.500 km	PKW (carpooling)	0 %
Ab 2.500 km	Motorrad	0 %
Ab 2.500 km	Bahn	0 %
Ab 2.500 km	Schiff	0 %

E. Agenda der Workshops „Klimaschutz an der TUM – Gemeinsam gestalten“

45 min	<p>Begrüßung und Einführung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Begrüßung • Ablauf und Ziel des Workshops • Intro: Kurzvorstellung des Projektes • Kerneergebnisse der THG-Bilanz <ul style="list-style-type: none"> – Gesamtergebnis TUM – Ergebnis des jeweiligen Campus, inkl. Hervorheben der signifikanten Emissionsquellen
15 min	<p>Arbeitsphase 1 (Stillarbeitsphase/ Einzelarbeit)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ziel: Sammlung von Maßnahmen für die THG-Reduktionspotentiale <p>Aufgaben Teilnehmer:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alle Teilnehmenden schreiben auf Moderationskarten auf, welche Maßnahmen für die Reduktion der Treibhausgase in den einzelnen Themenfeldern als wichtig erachtet werden (10 min.). Maßnahmen können hochschulpolitische, individuelle oder techn. Maßnahmen sein.
10 min	<p>Pause</p>
80 min	<p>Arbeitsphase 2 (Aufteilung in Kleingruppen)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ziel: Ideensammlung und Konkretisierung der Maßnahmen • Aufgabe je Kleingruppe (5-8 Personen) • Karten auf Pinnwand anbringen und in Handlungsfelder sortieren (durch Moderatoren) • Bewertung des Potentials der Maßnahmen anhand von Punktesystem <ul style="list-style-type: none"> – Alle Teilnehmenden können 5 Punkte zur Priorisierung der Maßnahmen vergeben (kein Häufeln), Maßnahmen mit höchster Punktzahl werden als erstes diskutiert). – Im Zuge der Diskussion können weitere Maßnahmen hinzugenommen werden (Karten und Stifte liegen aus). Nur die Top 5 Maßnahmen konkret diskutieren. • Diskussion über die Maßnahmen im Detail <ul style="list-style-type: none"> – Welche Rahmenbedingungen müssen geschaffen werden, um diese umzusetzen? – In wessen Einflussbereich liegen diese Maßnahmen? – Woran könnte die Umsetzung scheitern (rechtlich, technisch, finanziell) • Abschließend: Erneute Bewertung der Maßnahmen mit andersfarbigen Punkten (auch 5 Punkte) nach Priorität der Umsetzung aus Sicht der Teilnehmenden • Exkurs: Falls zusätzlich Zeit zur Verfügung steht, Synergien zw. Maßnahmen anhand von Buchstaben in Ecken der Karten kennzeichnen
5 min	<p>Pause</p>
25 min	<p>Abschlussrunde</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jeder Moderator stellt die Top 3 Maßnahmen der jeweiligen Kleingruppe vor. • Information zu den nächsten Schritten • Hinweis, dass weitere Vorschläge auch bis 15. Juli 2023 über Wiki-Forms an die KSM herantragen • <i>am 28.6.23 Abschlussworte durch den Vice President Sustainable Transformation</i>