



Leibniz-Rechenzentrum  
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften



250 UMWELTERKLÄRUNG

## **Über das LRZ**

Das Leibniz-Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften ist seit über 60 Jahren der kompetente IT-Partner der Münchner Universitäten und Hochschulen sowie wissenschaftlicher Einrichtungen in Bayern, Deutschland und Europa. Es bietet die komplette Bandbreite an IT-Dienstleistungen und -Technologie sowie Beratung und Support – von E-Mail, Webserver, bis hin zu Internetzugang, virtuellen Maschinen, Cloud-Lösungen und dem Münchner Wissenschaftsnetz (MWN). Mit dem Höchstleistungsrechner SuperMUC-NG gehört das LRZ zu den international führenden Supercomputing-Zentren und widmet sich im Bereich Future Computing schwerpunktmäßig neu aufkommenden Technologien, Künstlicher Intelligenz und Machine Learning sowie Quantencomputing.

# UMWELTERKLÄRUNG 2025

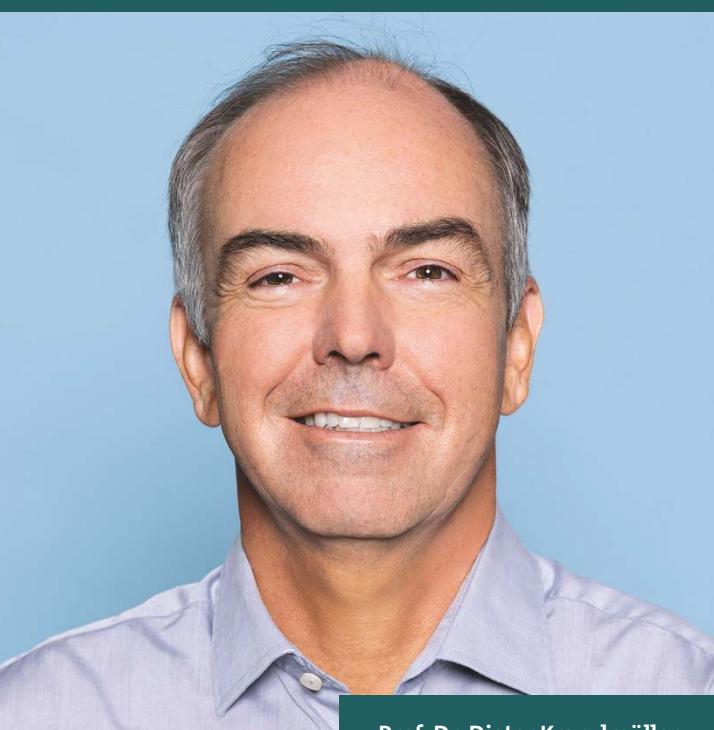




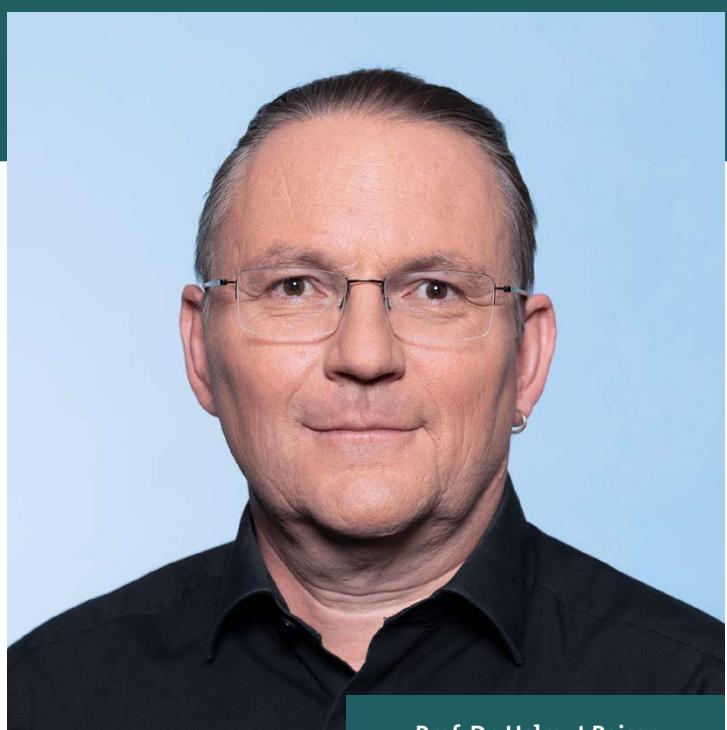


# INHALTSVERZEICHNIS

<b>01  </b>	Das LRZ – Digitalisierungspartner für die Wissenschaft	8
<b>02  </b>	Unsere Umweltleitlinie	14
<b>03  </b>	Umweltmanagement am LRZ	16
	3.1. Planung und Anwendungsbereich	17
	3.2. Strukturen und Verantwortlichkeiten	19
	3.3. Vorschriften und Gesetze	20
	3.4. Dokumentation und Bericht	21
<b>04  </b>	Umweltaspekte	22
<b>05  </b>	Kennzahlen zu Umwelt und Energie	26
	5.1. Energie	27
	5.2. Material	29
	5.3. Wasser	30
	5.4. Flächen	31
	5.5. Abfall	31
	5.6. Emissionen	32
	5.7. Rechenzentrumsspezifische Kennzahlen	34
	5.8. Die wichtigsten Umwelt- und Energiekennzahlen auf einen Blick	36
<b>06  </b>	Umweltprogramm	40



Prof. Dr. Dieter Kranzlmüller



Prof. Dr. Helmut Reiser

# UMWELT- UND KLIMASCHUTZ AM LEIBNIZ- RECHENZENTRUM

# VORWORT

Sehr geehrte Leserschaft,

Ideen für einen effizienteren Betrieb von Computer-Ressourcen, der Einsatz von Strom aus erneuerbaren Quellen und die Photovoltaik-Anlage auf dem Dach, die Forderung nach E-Fahrzeugen in der Dienstwagenflotte: Es waren und sind vor allem die Mitarbeitenden des Leibniz-Rechenzentrums (LRZ), die immer wieder Maßnahmen anregen, im Alltag bewusster und nachhaltiger mit Ressourcen umzugehen.

Deshalb sahen wir in der Einführung des Energieeffizienzgesetzes (EnEfG), das Rechenzentren zum Management ihrer Umweltwirkungen und ihres Energiebedarfs verpflichtet, vor allem eine große Chance: Wir können dadurch die bisherigen Schritte für Klima und Umwelt in unterschiedlichen Bereichen systematisieren und dokumentieren, daraus lernen und unser Wirken nachhaltig verbessern.

Sie halten nun den ersten Umweltbericht des LRZ in Händen. Er beschreibt in Zahlen die Auswirkungen unserer Arbeit als Digitalisierungs-partner von Wissenschaft und Forschung auf die Umwelt und zeigt außerdem Risiken auf, die wir nicht immer vermeiden, vor denen wir aber die Natur und uns schützen werden. Sie finden im Bericht außerdem die Umweltleitlinien, an denen wir unser Handeln ausrichten, sowie ein Programm, das Maßnahmen für erste Verbesserungen aufzeigt.

Unser Ziel als forschendes und lernendes Unternehmen ist es, die Auswirkungen unserer Aktivitäten auf die Umwelt kontinuierlich zu verringern und gleichzeitig innovative Lösungen für eine nachhaltige, digitale Zukunft zu entwickeln. Dabei können wir auf die Ideen unserer Mitarbeitenden vertrauen und als gut vernetzte, digitale Organisation auch auf die Anregungen bauen, die wir von Technologie- und Forschungspartnern, Zuliefer- und Dienstleistungsunternehmen sowie unseren Anwenderinnen erhalten: dafür ein herzliches Dankeschön.

Auf eine nachhaltigere Zukunft!



Dieter Kranzlmüller

Prof. Dr. Dieter Kranzlmüller



Helmut Reiser

Prof. Dr. Helmut Reiser



01

# DAS LRZ – DIGITALISIERUNGSPARTNER FÜR DIE WISSENSCHAFT

**Seit mehr als 60 Jahren bietet das Leibniz-Rechenzentrum IT-Infrastrukturen, Technologien sowie Dienstleistungen für die digitale Lehre von Universitäten und Forschungsinstitutionen sowie für flexibles Arbeiten. Außerdem erforscht das LRZ neue Informationstechnologien und die Energieeffizienz von Hoch- und Höchstleistungsrechnern.**

Kommunikationsnetze, Cloud-Lösungen, Hoch- und Höchstleistungsrechner: Das Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) ist ein eigenständig arbeitendes Institut der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (BAdW) und versorgt Hochschulen sowie wissenschaftliche Einrichtungen in Bayern seit 1962 mit innovativen IT-Dienstleistungen und mit Computer- sowie Kommunikationstechnik. Das LRZ betreibt das Münchener Wissenschaftsnetz (MWN) und bietet seinen Anwenderinnen neben Internetzugang und WLAN vielseitige Kommunikations- und Speicher-Services sowie Zugang zu Webservern, virtuellen Maschinen und in die Cloud.

Neben diesen IT-Services plant und betreibt das LRZ als Digitalisierungspartner für Forschung und Wissenschaft Hochleistungs- und Supercomputer für klassisches High Performance Computing (HPC) sowie für Anwendungen der Künstlichen Intelligenz (KI). Per Fernzugriff können Forschende außerdem mit innovativen Technologien wie Quantensystemen oder photonischen Prozessoren experimentieren und rechnen. Mit seinen Hoch- und Höchstleistungsrechnern sowie der Forschung zum energieeffizienten Betrieb hat sich das LRZ international einen Namen gemacht. Seit 25 Jahren ist es Teil des Höchstleistungsrechnens in Deutschland und gehört zum Gauss Centre für Supercomputing (GCS), dem Verbund der drei nationalen Höchstleistungsrechenzentren.

Das Zentrum für Virtuelle Realität und Visualisierung (V2C) des LRZ und seine Medientechnik sind gefragt, wenn Wissenschaftlerinnen Forschungs- und Simulationsergebnisse visualisieren oder in Virtuelle Realität (VR) umsetzen wollen. Im Quantum Integration Center (QIC) werden neueste Quantentechnologien evaluiert und für die Integration in die Supercomputer vorbereitet, um damit deren Arbeit zu beschleunigen. Andererseits gewinnen Wissenschaft und Forschung so weitere Methoden für Berechnungen und Datenverarbeitung.

#### **NACHHALTIGES MANAGEMENT VON IT-INFRASTRUKTUREN**

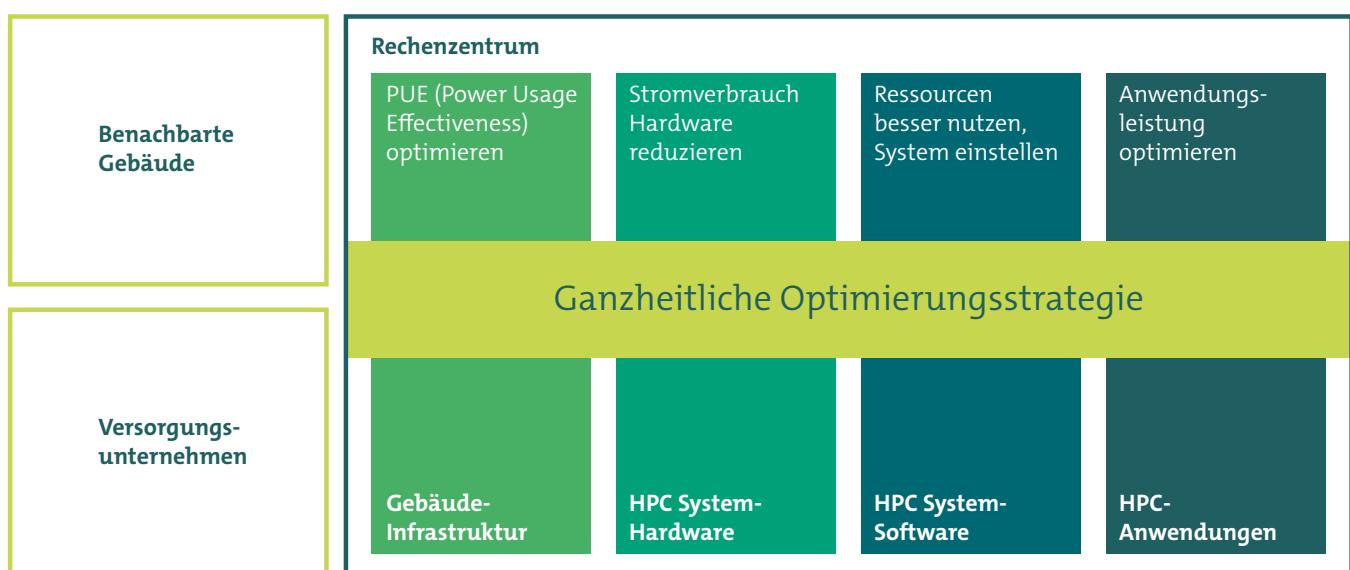
Im Bereich Future Computing ergründet das LRZ zusammen mit Anwenderrinnen den Nutzen innovativer Computer- und Digitaltechnologien für die Wissenschaft. Zu den eigenen Forschungsschwerpunkten gehört die Frage, wie IT energie-effizient funktioniert und wie die steigende Energieaufnahme von Computeranlagen gesenkt werden kann. Dabei verfolgt das LRZ einen ganzheitlichen Ansatz, der sich nicht nur auf die Optimierung von Hard- und Software konzentriert, sondern auch die Programmierung und Workloads mitdenkt, sowie das Gebäudemanagement und die Standortbedingungen der Maschinen mitbetrachtet.

Seit 2010 bringen das LRZ und seine Technologiepartner die Kühlung von Rechneranlagen mit warmem Wasser voran und haben damit internationale Standards gesetzt: Diese ersetzt die energieintensive Luftkühlung der Systeme und steigert die Power Usage Effectiveness (PUE), ein Maß zur Beurteilung der Energieeffizienz in Rechenzentren oder von einzelnen Computeranlagen. Durch ausgeklügelte Maßnahmen im Wasserkreislauf sowie durch Verbesserungen im laufenden Betrieb der Rechner erreicht das LRZ beim Supercomputer sowie bei den KI-Clustern – diese Systeme sind bereits komplett wassergekühlt – einen PUE-Wert von rund 1,05, das heißt, nur maximal fünf Prozent des aufgenommenen Stroms werden für die Kühlung aufgewendet. In Rechenzentren üblich sind heute PUE-Werte zwischen 1,6 und 3. Die Wasserkühlung macht außerdem die Abwärme der Höchstleistungsrechner nutzbar. Sie klimatisiert seit vielen Jahren die Bürogebäude des LRZ – und soll in Zukunft zur Heizung von Gebäuden in der Nachbarschaft verwendet werden. Die dazu notwendige Infrastruktur ist in Planung. Seit 2018 setzt das LRZ ausschließlich auf Strom aus erneuerbaren Energiequellen. Mit einer Photovoltaik-Anlage auf dem Dach, die gerade für den Betrieb vorbereitet wird, produziert das LRZ bald eigenen Strom.

#### ZUVERLÄSSIGER BETRIEB DES RECHENZENTRUMS

2006 ist das LRZ aus der Münchener Innenstadt auf den Forschungscampus Garching gezogen. Zum Rechenzentrum gehören zwei parallel gelegene Institutsgebäude mit insgesamt 10.300 Quadratmetern Nutzfläche. Im Osten werden diese Bauten durch einen Hörsaal-Trakt mit Schulungs- und Konferenzräumen verbunden. Neben den Büros sind hier das V2C mit

#### DAS 4-SÄULEN-MODELL – ENERGIEEFFIZIENZ AM LRZ



seinem VR-Labor platziert, bestehend aus LED-Leinwand und fünfseitiger Cave für VR-Anwendungen, sowie das QIC mit seinen zusätzlich gesicherten Arbeitsräumen und Laboren zur Erkundung von Quantentechnologien.

Im Westen werden die Gebäude durch das Rechnergebäude begrenzt. Dieses bietet in seinem Inneren auf fünf Stockwerken rund 3200 Quadratmeter Stellfläche für Hoch- und Höchstleistungsrechner, Server und Speicherbibliotheken. Um diese herum sortiert sich auf 6400 Quadratmetern die Infrastruktur zum Betrieb dieser Technik, so zum Beispiel die Energieversorgung, die Kälte- und Wärmetechnik, die Wasser- aufbereitung sowie Löschanlagen mit Argon-Gas bzw. Hochdruckwassernebel.

Für Zuverlässigkeit und Sicherheit baut das LRZ seine IT-Technik redundant und mit bis zu drei Komponenten an verschiedenen Standorten in Garching und Martinsried auf: Fällt ein Gerät aus, übernehmen die anderen die Aufgaben. Dem entsprechend sichert das LRZ die gespeicherten Informationen in gegenseitiger Hilfe mit Partnerrechenzentren am Forschungscampus und in Erlangen. Nach einem potenziellen Ausfall könnten über schnelle Datenleitungen die dort archivierten Backups wieder zu den eigenen Systemen transferiert und so Informationen bereitgestellt werden. Auch das Münchner Wissenschaftsnetz (MWN), das alle Forschenden im Großraum München mit dem LRZ und dem Internet verbindet, ist hochredundant und resilient ausgelegt.

Um die Servicequalität stetig zu erhöhen und seine eigene Innovationskraft zu steigern, lässt das LRZ seine Dienstleistungen seit 2019 zertifizieren. Externe Prüfinstanzen bewerten die Prozesse zum Betrieb des Rechenzentrums und insbesondere zur Bereitstellung seiner Dienstleistungen regelmäßig nach internationalen Normen in den Disziplinen IT-Servicemanagement (ISO/IEC 20000) und Informationssicherheit (ISO/IEC 27001). Sie lobten ein „ausgereiftes, strukturiertes und kontinuierlich weiterentwickeltes Integriertes Management-System“. Am LRZ stehen Umwelt- und Klimaschutz sowie ein energie-effizienter Betrieb schon lange auf der Agenda, mit der EMAS-Validierung gewinnen diese Themen weiter an Relevanz und durch die Bewertung von externen Stellen an Verbindlichkeit für Management und Alltag.

## LEISTUNG BASIERT AUF ENGAGEMENT UND IDEEN

Zum Stichtag 30. Juni 2025 beschäftigt das LRZ 326 Menschen aus 52 Nationen: Großes Anliegen des LRZ ist, Begriffe wie Vielfalt, Flexibilität und Familienfreundlichkeit im Alltag mit Leben zu füllen. Das Wissen, die Erfahrungen und Perspektiven seiner Mitarbeitenden helfen, die IT-Dienstleistungen des LRZ für unterschiedlichste Anwendungsgruppen zu optimieren, außerdem schaffen sie mit ihren Ideen pragmatische und innovative Lösungsansätze für aktuelle und künftige Herausforderungen. Das LRZ bekennt sich außerdem zur Charta der Vielfalt, die die BAdW gezeichnet hat, kooperiert mit dem Familienpakt Bayern und bringt intern Fragen der Inklusion und Vielfalt mit einem eigenen Diversity-Team und Schulungen voran. Home Office, digitale Zeiterfassung und eine ergebnisorientierte Führung fördern flexible Arbeitszeiten und Familienfreundlichkeit.

Um vor allem wissenschaftliche Perspektiven und die Bedürfnisse potenzieller Anwenderinnen einzubinden, wird das LRZ seit seiner Gründung außerdem von einem wissenschaftlichen Beirat begleitet, der sich aus 33 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der Münchner und weiteren Hochschulen sowie der BAdW zusammensetzt. Von diesem gewinnt das LRZ wertvolle Impulse zur Erweiterung und Optimierung seines Dienstleistungs-Portfolios, aber auch für die Teilnahme an Forschungs- und Entwicklungsprojekten. Seit 2024 diskutiert der Expertenrat aus drei Wirtschaftsvertretern mit dem LRZ-Direktorium und der LRZ-Leitung Trends in IT und für die Digitalisierung sowie die Anforderungen an die IT-Spezialistinnen der Zukunft: Themen, die in die Gestaltung der Dienstleistungen ebenso einfließen wie in das Schulungsprogramm des LRZ und seiner Partner.

## EFFIZIENT SPARSAM: ENERGIEMANAGEMENT AM LRZ

Energieeffizienz und Nachhaltigkeit entsteht im LRZ durch Teamarbeit und fast in allen Bereichen. Dafür werden neue Technologien erkundet, aber auch IT und Gebäudetechnik laufend verbessert.

Rechenzentren ermöglichen Digitalisierung, Kommunikation, Automatisierung. Das LRZ bringt Wissenschaft in die Lage, computergestützt Forschungsergebnisse zu verarbeiten – zum Beispiel auch über die Auswirkungen des Klimawandels auf die Natur. Dem steht der rasant steigende Energieverbrauch von Rechen-

zentren gegenüber. Laut IT-Verband Bitkom benötigten Deutschlands Rechenzentren 2023 knapp 18 Terawattstunden Strom – fast doppelt so viel wie 2010. Bis 2030 dürfte dieser Bedarf bei 30 Terrawattstunden liegen.

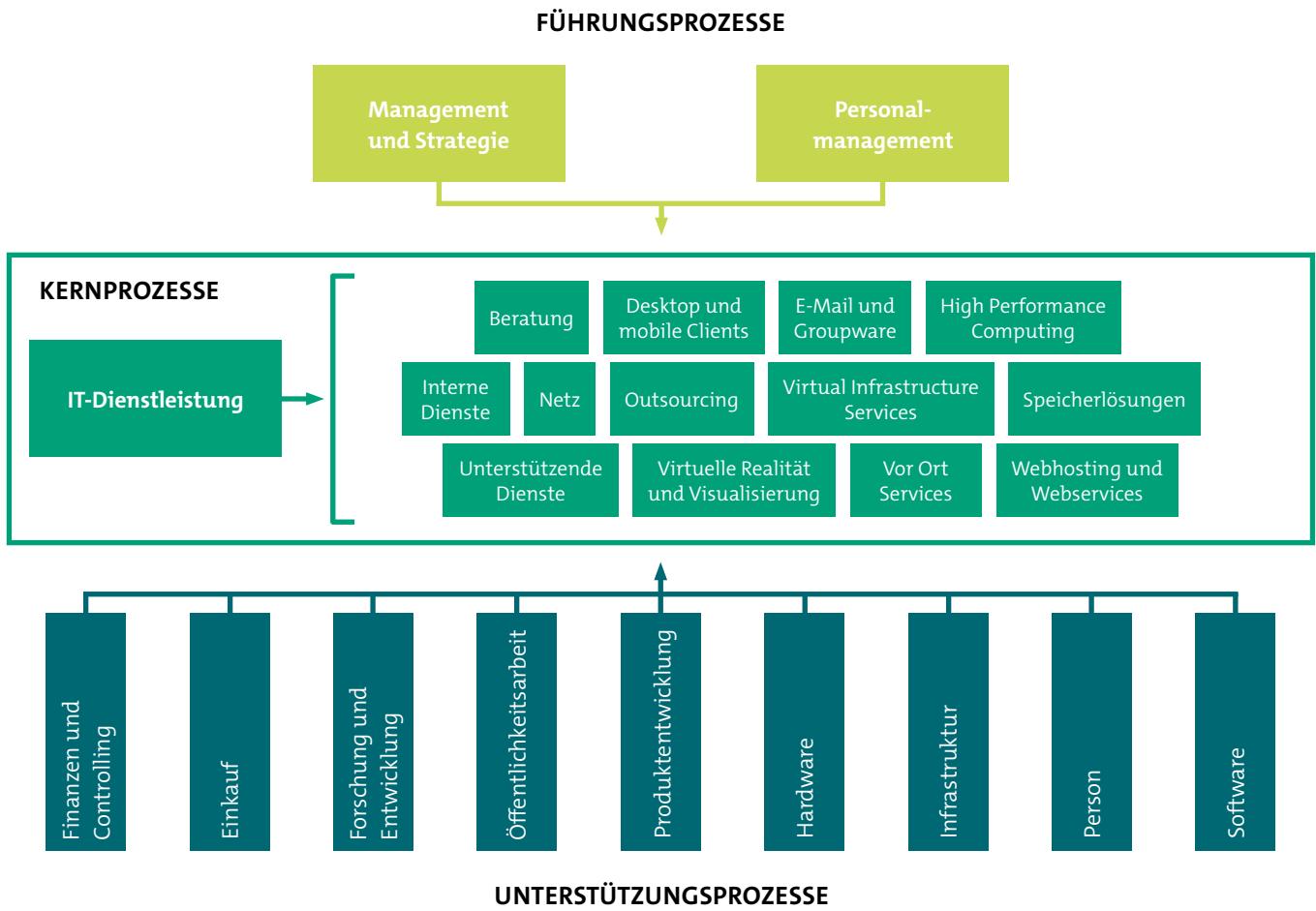
Nicht erst Künstliche Intelligenz (KI) treibt den Energiebedarf von Rechenzentren, in der Vergangenheit stieg er durch den Hunger nach mehr Rechenkraft und Speicherplatz. Seit seiner Gründung verzehnfachte sich etwa alle vier Jahre die Rechenkraft der Höchstleistungssysteme am LRZ, die Speichermenge verdoppelte sich in gut einem Jahr: Eine Entwicklung, die das LRZ anspornt, in eigener Sache zu forschen und Lösungen zu entwickeln. Wichtigste Erkenntnis: Effizienz entsteht in der Teamarbeit des Gebäudemanagement mit den Spezialistinnen für High-Performance Computing (HPC) und für Datenspeicher sowie mit Forschenden (s. Grafik S. 10).

Das LRZ setzt außerdem für den Betrieb ausschließlich auf Energie aus erneuerbaren Quellen und steuert den Bedarf von Servern und Prozessoren durch die

Senkung der Taktfrequenzen. Server sowie Hoch- und Höchstleistungsrechner laufen meistens im Energiesparmodus, nur für rechenintensive Prozesse wird die Taktfrequenz erhöht. Ausgerüstet mit Millionen von Sensoren liefern die Systeme wertvolle Daten zur Ausführung von Anwendungen sowie zum Datentransfer zwischen Komponenten. Optimierung in der Programmierung reduziert dabei den Energieaufwand. Diese wertvollen Erfahrungen setzt das LRZ nicht nur für die Anwendungsunterstützung ein, sondern verbreitet sie in Schulungen und Trainings auch unter Forschenden.

Die höchsten Einsparungen von Strom wurden durch die Kühlung mit Wasser erreicht, die das LRZ mit seinen Technologiepartnern IBM, Intel und Lenovo entwickelte und stetig verbesserte. Heute durchfließt etwa 45 Grad heißes Wasser die Racks von Hoch- und Höchstleistungscomputern sowie ersten KI-Systemen und wird durch deren Abwärme auf maximal 55 Grad erhitzt und zur Abkühlung über das Dach des LRZ geführt. Auch die technischen Verbesserungen in der





Kühlinfrastruktur verbesserten Effizienz und Umweltschutz: Durch Umbauten der Kühltürme, in denen das Kühlwasser zur IT-Infrastruktur fließt, kann auf Glykol als Frostschutzmittel verzichtet werden. Damit entfällt die Gefahr, dass der wassergefährdende Stoff bei einer Leckage einen nahegelegenen Bach verschmutzen könnte; durch die besseren physikalischen Eigenschaften von Wasser gegenüber Glykol führte diese Maßnahme außerdem zu einer hohen Energieeinsparung.

Das Anheben der Kaltwasservorlauftemperatur auf 16 Grad Celsius bringt mehr Effizienz in den Betrieb der Kältemaschinen, weil dadurch der Unterschied zwischen aufgenommener und abgegebener Temperatur sinkt. Beim Übertragen von Wärme muss folglich weniger Energie aufgewendet werden. Das Verfahren begünstigt darüber hinaus die freie Kühlung, die auch

bei höheren Außentemperaturen möglich ist. Diese Maßnahme bringt Stromersparnis: Liefen die energieintensiven Kältemaschinen bei der früheren Vorlauftemperatur von 14 Grad Celsius rund 4.600 Stunden im Jahr, werden sie jetzt nur noch etwa 2.500 Stunden gebraucht.

Nicht zuletzt kann durch Zusammenführung der Kaltwassernetze und durch die Entfernung der hydraulischen Weichen bei den Turbokältemaschinen die volle Kühlleistung ans Kaltwassernetz übertragen werden. Das macht die diversen Volumenströme von Kälteerzeuger- und Verbraucherkreisläufen besser steuerbar, folglich sind die Kältemaschinen besser ausgelastet. Und so kann heute im Betrieb auf die Arbeit einer der Turbokältemaschinen ganz verzichtet werden.



02

## UNSERE UMWELTLEITLINIE

## Als nationales Höchstleistungsrechenzentrum und Betreiber von hochmodernen IT-Infrastrukturen sind wir uns unserer gesellschaftlichen Verantwortung bewusst und tragen aktiv zum Schutz von Umwelt und Klima bei.

### PRÄAMBEL

Wir verpflichten uns, unsere Prozesse und Infrastrukturen nachhaltig, ressourcen-schonend und im Einklang mit geltendem Arbeits- und Umweltrecht sowie weiteren bindenden Verpflichtungen zu gestalten. Unser Ziel ist es, die Auswirkungen unserer Tätigkeiten auf die Umwelt kontinuierlich zu verringern und gleichzeitig innovative Lösungen für eine nachhaltige digitale Zukunft zu entwickeln.

### NACHHALTIGKEIT & RESSOURCENVERBRAUCH

Wir sind bestrebt, unsere Anstrengungen in den Bereichen Umweltschutz und Nachhaltigkeit stetig zu verbessern und treffen daher folgende Maßnahmen:

- Wir verpflichten uns, Umweltbelastungen auf ein Minimum zu reduzieren, sie – wo möglich – zu vermeiden oder zu beseitigen.
- Bei der Beschaffung und dem Betrieb – insbesondere von Hochleistungsrechnern und Kälteanlagen – berücksichtigen wir Umwelt- und Energieeffizienzgesichtspunkte.
- Bevor wir Elektro- und Informationstechnik entsorgen, prüfen wir eingehend, ob diese wiederverwendet werden kann und/oder wir sie gemeinnützigen, staatlichen oder öffentlichen Einrichtungen zur Verfügung stellen können. Sonst stellen wir eine ordnungsgemäße Entsorgung sicher.
- Wir arbeiten fortlaufend an der Energieeffizienz des Rechenzentrums und setzen hier einen eigenen Forschungsschwerpunkt.
- Wir überwachen kontinuierlich die Abwärme, die durch die Tätigkeiten des LRZ entsteht und schaffen zudem mit Partnern Möglichkeiten, die Abwärme über die Grenzen des LRZ hinaus nachhaltig zu nutzen.
- Ressourcen wie Wasser, Rohstoffe und Flächen nutzen wir sparsam und effizient.
- Die dem LRZ zur Verfügung stehenden Grünflächen pflegen und gestalten wir nachhaltig, so dass sie die biologische Vielfalt fördern und Lebensräume für Pflanzen und Tiere schaffen.

### SENSIBILISIERUNG UND BEFÄHIGUNG VON BESCHÄFTIGTEN

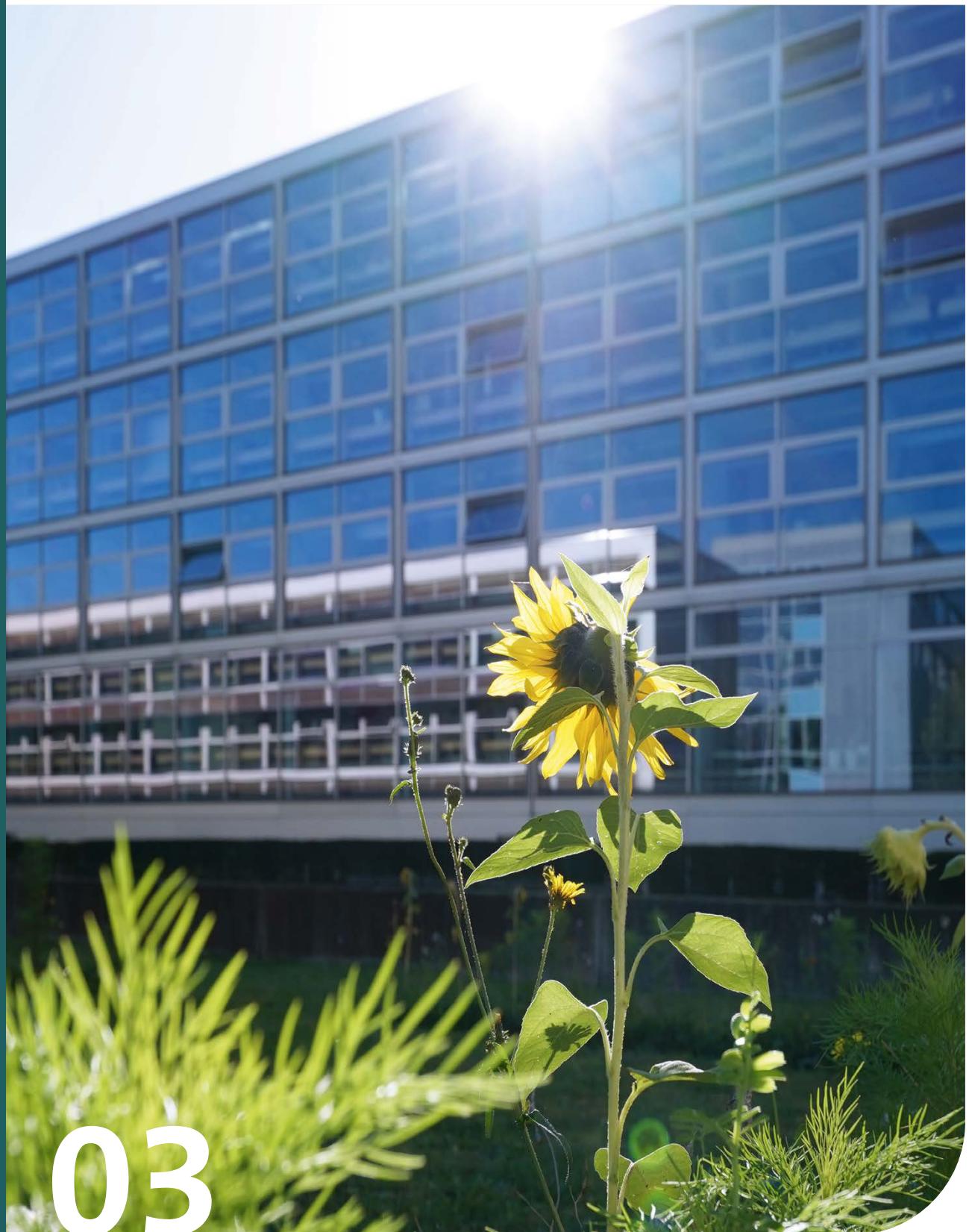
Unsere ehrgeizigen Ziele erreichen wir nur, wenn alle Beschäftigten mit an diesem Strang ziehen. Daher ist die Sensibilisierung und Befähigung unserer Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern zentral:

- Wir informieren unsere Mitarbeitenden regelmäßig über die Umweltstrategie, sowie die Ziele und Maßnahmen des Hauses und beziehen sie aktiv in die Bewertung, Planung und Umsetzung von umweltrelevanten Maßnahmen ein.
- Umwelt- und Klimaschutz integrieren wir als feste Bestandteile in die interne Kommunikation, um so Bewusstsein und Verantwortung auf allen Ebenen zu stärken.
- Durch Schulungen, Informationskampagnen und interne Veranstaltungen sensibilisieren wir die Beschäftigten für Umweltfragen und motivieren sie zu nachhaltigem Handeln.

### UMWELTERKLÄRUNG UND FORTLAUFENDE VERBESSERUNG

Nachhaltigkeit, Klima- und Umweltschutz genießen am LRZ seit vielen Jahren einen hohen Stellenwert. Wir sind bestrebt, unseren eigenen Ansprüchen auch künftig gerecht zu werden und unsere Maßnahmen stetig zu optimieren.

- Wir überprüfen unser Umweltmanagementsystem regelmäßig und arbeiten fortlaufend an Verbesserungen, um die Umweltleistung des LRZ dauerhaft zu steigern.
- In einem offenen und transparenten Dialog informieren wir unsere Stakeholder über umweltrelevante Tätigkeiten und deren Auswirkungen. Dies geschieht insbesondere durch die Veröffentlichung einer Umwelterklärung die für alle interessierten Parteien zu Verfügung steht.



03

## UMWELTMANAGEMENT AM LRZ

## **Anspruchsvolle Ziele, klare Verantwortlichkeiten und eine umfassende Dokumentation: Das sind die Grundlagen für den Aufbau eines nachhaltigen Umweltmanagementsystems am LRZ, das Orientierung und Transparenz schafft.**

„Wir verpflichten uns, unsere Prozesse und Infrastrukturen nachhaltig, ressourcen-schonend und im Einklang mit geltendem Arbeits- und Umweltrecht sowie weiteren bindenden Verpflichtungen zu gestalten“, heißt es in unserer Umweltleitlinie. Als Vorbereitung zur Einführung des Eco-Management and Audit Scheme (EMAS) hat die Leitung des LRZ diese stellvertretend für die gesamte Organisation verabschiedet. Damit wurden die darin formulierten Ziele, Regeln und Handlungsschwerpunkte für eine nachhaltige Entwicklung verbindlich für das LRZ.

Mit der Umweltleitlinie, der Bestellung von Verantwortlichen, dem Aufbau eines Managementsystems samt Dokumentation, Abläufen und weiteren Nachweisen professionalisiert das LRZ seine bisherigen Werkzeuge zum Umwelt- und Klimaschutz. Durch das EMAS werden diese Bemühungen nun in allen Bereichen transparent, messbar, überprüfbar und optimierbar. Außerdem setzt das LRZ damit Forderungen aus dem Energieeffizienzgesetz um, das im November 2023 in Kraft trat und Rechenzentren verpflichtet, die Energieeffizienz zu steigern und sich stärker für den Schutz von Umwelt und Klima zu engagieren.

### **3.1. PLANUNG UND ANWENDUNGSBEREICH**

Ausgangspunkt für den Aufbau eines Umweltmanagementsystems nach EMAS war eine erste Umweltprüfung des LRZ Ende 2024/Anfang 2025. Dabei ging es um einen ganzheitlichen Blick auf das Rechenzentrum, seine Aufgaben, Angebote, Partnerschaften und Verpflichtungen (Ist-Zustand) und wie diese auf die Umwelt wirken (Ecomapping). Betrachtet wurde das LRZ außerdem in seinem gesellschaftlichen Netzwerk sowie den internen und externen relevanten Themen die sich auf das Umweltmanagement auswirken können. (Kontext- und Stakeholder-Analyse): Ansprüche von Mitarbeitenden, Anwenderinnen, von Politik und Legislative und weiteren Interessensgruppen beeinflussen Strategien und Aktivitäten ebenso von außen wie Naturphänomene (etwa Hitzewellen, Hochwasser) und Klimawandel. Mit den Erkenntnissen aus dieser ersten Prüfung konnte der Aufwand des EMAS geschätzt und verbindliche Organisationsstrukturen sowie personelle Verantwortlichkeiten für das Umweltmanagementsystem definiert und eingerichtet werden.

Ein Ecomapping erleichtert den Einstieg ins Umweltmanagement und fördert außerdem die Beteiligung von Mitarbeitenden, weil dafür aus allen Arbeitsbereichen Informationen zum Ist-Zustand des LRZ zusammengetragen werden.

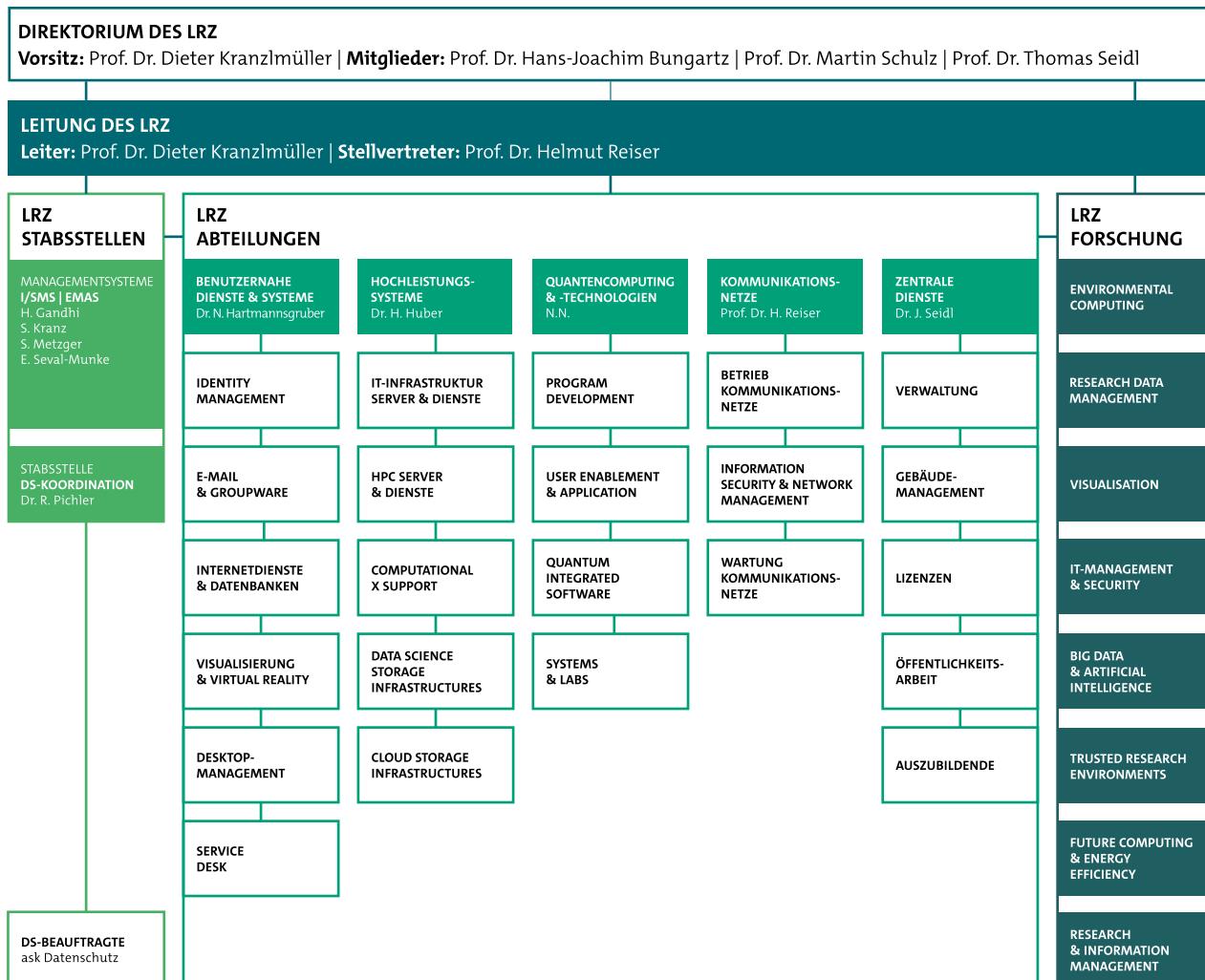
Diese Bestandsaufnahme von Umweltbelastungen durch die Tätigkeiten des LRZ in Bereichen wie Wasser, Emissionen, Abfall führte zu ersten strategischen Entscheidungen und Aufgaben: etwa die Verbesserung der Arbeitssicherheit oder die Minderung des Abfallaufkommens. Eine Bewertung der Umweltauswirkungen flossen wiederum ins Umweltprogramm ein, das sich ebenfalls in diesem Bericht findet (Kapitel 6).

Das Umweltmanagement nach EMAS wird am LRZ-Standort, Boltzmannstr. 1, 85748 Garching eingesetzt. Das Rechenzentrum verwaltet hier

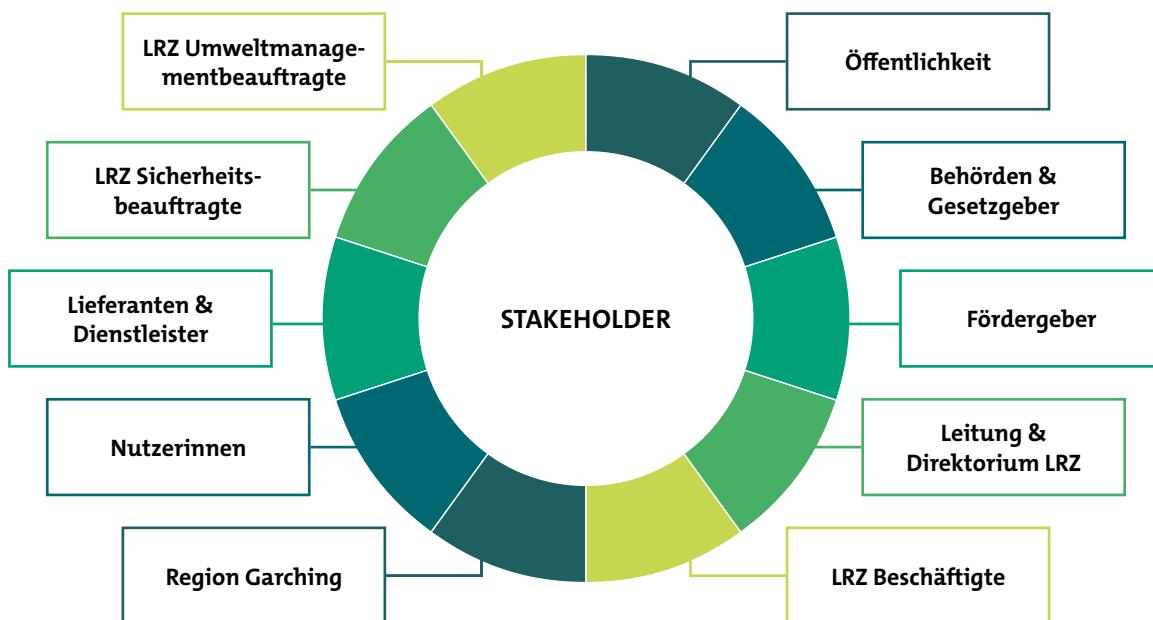
als Dienststelle den Grundbesitz, während das staatliche Bauamt München 2 rechtlich für den Bauunterhalt verantwortlich zeichnet. Das Umweltmanagementsystem erfasst alle Einrichtungen und Tätigkeiten für den Betrieb des Rechenzentrums sowie für die Dienstleistungen, die das LRZ Forschungsinstituten anbietet. Es wird in allen Arbeits- und Fachabteilungen realisiert, wie das Organigramm unten verdeutlicht.

Das LRZ steht außerdem nicht für sich: Als öffentlich finanziertes, akademisches Rechenzentrum, als IT-Dienstleister und Arbeitgeber

## UNSER ORGANIGRAMM



ist es vielmehr Teil eines vielschichtigen Beziehungsgeflechts (s. Grafik unten), das von Erwartungen und Forderungen von der Öffentlichkeit, von Technologiepartnern und anderen Interessensgruppen geprägt wird. Auch sie können im Sinne eines wirkungsvollen Umweltmanagements angesprochen und sogar in Entscheidungen miteinbezogen werden.



### 3.2. STRUKTUREN UND VERANTWORTLICHKEITEN

Nachhaltigkeit und Umweltschutz sind im LRZ nicht nur eine Strategie, sondern werden von allen Beteiligten – Leitung, Führungskräften und Mitarbeitenden – und in allen Arbeitsbereichen durch Ideen und praktische Lösungen realisiert. Effizienz und Flexibilität werden im Management des LRZ seit jeher großgeschrieben, deshalb sind die für das EMAS geschaffenen Strukturen transparent und funktional: Zunächst wurden die beiden Umweltmanagementbeauftragten Sophia Kranz und Hiren Gandhi bestellt. Sie berichten direkt an die LRZ-Leitung, sind aber dem Gebäudemanagement zugeordnet, einer Unterabteilung der Zentralen Dienste, die für Verwaltungsaufgaben verantwortlich sind (s. Organigramm links): Hier sammeln sich nicht nur viele Aufgaben, die von hoher Bedeutung sind für das Umweltmanagement und im Rahmen von EMAS bewertet werden. Hier entstehen außerdem viele technische Voraussetzungen für den energieeffizienten Betrieb der Hochleistungsrechner, der Speicher- und Kommunikationstechnik. Damit sind die Umweltmanagementbeauftragten gut in der Organisation positioniert, um die Umweltleistung nachhaltig zu verbessern.

Das LRZ gliedert seine Prozesse auf drei Ebenen (s. Grafik Kapitel 1, S. 13): Management, Strategie und Personalplanung wirken auf die notwendigen

Abläufe für IT-Dienstleistungen ein. Diese wiederum werden von verschiedenen Abteilungen und Fachbereichen wie Verwaltung, Einkauf, Controlling oder Forschung unterstützt. Steter Austausch zwischen diesen drei Ebenen sorgt dafür, dass Ideen und Vorschläge von Mitarbeitenden die Leitung erreichen und umgekehrt strategische Entscheidungen die Teams. In das Organigramm und die Führungsprozesse fügt sich nun das Umweltmanagement ein: Die LRZ-Leitung ist verantwortlich für Managemententscheidungen und entwickelt in Zusammenarbeit mit Fachabteilungen und den Umweltmanagementbeauftragten Ziele und Strategien zur Nachhaltigkeit. Die beiden Umweltmanagementbeauftragten

- sorgen für die Implementierung und Aufrechterhaltung des EMAS. Sie integrieren dabei bestehende Management-Systeme (I/SMS) und kooperieren mit deren Verantwortlichen,
- bewerten die Leistungen des EMAS,
- kontrollieren und beurteilen die Tätigkeiten des LRZ unter Umweltaspekten, wirken auf eine Verringerung der Umweltauswirkungen hin und damit auf die stete Optimierung des Umweltschutzes am LRZ,
- berichten an die Leitung und schlagen Verbesserungen im Umweltmanagement vor,
- koordinieren und begleiten regelmäßige interne und externe Audits,
- besorgen die Dokumentation für das EMAS und überarbeiten das Umweltmanagementsystem kontinuierlich,
- schulen und informieren die Mitarbeitenden über das EMAS sowie betrieblichen Umweltschutz und fördern so das Umweltbewusstsein im LRZ,
- stellen Informationen über den betrieblichen Umweltschutz für die Öffentlichkeit bereit.

So werden alle Beschäftigten in das Umweltmanagement eingebunden, um Prozesse und Infrastrukturen nachhaltig zu gestalten. Das Umweltbewusstsein ist am LRZ generell sehr hoch. Viele Lösungen zum Schutz der Umwelt oder zur Senkung des Stromverbrauchs wurden in der Vergangenheit aus den Reihen der Mitarbeitenden vorgeschlagen. Für 2026 ist daher die Einrichtung eines Umwelt-Teams aus Freiwilligen eingeplant, die gerne die Umweltmanagementbeauftragten freiwillig unterstützen würden.

### **3.3. VORSCHRIFTEN UND GESETZE**

Die erste Umweltprüfung betrachtete darüber hinaus auch die rechtlichen Pflichten und Vorschriften, die das LRZ einhalten muss. Sie nehmen ebenfalls Einfluss auf das Umweltmanagement und werden außerdem im EMAS dokumentiert. Aufträge für Umweltschutz und Nachhaltigkeit ergeben sich für das LRZ aus dem Umweltrecht der EU, des Bundes sowie des Freistaates Bayerns und der Gemeinde Garching. In einem Rechtskataster listet das LRZ alle relevanten Gesetze und geforderten Nachweise auf. Zu den Aufgaben der Umweltmanagementbeauftragten gehört auch die Beobachtung der Rechtslage, die Prüfung neuer oder veränderter Vorgaben, um daraus Handlungsbedarf am LRZ abzuleiten sowie Leitung, Führungskräfte und Mitarbeitende darüber zu informieren.

Neben Arbeitsschutz sind die folgenden Gesetze von besonderer Relevanz für das LRZ:

- das Energieeffizienzgesetz,
- die 42. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes,
- die F-Gase Verordnung,
- die Gefahrstoffverordnung,
- die Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen,
- die Gewerbeabfallverordnung,
- das Kreislaufwirtschaftsgesetz.

Das LRZ orientiert sich außerdem am Referenzdokument für den Sektor Telekommunikationsdienste und Informations- und Kommunikationstechnologiedienste (IKT-Dienste): Dieses empfiehlt Rechenzentren bewährte Managementpraktiken, Indikatoren und Richtwerte für einen zuverlässigen und nachhaltigen Betrieb sowie zur ressourcenschonenden Erbringung von IT-Dienstleistungen.

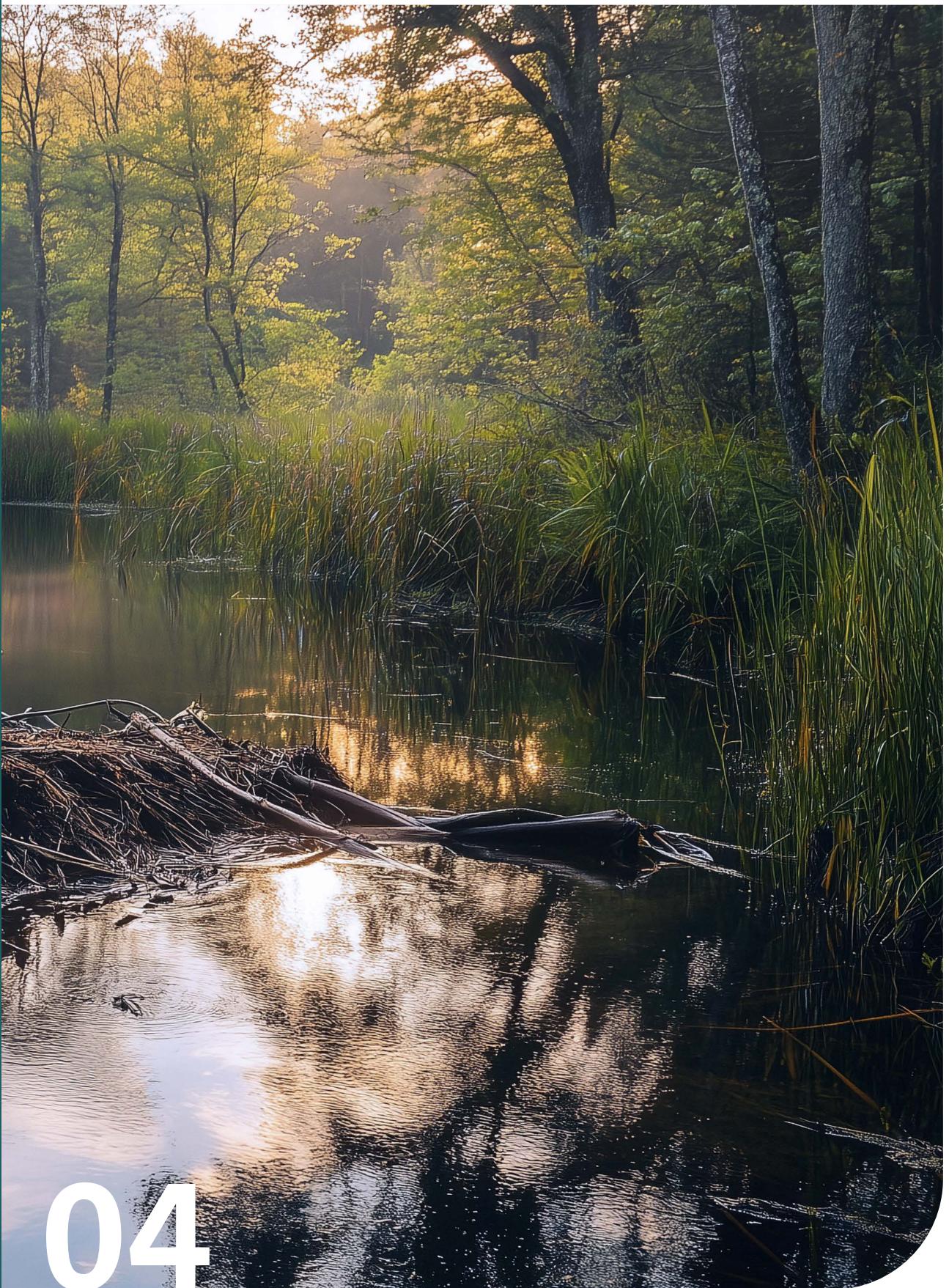
### 3.4. DOKUMENTATION UND BERICHT

Wichtiger Bestandteil des Umweltmanagementsystems nach EMAS ist die Umwelterklärung, die jedes Jahr und erstmals 2025 die Umweltleistungen des LRZ zum Schutz von Umwelt und Klima sowie zum effizienten Einsatz von Energie kommuniziert und in seinem Umweltprogramm Möglichkeiten zur Reduzierung der Umweltauswirkungen aufzeigt. Sie basiert auf einer internen Dokumentation, die die Umweltmanagementbeauftragten führen und fortschreiben. Diese nutzt dieselben Techniken wie die Managementsysteme zur Informationssicherheit (ISO/IEC 27001) und für IT-Service Management (ISO/EC 20000) und sorgt so LRZ-intern für Synergien.

Die Dokumentation für das EMAS beinhaltet alle geforderten Informationen zum Umweltmanagement am LRZ, seinen Instrumenten sowie die Auswirkungen seiner Entscheidungen und deren Entwicklung. Außerdem finden sich hier die Grundlagen des Umweltmanagementsystems. Sie beschreibt außerdem den Status und den Grad der Nachhaltigkeit, die

das LRZ im Betriebsalltag erreicht. Der größte Vorteil dieser Online-Dokumentation ist Transparenz: Alle Mitarbeitenden können sich jederzeit über den aktuellen Stand des Umweltmanagements sowie über aktuelle Aufgaben und Maßnahmen informieren; die Umwelterklärung, die auf dieser Grundlage erstellt wird, zeichnet ein Bild von nachhaltigen Arbeitsweisen am LRZ auch für Stakeholder und andere Interessensgruppen.





04

## UMWELTASPEKTE

**Durch seine Tätigkeiten und Aufgaben nimmt das LRZ Einfluss auf Natur, Tier- und Pflanzenwelt sowie Menschen. Im EMAS-Kontext wird Alles, was Auswirkungen auf die Umwelt hat oder haben kann, auch "Umweltaspekte" genannt. Diese trugen die Verantwortlichen mit den Fach- und Führungskräften des LRZ während der ersten Umweltprüfung zusammen. Ihre Bewertung bildet die Basis für das Umweltprogramm, das Ziele und Maßnahmen auflistet, um die Umweltleistung zu verbessern.**

Für die Umweltaspekte des LRZ wurden mit Hilfe eines mehrstufigen Bewertungssystems die Handlungsrelevanz und Einflussmöglichkeit festgestellt. Dabei werden einerseits die quantitative Bedeutung, die zukünftige Entwicklung sowie das dadurch entstehende Gefährdungspotenzial beurteilt. Außerdem wird geprüft, ob das LRZ diese Belastungen kurz-, mittel- oder langfristig beeinflussen kann. Diese Beurteilung wurde mit Buchstaben gekennzeichnet, die für Folgendes stehen:

- A = hoher Handlungsbedarf
- B = durchschnittlicher Handlungsbedarf
- C = geringer Handlungsbedarf.

Mit den Ziffern wird darüber hinaus aufgezeigt, in welchem Zeitraum das LRZ Umweltschutz realisieren kann und wie hoch dabei seine eigenen Einflussmöglichkeiten sind. Dabei steht

- I für sehr schnelle Verbesserungsmöglichkeiten im eigenen Einflussbereich von bis zu einem Jahr,
- II für mittelfristige Maßnahmen bis zu sechs Jahren,
- III wiederum für langfristige Pläne oder für eine höhere Abhängigkeit des LRZ von Entscheidungen Dritter.

So wird der Umweltaspekt Abfall mit BI bewertet: Er gehört zu den zentralen Aufgaben des Gebäudemanagements, hat einen durchschnittlichen Handlungsbedarf (B), und weil das LRZ selbst Einfluss auf die Entsorgung nehmen kann (I), können auch kurzfristig Maßnahmen für ein nachhaltiges Abfallmanagement umgesetzt werden. Im Zusammenhang mit dem Einsatz von Gefahrstoffen sind Maßnahmen zur Notfallvorsorge und Gefahrenabwehr mit AI – höchste Handlungsrelevanz und hohe Einflussmöglichkeit – beurteilt.

Mit Hilfe dieses mehrstufigen Bewertungsverfahren werden bestimmte Auswirkungen auf die Umwelt auf Grund ihrer Bedeutung priorisiert und dafür Ziele und Maßnahmen fürs Umweltprogramm erstellt. Weil diese

direkten Umweltaspekte von hoher Bedeutung für die Planung von Schutz- oder Gegenmaßnahmen sind, werden im EMAS diejenigen Auswirkungen vorrangig behandelt, die mit A1, A2 und B1 eingestuft wurden. Indirekte Umweltaspekte wie etwa die Beschaffung sind indes oft von Entscheidungen Dritter geprägt und würden nach diesem Schema gewöhnlich mit III klassifiziert. Sie fielen folglich aus der Liste. Das LRZ misst jedoch gerade der Beschaffung hohe Handlungsrelevanz, also A, zu und führt diesen Aspekt daher weiterhin in der Liste der bedeutenden Umweltaspekte.

Alle Umweltaspekte, die als bedeutend klassifiziert wurden, treten in der Abteilung Zentrale Dienste (ZD) auf, zu der das Gebäudemanagement (GM) gehört. Lärm ist außerdem wichtiges Thema im Rechnergebäude, insbesondere in der Nähe der Hoch- und Höchstleistungs-Systeme. Daher ist auch die Abteilung Hochleistungssysteme (HLS) gefordert, Lösungen für Arbeitsschutz und Umwelt zu entwickeln.

## UMWELTRELEVANZ

Quantitative Bedeutung	Prognostizierte zukünftige Entwicklung	Gefährdungspotenzial		
		hoch	durchschnittlich	gering
hoch	zunehmend	A	A	B
	stagnierend	A	B	B
	abnehmend	B	B	B
durchschnittlich	zunehmend	A	B	B
	stagnierend	B	C	C
	abnehmend	B	C	C
gering	zunehmend	B	B	B
	stagnierend	B	C	C
	abnehmend	B	C	C

## EINFLUSSMÖGLICHKEIT

I	Auch <b>kurzfristig</b> (Realisierbarkeit bis zu etwa einem Jahr) ist ein relativ großes Steuerungspotenzial vorhanden.
II	Der Umweltaspekt ist nachhaltig zu steuern, jedoch erst <b>mittel- bis langfristig</b> (realisierbar bis in etwa sechs Jahren)
III	Steuerungsmöglichkeiten sind für diesen Umweltaspekt nicht, nur <b>sehr langfristig</b> oder nur in Abhängigkeit von Entscheidungen Dritter gegeben.

**BESCHREIBUNG DER BEDEUTENDEN UMWELTASPEKTE**

<b>UMWELTASPEKT</b>	<b>UMWELTAUSWIRKUNG</b>	<b>BESCHREIBUNG</b>
Notfallvorsorge und Gefahrenabwehr <b>AI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kontamination des Bodens</li> <li>Schädigung der Umwelt durch Gefahrstoffe, Gefahrgut, Brandereignisse</li> </ul>	Das LRZ setzt Gefahrstoffe ein und beeinflusst durch seine Aktivitäten die unmittelbare Umgebung und Menschen. Deshalb müssen Pläne mit entsprechender Schutzwirkung vorhanden sein, um Auswirkungen zu vermeiden.
Abwärme <b>All</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einfluss auf das lokale Klima</li> <li>Vermeidung der Erschöpfung nicht erneuerbarer Ressourcen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Der Energiebedarf für den Betrieb von Hochleistungssystemen ist sehr hoch;</li> <li>die dabei entstehende Wärme wird bislang überwiegend an die Luft abgegeben</li> <li>Die Umgebung des LRZ – Luft und Nutzfläche – werden dadurch aufgeheizt</li> </ul>
Abfall (nicht gefährlich) <b>BI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siedlungsabfälle, Verpackungen, Metalle, Hölzer, Schrott etc.</li> <li>Erschöpfung natürlicher Ressourcen sowie Luftverschmutzung durch Verbrennung des Mülls</li> <li>Emissionen durch die Entsorgung</li> </ul>	Durch die Tätigkeiten des LRZ entstehen Abfälle, u. a. in Form von Verpackungsmaterial oder Elektronikschrott
Nutzung und Vermeidung der Kontamination von Böden <b>BI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Versiegelung von Flächen</li> <li>Nicht sachgerechte Entsorgung / Behandlung von (gefährlichen) Abfällen können zur Kontamination der Böden führen und die Umwelt schädigen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flächennutzung des LRZ mit Versiegelung</li> <li>Reduktion naturnaher Flächen</li> <li>Rechenzentren setzen Gefahrstoffe ein, die bei nicht sachgeretem Umgang eine Gefahr für Mensch und Umwelt darstellen</li> </ul>
Rechtsvorschriften und zulässige Grenzwerte in Genehmigungen <b>BI</b>	Einhalten von Umwelt- sowie Arbeitsschutzzvorschriften zur Vermeidung von Umwelt- und Personenschäden u.a. 42. BlmSchV, F-Gase-VO, BetrSichV, GefStoffV etc.	Das LRZ muss alle identifizierten Rechtsvorschriften einhalten
Lokales Phänomen Lärm <b>BI</b>	Gesundheitsbelastung durch Lärm für Mitarbeitende, externe Dienstleister und Besucher	Grundlage der IT-Dienstleistungen des LRZ ist der Betrieb von Computer-, Server- und Speicheranlagen. Manche dieser Systeme, vor allem im Rechnergebäude, sind sehr lärmintensiv.
Beschaffung (indirekter Umweltaspekt) <b>AIII</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Umweltwirkung der Produkte über ihren gesamten Lebenszyklus</li> <li>Erschöpfung nicht erneuerbarer Ressourcen</li> <li>Achten auf Energieeffizienz und Umweltschonende Betriebsmittel / Anlagen</li> </ul>	Das LRZ braucht vielfältige Produkte und IT-Geräte, um seine Dienstleistungen zu erbringen.

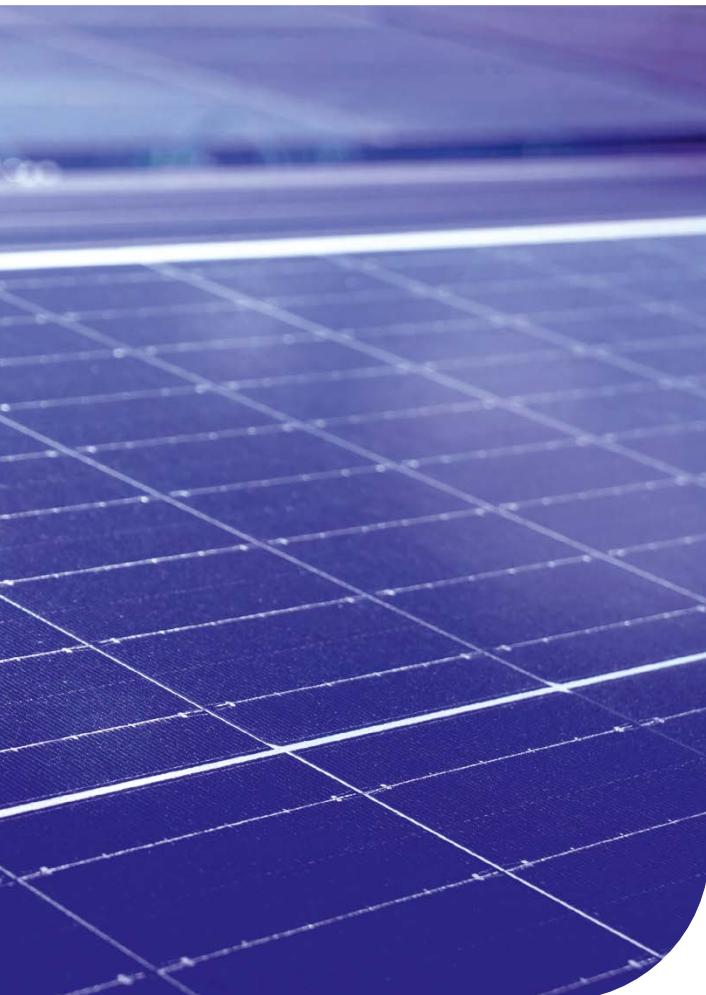
# 05

## KENNZAHLEN ZU UMWELT UND ENERGIE

**Energie, eingesetzte Schlüsselmaterialien, Wasser, Abfall, Emissionen sowie spezifische Zahlen für das Rechenzentrum:  
Die folgenden Kennzahlen vertiefen den Einblick in das LRZ und zeigen die Umweltleistungen der Organisation mit ersten Erfolgen auf.**

Sensoren in allen möglichen Geräten und Installationen, Messungen, Strichlisten: Das LRZ erhebt zu allen Aufgaben und Aktivitäten umfangreiche Daten, um Verbräuche und Bedarfe zu steuern. Durch diese kontinuierliche Erfassung und Auswertung macht das LRZ Leistungen in unterschiedlichsten Arbeitsbereichen sichtbar – auch für das Umweltmanagement. Die Zahlen weisen außerdem auf Verbesserungspotenzial hin und dienen dazu, Maßnahmen zum Umweltschutz zu planen und einen nachhaltigen, sparsamen Umgang mit den eingesetzten Ressourcen wie Energie, Wasser, Materialien und anderen Arbeitsmitteln zu fördern.

Dieser Zahlenteil der Umwelterklärung kommentiert und stellt die wichtigen Kennzahlen dar. Für die Erstzertifizierung nach EMAS wurden die Jahre 2022 bis 2024 betrachtet, ein aussagekräftiger Zeitraum, der Trends bei den Umweltleistungen sichtbar werden lässt.



## 5.1. ENERGIE

Unter dem Thema Energie wird nicht nur der Strombedarf des LRZ analysiert, sondern auch der Einsatz von Kraftstoffen in der Fahrzeugflotte, zu der auch Elektroautos gehören, außerdem der Umgang mit Wärme: Durch den Betrieb von Hochleistungsrechnern fällt beim LRZ viel Abwärme an. Es heizt mit einem Teil davon seit 2022 die Bürogebäude und ist seitdem auch nicht mehr ans Fernwärmennetz angeschlossen.

### STROMVERBRAUCH

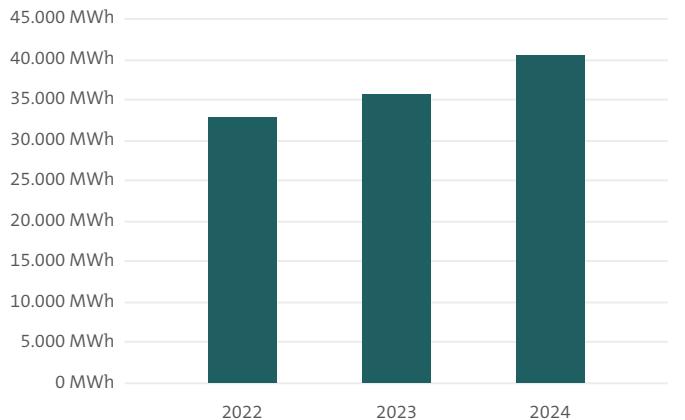
Der effiziente Umgang mit Energie gehört zu den Schwerpunktthemen des LRZ: Generell brauchen Rechenzentren für den Betrieb von Hochleistungsrechnern und die dafür benötigte Infrastruktur sehr viel Strom. In Wissenschaft und Forschung haben sich das High Performance Computing (HPC) und die computergestützte Auswertung von Daten etabliert. Die Nachfrage nach mehr Rechen-

leistung steigt kontinuierlich – und damit der Energiebedarf des LRZ. Als wissenschaftliches Rechen- und Supercomputing-Zentrum hat das LRZ als eines seiner gesellschaftspolitischen Ziele die Aufgabe definiert, den Energiebedarf systematisch zu messen und praktische Lösungen für einen effizienteren Betrieb von Hochleistungssystemen zu erforschen. Diese sollen möglichst Standards setzen für andere Rechenzentren.

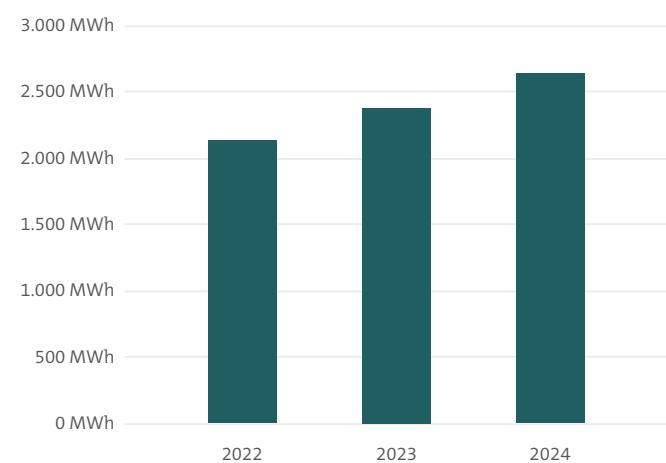
Für einen klimafreundlichen, ressourcenschonenden Betrieb von Systemen und Infrastruktur bezieht das LRZ daher seit 2018 ausschließlich TÜV-zertifizierte Ökostrom aus Wasserkraft. Damit übertrifft es die Mindestanforderungen des Energieeffizienzgesetzes um etwa 50 Prozent. Durch neue Technologien sowie durch die Erhöhung der Rechenleistung wird der Strombedarf des LRZ weiter ansteigen. Insbesondere die Systeme, mit denen heute Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) ausgeführt werden, benötigen im Betrieb und für Kühlung deutlich mehr Energie als andere Computer. Die KI-Infrastruktur am LRZ wird weiter ausgebaut, außerdem wird ab 2026 ein neuer Höchstleistungsrechner aufgebaut, der in etwa die 30fache Rechenleistung des aktuellen Systems bieten wird.

Die Zahlen dokumentieren diese Entwicklung: Über 85 Prozent seines Stroms verwendet das LRZ zum Betrieb seiner Hochleistungsrechner, den Rest benötigt die Infrastruktur, also etwa die Kühlung der Systeme oder die Einrichtungen für eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV). Nur etwa 1,5 Prozent der Energie wird in den Büros, für Aufzüge oder Beleuchtung eingesetzt. Der gesamte Stromverbrauch steigt im dokumentierten Zeitraum deutlich an und liegt 2024 bei 40.519 Megawatt-Stunden (MWh). Im Vergleich zu 2023 wuchs der Verbrauch um rund 13,5 Prozent. Hintergrund: 2024 wurde das Ergänzungssystem für SuperMUC NG, die Phase 2, in Betrieb genommen.

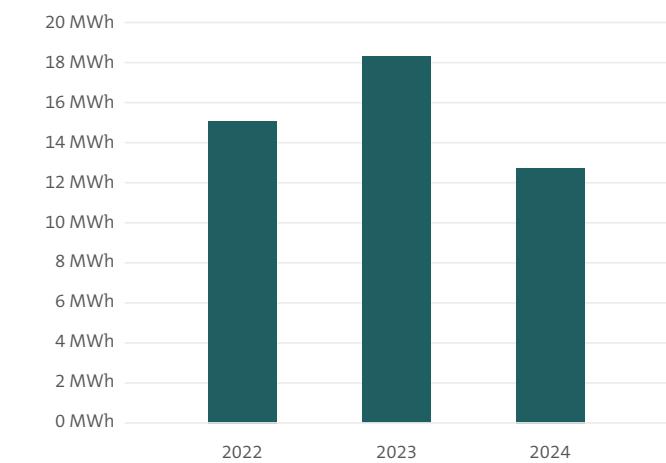
### GESAMTER STROMVERBRAUCH



### GESAMTER WÄRMEVERBRAUCH (WITTERUNGSBEREINIGT)



### GESAMTER TREIBSTOFFVERBRAUCH



### WÄRME

Durch eine Warmwasserkühlung macht das LRZ die Abwärme seiner Hochleistungsrechner sowie KI-Systeme nutzbar. Diese wird seit 2022 zur Klimatisierung der Büros eingesetzt. Der Wärmeverbrauch der beiden Institutsgebäude sowie des Hörsaal-Traktes lag im Zeitraum 2022 bis 2024 zwischen 2.135 und 2.642 MWh. Er wird hier witterungsbe-reinigt angegeben, also für eine durchschnittlich kalte Heizperiode und unabhängig von tatsächlich gemessenen Temperaturen. Dieses Verfahren ermöglicht den Vergleich und schließt den Einfluss milder oder kalter Wetterlagen aus.

Der Wärmeverbrauch wird nicht eigens gemessen, die aktuellen Werte basieren auf Bedarfsberechnungen aus Zeiten, in denen das LRZ noch Fernwärme bezog. Damals wurden circa sechs Prozent des gesamten Strombedarfs in Wärme bezogen. Diese Annahme wurde weitergeführt, die zugrunde liegende Kopplung von Strom- und Wärmebedarf erklärt den Anstieg des Wärmeverbrauchs zwischen 2022 und 2024. Um exakte Werte für die genutzte Abwärme ermitteln zu können, wurde Ende 2024 ein Wärmemengenzähler installiert. Diese Werte werden in die bereits bestehende Datenbank eingebunden, folglich wird in den kommenden Umwelterklärungen mit tatsächlichen Werten operiert.

### TREIBSTOFF

Das LRZ unterhält einen eigenen Fuhrpark und verfügt derzeit über

- drei Elektroautos für kurze innerstädtische Fahrten, sowie
- ein Auto, das Benzin als Kraftstoff braucht.

Zur besseren Vergleichbarkeit des Energieverbrauchs der unterschiedlichen Antriebe wurde der Verbrauch des mit Benzin betriebenen Fahrzeugs umgerechnet: Die Tankmenge wurde mit dem Faktor 8,85 Kilowattstunde pro Liter (kWh/l) für Benzin umgerechnet.

Im Vergleich zu 2023 sank der Treibstoffverbrauch um 30,5 Prozent. Diese Einsparung ist auf die höhere Effizienz von Elektroautos zurückzuführen. In diesem Zeitraum ersetzte das LRZ einen Benzinier durch ein weiteres Elektroauto. Mit 37.650 Kilometern wurde 2023 die längste Strecke im

betrachteten Zeitraum zurückgelegt, folglich liegt hier der Energieverbrauch am höchsten.

## 5.2. MATERIAL

Für den Betrieb seines Rechenzentrums sowie das Angebot von IT-Dienstleistungen, für eigene Forschungsprojekte und für die Organisation von insgesamt 326 Mitarbeitenden setzt das LRZ Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe ein. Umgekehrt entstehen Abfälle, emittierte Stoffe in die Luft und verbrauchtes Wasser. Ein nachhaltiges Management setzt einen effizienten Umgang mit allen Ressourcen voraus: Das EMAS dokumentiert daher unterschiedlichste Verbrauchsdaten und bewertet sie anhand von Auswirkungen auf die Umwelt, um Hebelpunkte für Strategien und Instrumente sichtbar zu machen und um eine Entwicklung in Richtung Nachhaltigkeit aufzuzeigen.

Zusammen mit den Fach- und Führungskräften haben die Umweltmanagementbeauftragten außerdem fünf Schlüsselmaterialien identifiziert, deren Bedarfe das LRZ im Rahmen des EMAS vorrangig betrachten und bewerten will. Dazu gehören die Gefahrstoffe sowie der Dieselkraftstoff für den Generator, die beschafften Arbeitsplatzrechner und Tapes sowie Papier.

### GEFAHRSTOFFE

Gefahrstoffe werden am LRZ zur Aufbereitung des Wassers eingesetzt, mit dem die Hochleistungssysteme gekühlt werden. Verdunstungsanlagen bringen das Kühlwasser auf die notwendige Temperatur. Um Schäden auf Umwelt und Menschen durch den Befall von

Keimen oder Algen zu verhindern, werden dem Kühlwasser Biozide zugesetzt. Genau dosiert, bauen sie sich schnell wieder ab. Damit besteht keine Gefahr, dass diese Stoffe ins Abwasser gelangen und dort Organismen schädigen.

Verbrauchswerte für die eingesetzten Gefahrstoffe liegen nur für das Jahr 2024 vor und liegen bei 1.650 Kilogramm. In den Jahren davor hatte das LRZ die Beschaffung und den Einsatz der Gefahrstoffe an einen externen Dienstleister delegiert. Aufzeichnungen dazu liegen nicht vor.

### DIESELGENERATOR

Die Hochleistungssysteme eines Rechenzentrums, insbesondere die zur Sicherung kritischer Dienste, müssen zuverlässig laufen – möglichst 24 Stunden und an allen Tagen. Um sich gegen Stromausfälle abzusichern, ist daher am LRZ eine Netzersatzanlage (NEA) installiert, die mit Dieselkraftstoff betrieben wird. Zur Sicherung der Einsatzbereitschaft wird die NEA einmal im Monat probeweise eingeschaltet. Bei jedem dieser Testläufe werden je nach Lastgang und Laufdauer etwa 120 Liter an Diesel verbraucht, aufs Jahr gerechnet sind das insgesamt 1.440 Liter. Um diesen Wert in der nächsten Erklärung genauer abzubilden, wird zukünftig bei jedem Funktionstest der tatsächliche Treibstoffverbrauch notiert.

### ARBEITSPLATZRECHNER

Für ihre Aufgaben erhalten alle Mitarbeitenden des LRZ einen Arbeitsplatzrechner. Wie viele davon beschafft werden, hängt von mehreren Faktoren ab: vom Alter der genutzten Geräte; von der Anzahl, die kaputt gehen; von

### SCHLÜSSEL-MATERIALIEN



Gefahrstoffe (kg)



Dieselkraftstoff für NEA (l)



Arbeitsplatzrechner (Stk.)



Tapes (Stk.)



Papierverbrauch (Seiten)

2022	-	1440	148	1300
2023	-	1440	134	2357
2024	1650	1440	68	5100

der Anzahl neuer Kollegen und Kolleginnen. 2024 wurden 68 Computer mit den Betriebssystemen Microsoft, Apple und Linux über Rahmenverträge des Hochschulübergreifenden Service IT-Beschaffung eingekauft.

#### TAPES

Zu den Dienstleistungen des LRZ gehören Backups und die Langzeit-Datensicherung. Nachts legen die Server ein Backup aller Dateien an, die tagsüber im Münchener Wissenschaftsnetz auf Computerarbeitsplätzen erstellt oder auf Servern abgelegt wurden. In seinem Data Science Archive (DSA) speichert das LRZ Forschungsdaten und -Ergebnisse, die an seinen Systemen verarbeitet und erstellt wurden, im Langzeitarchiv lagern wichtige Forschungsdaten oder rechtlich relevante Dateien seiner Kunden und Anwenderrinnen für mindestens 10 Jahre.

Bei der Langzeitarchivierung kommen Tape-Libraries zum Einsatz, die Informationen auf Magnetbänder speichern. Im Gegensatz zu Festplatten, die dauernd rotieren, brauchen Tape-Libraries nur sehr wenig Strom. Die Bandkassetten, die in ihnen verwahrt werden, müssen alle sieben bis acht Jahre ausgetauscht werden und werden nach Bedarf eingekauft. Der Verbrauch von Magnetbändern

schwankt, wie die Beschaffungszahlen zeigen: 2023 wurden 2.357 gekauft, 2024 indes 5.100, das bedeutet ein Anstieg von 116 Prozent.

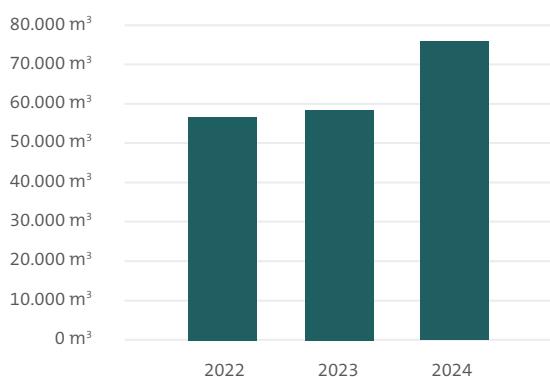
#### PAPIER

Administration, Forschung, Betrieb von Computersystemen: Obwohl viele Kommunikationsabläufe und Arbeitsprozesse digitalisiert wurden, fällt am LRZ Papier an. Zur Bestimmung des Verbrauchs wurden die Daten aus den Druckern des LRZ herangezogen. Leider konnten keine Werte mehr für das Jahr 2022 ausgelesen werden. Aber der Vergleich von 2023 und 2024 zeigt: Die Mitarbeitenden druckten und kopierten weniger Dateien. 2024 wurden insgesamt 195.674 Seiten ausgedruckt – etwa zehn Prozent weniger als 2023.

### 5.3. WASSER

Das LRZ verbrauchte 2024 rund 75.726 Kubikmeter ( $m^3$ ) an Wasser und damit knapp 30 Prozent mehr als im Vorjahr. Dieser Anstieg ist durch eine unerwartete Instandhaltung an den Rückkühlwerken begründet, für die viel Wasser eingesetzt wurde. Zum Reinigen von Kühlwasser benötigt auch die eingesetzte Osmoseanlage sehr viel Wasser.

#### GESAMTER WASSERVERBRAUCH



	2022	2023	2025
 Trinkwasser	1.190 $m^3$	1.216 $m^3$	1.189 $m^3$
 Brunnenwasser	55.458 $m^3$	57.243 $m^3$	74.537 $m^3$
Gesamt	<b>56.649 <math>m^3</math></b>	<b>58.460 <math>m^3</math></b>	<b>75.726 <math>m^3</math></b>

Das Wasser zum Kühlen der Hochleistungsrechner stammt ausschließlich aus einem Brunnen und hat keine Trinkwasserqualität: 2024 wurden insgesamt  $74.537 \text{ m}^3$  gefördert – etwa 98 Prozent des gesamten Wasserbedarfs am LRZ. Für die Sanitäranlagen in den Institutsgebäuden sowie im Hörsaaltrakt wird Trinkwasser eingesetzt: im Jahr 2024 rund  $1.189 \text{ m}^3$ .

Das Abwasseraufkommen wird am LRZ nicht durch Zähler erfasst. Daher wird angenommen, dass 100 Prozent des genutzten Wassers in die Kanalisation abgegeben wird. Tatsächlich wird der Anteil niedriger liegen: Verdunstungsanlagen temperieren einen Teil des Wassers, das zur Kühlung der Rechneranlagen genutzt wird. Dabei verdunstet ein erheblicher Anteil des Wassers. Um diese Werte zukünftig messbar zu machen, werden bereits Lösungen gesucht.

Zur Kühlung der Hochleistungssysteme betreibt das LRZ einen Saug- und Schluckbrunnen. Dabei wird Wasser aus dem Saugbrunnen entnommen und die Kälte über einen Wärmetauscher an die Systeme übertragen. Das thermisch veränderte Wasser wird anschließend über den Schluckbrunnen wieder in den gleichen Grundwasserleiter zurückgeführt. Dieses Verfahren bietet eine zusätzliche Möglichkeit, die Systeme zu kühlen. Im Jahr 2024 wurden insgesamt  $768.877 \text{ m}^3$  Wasser gefördert.

#### 5.4. FLÄCHEN

Der Flächenverbrauch beeinflusst die biologische Vielfalt und wird hier in diesem Zusammenhang betrachtet. Das Grundstück des LRZ misst 16.612 Quadratmeter ( $\text{m}^2$ ), 44 Prozent dieser Fläche sind überbaut und damit versiegelt, 56 Prozent sind naturnah gestaltet. Doch nun sind Erweiterungen vor allem am Rechnergebäude geplant, sie werden ab 2028 die naturnahen Flächen weiter verkleinern. Die Baumaßnahmen sind notwendig und schaffen Platz für die Versorgungstechnik von leistungsstarken Hochleistungsrechnern und KI-Systemen, die das LRZ für Spitzenforschung

künftig anschaffen wird und durch die der Energie- und Kältebedarf weiter steigen wird.

#### ANGABEN ZUM FLÄCHENVERBRAUCH 2022 BIS 2024



- 16.612  $\text{m}^2$  Grundstücksfläche (gesamter Flächenverbrauch)
- 7.323  $\text{m}^2$  Versiegelte Fläche
- 9.289  $\text{m}^2$  gesamte naturnahe Fläche am Standort

#### 5.5. ABFALL

Durch die Aktivitäten des LRZ entsteht Abfall, der im betrachteten Zeitraum in 20 verschiedene Fraktionen eingeteilt werden kann. Im Groben setzt sich das Aufkommen aus nicht gefährlichen und gefährlichen Abfällen zusammen. In den Jahren 2022 und 2023 war das Gebäudemanagement an einen externen Dienstleister delegiert, viele Prozesse wurden nicht dokumentiert, die Datenlage auch zum Abfallaufkommen ist schlecht, die meisten Informationen liegen nicht digital vor. Das Erfassen von Daten aus diesen beiden Jahren wurde am LRZ als unverhältnismäßig großer Aufwand eingestuft, für die ersten Bewertungen im EMAS wurden daher lediglich die vorliegenden Nachweise verwendet.

Das Kreislaufwirtschaftsgesetz trat 1996 in Kraft und wurde bis 2023 mehrmals verändert und angepasst. Es fördert die Kreislaufwirtschaft mit Geboten zur Vermeidung, Wieder-

verwendung, Recycling, sonstiger Verwertung und Beseitigung. Das LRZ hält sich daran, indem es unter anderem ausgemusterte Geräte und Möbel, die noch funktionstüchtig sind, an gemeinnützige, staatliche oder öffentliche Stellen zur Weiterverwendung abgibt. Diese werden Interessierten über den Newsletter und über eine Internetseite angeboten.

#### UNGEFÄHRLICHE ABFÄLLE

Am LRZ fällt Abfall an, der mit dem in Haushalten verglichen werden kann. Dieser wird nach den Fraktionen Papier sowie Restmüll oder gemischte Siedlungsabfälle getrennt. Seit Ende 2024 wird außerdem noch Verpackungsmaterial aus Kunststoff aussortiert. Diese Abfallfraktionen werden von den Entsorgungsunternehmen nicht gewogen, sondern die Container werden beim Abtransport nach Volumen abgerechnet und mit Hilfe von standardisierten Faktoren in Tonnen umgerechnet.

Diese Erhebungs- und Berechnungsmethode ist jedoch nicht genau und lässt vermuten, dass in Wirklichkeit weniger Abfälle in den einzelnen Fraktionen anfallen. Der Abfall des LRZ enthält außerdem Metalle sowie die Materialien von Festplatten und Magnetbändern. Die Menge dieser Fraktionen schwankt und hängt von der Ersatz-Beschaffung ab.

2024 wurden rund 84 Tonnen nicht gefährlicher Abfall durch das LRZ entsorgt, im Vergleich zum Vorjahr ist das ein Anstieg von mehr als 36 Prozent. Das kann mit einer großen Aufräum-Aktion 2024 begründet werden, allerdings auch mit der schlechten Datenlage in den Vorjahren.

#### GEFÄHRLICHE ABFÄLLE

Zu den gefährlichen Abfällen des LRZ zählen Frostschutzmittel, gemischter Elektroschrott sowie Großgeräte und Batterien. Diese Gefahrstoffe werden meistens länger gesammelt und nur bei Bedarf entsorgt. So wurden 2022 insgesamt 26 Tonnen Frostschutzmittel abtransportiert.

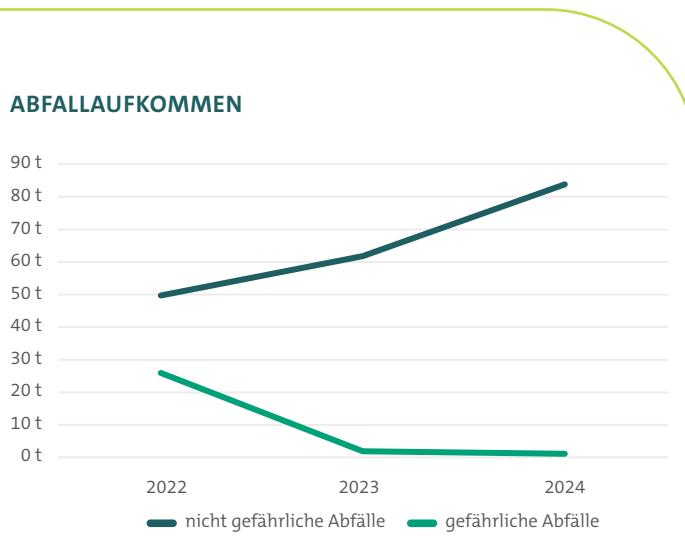
Das LRZ stellt seine Rückkühlwerke sukzessive auf Glykol-freien Betrieb um. Auch deshalb ist in den letzten Jahren mehr Glykol entsorgt worden. Von den sieben Rückkühlwerken wird nur noch einer mit Frostschutzmittel betrieben.

Alte Batterien werden über ein Rücknahmesystem entsorgt. Ausgemusterte Elektrogeräte werden indes von einem bayerischen Recycling-Unternehmen mit inklusiver Beschäftigungspolitik abgenommen. 2024 fiel knapp eine Tonne gefährliche Abfälle an, 2023 rund zwei Tonnen. Außer Betrieb genommene Hochleistungssysteme werden gemäß vertraglicher Vereinbarung vom Hersteller zurückgenommen.

#### 5.6. EMISSIONEN

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen an die Luft entstehen in mehreren Bereichen des LRZ und werden in Kilogramm CO<sub>2</sub>-Äquivalent (kgCO<sub>2</sub>e) angegeben.

#### ABFALLAUFKOMMEN



	2022	2023	2024
<b>Nicht gefährliche Abfälle</b>	49 t	62 t	84 t
<b>Gefährliche Abfälle</b>	26 t	2 t	1 t
<b>Gesamtes jährliches Abfallaufkommen</b>	76 t	63 t	85 t

- Unter Scope 1 fallen die Lufteinträge der Fahrzeugflotte sowie der Netzersatzanlage (NEA) und durch nachgefüllte Kältemittel.

2023 wurden besonders viele Kilometer mit der Fahrzeugflotte zurückgelegt, folglich wurden in diesem Jahr besonders viel Treibstoff verbraucht und somit entstanden Emissionen von 3.928 kgCO<sub>2</sub>e. 2024 verringerte sich dieser Wert um 48 Prozent durch geringere Fahrleistungen, aber auch durch den Austausch eines Fahrzeugs mit Verbrennerantrieb durch ein Elektroauto.

Die NEA verursacht jährlich Emissionen von rund 3.792 kgCO<sub>2</sub>e. Geplant ist, ihren Verbrauch und die Folgen für die Luft in Zukunft detaillierter zu erfassen, denn Diesel gehört zu den Schlüsselmaterialien, die das LRZ vorrangig bewertet.

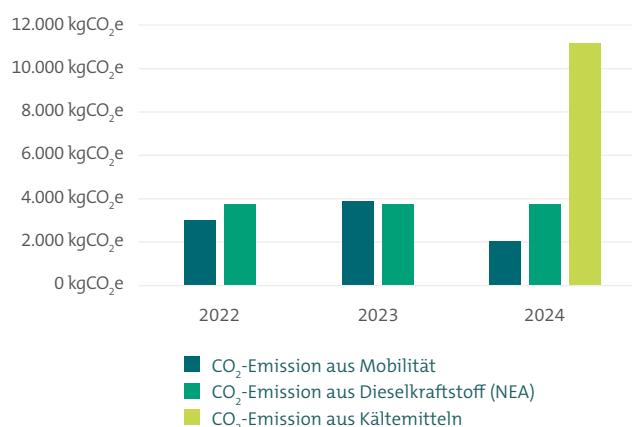
Synthetische Kältemittel enthalten Treibhausgase und schädigen Atmosphäre und Klima stärker als Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>). Deshalb werden die Anlagen zum Kühlern der Hochleistungssysteme regelmäßig gewartet und dabei auch geprüft, ob sie dicht sind und keine Gefahrstoffe entweichen können. 2024 kam es allerdings trotz regelmäßiger Wartung zu Undichtigkeit und einem Austritt von Kältemitteln, aus denen Emissionen von 11.176 kgCO<sub>2</sub>e folgten.

- Im Rahmen von Scope 2 entstehen keine Emissionen, da die eingesetzte elektrische Energie vollständig aus erneuerbarer Wasserkraft stammt. Für die WärmeverSORGUNG wird zudem ausschließlich Abwärme genutzt, so dass keine zusätzlichen Emissionen durch die Erzeugung von Strom oder Wärme entstehen. Diese Maßnahmen gewährleisten eine klimafreundliche und ressourcenschonende Energieversorgung..
- Unter Scope 3 sind weitere indirekte Emissionen gefasst, die zum Beispiel durch Geschäftsreisen oder die Anfahrten von Lieferanten und Dienstleistern anfallen. Wie diese Lufteinträge angemessen im Umweltmanagement

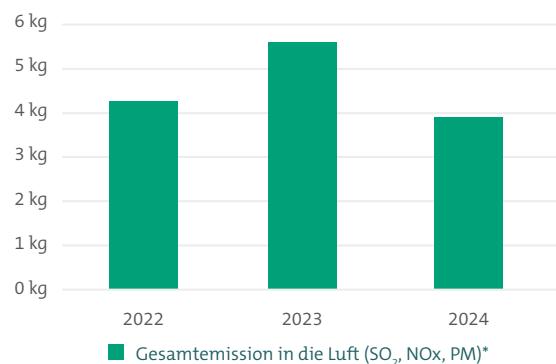
behandelt und aufgenommen werden können, wird derzeit noch geprüft.

Außerdem wird die Luftbelastung durch Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Stickoxide (NOx) oder Feinstaub (PM) analysiert. Sie entstehen vor allem, wenn fossile Brennstoffe verbrannt werden: am LRZ also durch den Betrieb der NEA sowie durch Fahrzeuge mit Verbrennermotor. Die Emissionswerte beliefen sich 2024 auf 3,91 kg – das sind 30 Prozent weniger im Vergleich zum Vorjahr.

### CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN



### DIREKTE EMISSIONEN LUFTSCHADSTOFFE



## 5.7. RECHENZENTRUMSSPEZIFISCHE KENNZAHLEN

Rechenzentren verbrauchen viel Strom und Wasser, zumal wenn sie, wie das LRZ, auf die Wasserkühlung von Hochleistungssystemen setzen. Wasser ist eine kostbare Ressource, bei der Erzeugung von Strom können wiederum große Umweltauswirkungen entstehen. Für den nachhaltigen Betrieb von Rechenzentren kommt es folglich auf einen effizienten Einsatz von Strom und Wasser an: Effizienz gehört deshalb zu den Schwerpunktthemen, die das LRZ durch Forschung begleitet und für die es im laufenden Betrieb praktische Lösungen entwickelt und optimiert.

Wie effizient Rechenzentren mit Energie und Wasser umgehen, wird mit Hilfe von drei Werten gemessen, die im Folgenden für das LRZ analysiert wurden.

### ENERGIEEFFIZIENZ

Die Power Usage Effectiveness (PUE) stellt das Verhältnis zwischen dem Energieverbrauch des gesamten Rechenzentrums und der eingesetzten Informations-technik dar (Bitkom 2024, S.8). Der Gesamtverbrauch wird dazu durch den Verbrauch von Servern, Speichern, Netzkomponenten geteilt. Die PUE ist somit ein Maß für den effizienten Energieeinsatz im Rechenzentrum und sollte möglichst nahe bei 1,0 liegen. Das würde bedeuten, dass der gesamte Strom für die eigentliche Aufgaben Rechnen, Datenverarbeitung, Datentransfer und Speichern aufgewendet wird.

2024 erreichte das LRZ einen PUE von 1,23. Das heißt: 23 Prozent der Energie fließt in die Kühlung der Systeme. Damit erfüllt das LRZ bereits heute die Anforderungen des Energieeffizienzgesetzes. Danach soll der PUE-Wert in Rechenzentren, die vor Juli 2026 in Betrieb genommen wurden, ab dem Jahr 2030 bei 1,3 oder darunter liegen. Der sehr gute PUE-Wert von 1,05 ist auf die effiziente Warmwasser-Kühlung der Hochleistungssysteme zurückzuführen. Diese Systeme können nahezu das gesamte Jahr ohne zusätzliche Kühlunterstützung betrieben werden, was den Energieverbrauch für die Kühlung erheblich reduziert und zur Ressourcenschonung beiträgt. Das LRZ betreibt jedoch auch Serversysteme, die den Einsatz einer Kälteanlage erfordern. Aus diesem Grund weist das gesamte Rechenzentrum mit allen seinen Systemen einen durchschnittlichen PUE-Wert von 1,23 auf.



Energieeffizienz

**PUE 1,23**

Wir verwenden 23% der Rechnerenergie  
für die Kühlung

Effizienz des Kühlsystems

**CER 8,78**

Um 8,78 kWh Wärmeleistung zu kühlen,  
benötigen wir eine kWh Strom

Effizienz der Wassernutzung

**WUE 2,30**

Wir benötigen 2,30 Liter Wasser für eine  
kWh Kühlung

2024

### EFFIZIENZ DES KÜHLSYSTEMS

Die Cooling Efficiency Ratio (CER) oder der Wirkungsgrad der Kühlung definiert wiederum das Verhältnis zwischen der Wärmemenge, die ein Rechenzentrum abgeben kann, sowie dem Energieverbrauch für die eingesetzten Kühlsysteme (Bitkom 2024, S.8). Ein höherer CER-Wert verweist auf eine bessere Effizienz: Das LRZ erreicht 2024 einen CER Wert von 8,78, kann also für jede eingesetzte Kilowattstunde (kWh) Strom 8,78 kWh Wärme abführen. Der Blaue Engel ist ein Umweltzeichen für besonders umweltschonende Produkte und Dienstleistungen. Er wird an Unternehmen und Rechenzentren vergeben. Bei den Vergabekriterien wird ein CER-Wert von 5 und höher vorausgesetzt, wenn Kühlsysteme bis 31.12.2024 oder früher in Betrieb genommen wurden (Blauer Engel 2023, S.19).

### EFFIZIENZ DER WASSERNUTZUNG

Die Water Usage Effectiveness (WUE) bestimmt das Verhältnis zwischen der Menge des Wassers, das ein Rechenzentrum nutzt, und dem Energieverbrauch der IT-Ausstattung (Bitkom 2024, S.8). Ein niedriger Wert weist auf einen effizienten Einsatz von Wasser bei Kühlprozessen hin. Der WUE-Wert des LRZ lag 2024 bei 2,30 Liter pro kWh (l/kWh). Das heißt: Für 1 kWh Kühlung werden 2,3 Liter Wasser benötigt.

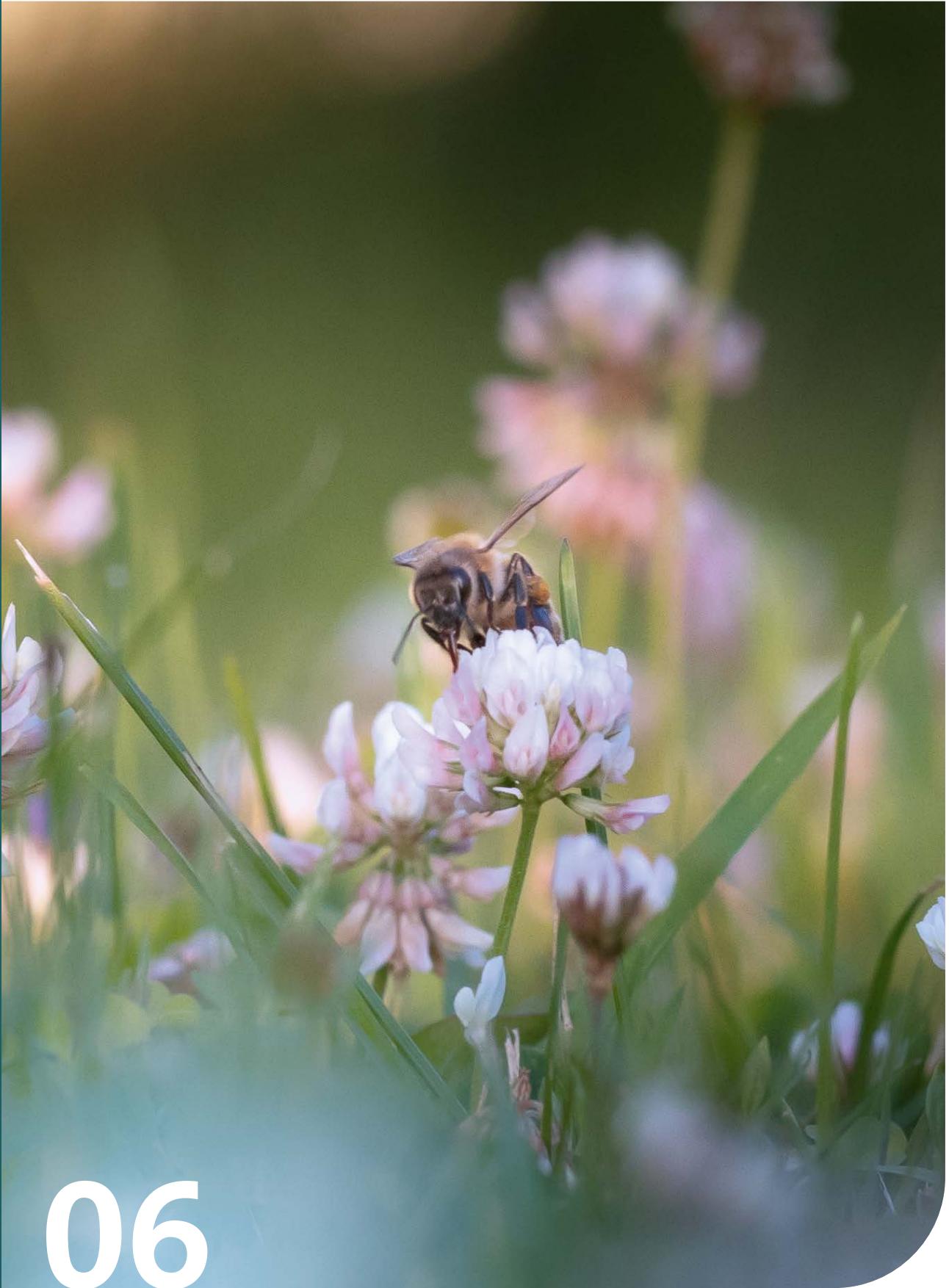
## 5.8. DIE WICHTIGSTEN UMWELT- UND ENERGIEKENNZAHLEN AUF EINEN BLICK

Verbrauchsart	Einheit	2022	2023	2024	Trend
<b>Grunddaten</b>					
Nutzfläche (beheizte Nettogrundfläche)	m <sup>2</sup>	12.571	12.571	12.571	↔
Anzahl Mitarbeiter in VZÄ	VZÄ	280	304	307	↑
Nationalitäten	Anzahl	47	49	50	↑
<b>Energie</b>					
Gesamter Stromverbrauch	MWh	32.944	35.697	40.519	↑
Gesamter Wärmeverbrauch	MWh	1.977	2.142	2.380	↑
Gesamter Wärmeverbrauch (witterungsbereinigt)*	MWh	2.135	2.377	2.642	↑
Gesamter Treibstoffverbrauch	MWh	15	18	13	↓
<b>Gesamter jährlicher Energieverbrauch</b>	<b>MWh</b>	<b>32.959</b>	<b>35.715</b>	<b>40.532</b>	<b>↑</b>
Gesamter Verbrauch erneuerbarer Energien	MWh	32.944	35.697	40.519	↑
Anteil erneuerbarer Energien an Energieverbrauch	%	99,95	99,95	99,97	↔

Verbrauchsart	Einheit	2022	2023	2024	Trend
<b>Energieeffizienzkennzahlen</b>					
Verhältnis Wärmeverbrauch / Nutzfläche (beheizte Nettogrundfläche)	MWh /m <sup>2</sup>	0,157	0,170	0,189	↑
Verhältnis Wärmeverbrauch / Anzahl Mitarbeiter	MWh / VZÄ	7,1	7,0	7,8	↑
Verbrauch Mobilität pro 100 km	kWh / 100 km	44,0	48,6	36,2	↓
<b>MATERIAL</b>					
Gefahrstoffe	kg	-	-	1.650	-
Dieselkraftstoff für NEA	Liter	1.440	1.440	1.440	↔
Arbeitsplatzrechner	Stk.	148	134	68	↓
Tapes	Stk.	1.300	2.357	5.100	↑
Papierverbrauch	Seiten	-	217.569	195.674	↓
<b>WASSER</b>					
Jährlicher Wasserverbrauch in m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	<b>56.649</b>	<b>58.460</b>	<b>75.726</b>	↑
– davon Brunnenwasser	m <sup>3</sup>	55.458	57.243	74.537	↑
– davon Trinkwasser	m <sup>3</sup>	1.190	1.216	1.189	↓
Abwasser	m <sup>3</sup>	56.649	58.460	75.726	↑
Saug- und Schluckbrunnen	m <sup>3</sup>	353.296	635.808	768.877	↑
Verhältnis Trinkwasserverbrauch pro VZÄ	l / VZÄ	4.251	4.001	3.873	↓
<b>BIOLOGISCHE VIELFALT</b>					
gesamter Flächenverbrauch	m <sup>2</sup>	<b>16.612</b>	<b>16.612</b>	<b>16.612</b>	↔
gesamte versiegelte Fläche	m <sup>2</sup>	7.323	7.323	7.323	↔
gesamte naturnahe Fläche am Standort	m <sup>2</sup>	9.289	9.289	9.289	↔

Verbrauchsart	Einheit	2022	2023	2024	Trend
<b>Abfall</b>					
<b>nicht gefährliche Abfälle</b>					
Verpackungen aus Papier und Pappe	t	27,46	27,46	30,32	↑
Gemischte Siedlungsabfälle	t	21,12	26,58	24,58	↓
Metalle	t	0,84	-	-	-
Festplatte klein	t	-	0,15	-	↓
Altmobiliar	t	-	3,30	2,30	↓
Computer und Elektronikschrott	t	-	3,41	5,57	↑
Cu-Computerkabel 25%	t	-	0,36	0,14	↓
Eisen und Stahl	t	-	0,37	7,68	↑
Akten zur Vernichtung	t	-	0,07	0,23	↑
Gemischte Bau- und Abbruchabfälle	t	-	-	3,48	-
Sperrmüll	t	-	-	3,00	-
Altreifen	t	-	-	0,10	-
Kunststoffe	t	-	-	0,48	-
Magnetbänder	t	-	-	6,20	-
<b>SUMME nicht gefährliche Abfälle</b>	<b>t</b>	<b>49</b>	<b>62</b>	<b>84</b>	<b>↑</b>
<b>gefährliche Abfälle</b>					
Monitore	t	-	0,06	0,21	↑
E-Schrott gemischt	t	1,18	0,24	-	↓
Mineralwolle	t	-	-	0,67	-
Batterien	t	-	-	0,06	-
Großgeräte	t	-	1,38	-	↓
Frostschutzmittel	t	25	-	-	-
<b>SUMME gefährliche Abfälle</b>	<b>t</b>	<b>26</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>↓</b>
<b>Gesamtes jährliches Abfallaufkommen</b>	<b>t</b>	<b>76</b>	<b>63</b>	<b>85</b>	<b>↑</b>
Verhältnis Abfallaufkommen je Mitarbeiter	t/VZÄ	0,271	0,208	0,277	↑
Getrennthaltingsquote	%	71%	50%	60%	↑

Verbrauchsart	Einheit	2022	2023	2024	Trend
<b>Emissionen</b>					
CO <sub>2</sub> -Emissionen aus Mobilität	kgCO <sub>2</sub> e	3.051	3.928	2.056	↓
CO <sub>2</sub> -Emissionen aus Kältemitteln	kgCO <sub>2</sub> e	-	-	11.176	-
CO <sub>2</sub> -Emissionen aus Dieselkraftstoff (NEA)	kgCO <sub>2</sub> e	3.792	3.792	3.792	↔
<b>Gesamtemissionen von Treibhausgasen (CO<sub>2</sub>e)</b>	<b>kgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>6.843</b>	<b>7.720</b>	<b>17.024</b>	<b>↑</b>
<b>Gesamtemissionen in die Luft (SO<sub>2</sub>, NOx, PM)*</b>	<b>kg</b>	<b>4,28</b>	<b>5,61</b>	<b>3,91</b>	<b>↓</b>
<b>Rechenzentrumsspezifische Kennzahlen</b>					
Energieverbrauchseffektivität des gesamten Rechenzentrums – PUE	-	-	1,27	1,23	
Effizienz des Kühlsystems – CER	-	-	12,68	8,78	
Effizienzkennzahl der Wassernutzung – WUE	l/kWh	-	2,03	2,30	



06

## UMWELTPROGRAMM

**Im Rahmen unseres Umweltmanagementsystems nach EMAS verfolgen wir Ziele und Maßnahmen, um unsere Umweltleistung kontinuierlich zu verbessern und somit einen aktiven Beitrag zum Umweltschutz zu leisten.**

Das Umweltprogramm bildet dabei die Grundlage für die Umsetzung der LRZ Umweltleitlinie. Die Schwerpunkte des Umweltprogramms orientieren sich an den bedeutenden Umweltaspekten sowie an den Anforderungen der relevanten gesetzlichen Vorgaben.

Mit dem Umweltprogramm schaffen wir Transparenz über unsere geplanten Aktivitäten, Verantwortlichkeiten und Zeitrahmen. Es dient als verbindlicher Handlungsrahmen, um unsere Umweltleistung messbar zu verbessern und die Prinzipien der Nachhaltigkeit fest in unseren Prozessen zu verankern.

Zur Sicherstellung des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses wird das Umweltprogramm im Rahmen des jährlichen Audits und Management-Reviews regelmäßig bewertet und fortgeschrieben.

Umwetaspekte	Umweltziele	Maßnahmen	Termin	Status
<b>Abfall (nicht gefährlich)</b>	<b>Verbesserung der Abfalltrennung zum Erreichen der 90% Trennungsquote bis zum Jahr 2029</b>	Erhöhung der Sensibilität unter den Mitarbeitenden hinsichtlich einer richtigen und konsequenter Abfalltrennung durch jährlich stattfindende Schulungsmaßnahmen	fortlaufend	
		In "Hinweise für neue Beschäftigte" und in "Infos A-Z" das Abfallmanagement des LRZ aufnehmen	2026	offen
		Identifizieren und Planen von Maßnahmen zur Verbesserung der Abfalltrennungsquote	2029	offen
		Weiterentwicklung des Abfallkonzepts durch Anschaffung des gelben Sacks	2025	Abgeschlossen
	<b>Maßnahmen zur Abfallvermeidung, um das Gesamt Abfallaufkommen bis zum Jahr 2028 um 10% zu reduzieren</b>	Planung eines Prozesses zur Erhöhung der Quantifizierbarkeit einzelner Abfallfraktionen	2026	offen
		Abfallaufkommen im Bürogebäude um 10% reduzieren	2028	offen
		Ausarbeitung eines Plans zur Vermeidung von den Abfallfraktionen: Siedlungsabfälle, Papier und Verpackungsmaterialien	2027	offen

Umwetaspekte	Umweltziele	Maßnahmen	Termin	Status
<b>Notfallvorsorge und Gefahrenabwehr</b>	<b>Verhinderung und Minimierung nachteiliger Umweltauswirkungen durch proaktive Identifizierung von Risiken und die Planung, Implementierung sowie regelmäßige Überprüfung von Notfallmaßnahmen</b>	Drei Planspielübungen um Notfallsituationen und dessen Notfallmanagement zu überprüfen (Effektivitätskontrolle und Verbesserungspotenziale)	2027	offen
		Entwicklung und Umsetzung von bewusstseinsbildenden Aktivitäten und Notfallmaßnahmen zur Sensibilisierung aller LRZ-Beschäftigten z. B. im Rahmen der EMAS Schulung	fortlaufend	
		Unterweisung von zwei Mitarbeitenden bzgl. Gefahrgut, zusammen mit Anfertigung einer Arbeitsanweisung	2026	offen
		Ausbildung einer internen Person zum Gefahrstoffbeauftragten	2027	offen
	<b>Softwarelösung zur Unterstützung des Gebäude-managements</b>	Implementieren eines Computer-Aided Facility Management (CAFM)-Systems zur Optimierung des Gebäudemanagement	2026	in Bearbeitung
		Erstellung eines Plans im CAFM-Systems zur regelmäßigen Standortkontrolle, um einen umweltgerechten Betrieb zu gewährleisten	2026	in Bearbeitung
		Wartung und Instandhaltung aller prüfpflichtigen Anlagen organisieren und dokumentieren durch das Anlagenmanagement im CAFM-System	2026	offen
		Energiemanagement Baustein für das CAFM-System implementieren	2027	offen
	<b>Ab 2032 liegt der Anteil der eingesetzten natürlichen Kältemitteln bei 98%</b>	Kältemaschinen mit herkömmlichen synthetischen Kältemitteln werden während einer Baumaßnahme durch welche mit natürlichen Kältemitteln ersetzt	2032	in Planung
<b>Abwärme</b>	<b>Ab 2028 Abgabe der Abwärme an die Technische Universität München (TUM) von ca. 20 GWh pro Jahr</b>	Vertragliche Regelung mit der TUM, Einbau eines temporären Wärmetauschers zur Übergabe der Abwärme	2028	in Planung
	<b>Ab 2032 Abgabe der Abwärme an die Technische Universität München (TUM) zwischen 30 bis 48 GWh pro Jahr</b>	Ersetzung des temporären Wärmetauschers durch eine Wärmeüber gabestation im Rahmen der Baumaßnahme 3. Bauabschnitt	2032	in Planung

Umwetaspekte	Umweltziele	Maßnahmen	Termin	Status
Beschaffung	<b>Schulung und Unterweisung von 82 Mitarbeitenden die mit dem Beschaffungsprozess zu tun haben bis 2027</b>	Planung und Durchführung einer Schulung zur nachhaltigen Beschaffung für Beschaffungsverantwortliche (z.B. durch die Kompetenzstelle für nachhaltige Beschaffung)	2027	offen
	<b>Ab Januar 2026 Planung und Schrittweise Umsetzung einer Beschaffungsrichtlinie für nachhaltige IKT, Büromaterialien und Catering</b>	Abstimmung der Kriterien zur Anwendung in der Beschaffung mit rahmenverantwortlichen Ansprechpersonen an Hand von drei exemplarischen Beschaffungsvorhaben	2027	offen
		Erstellen einer Beschaffungsrichtlinie für umweltfreundliche Büroartikel	2026	offen
		Integration von Nachhaltigkeitsaspekten in das Veranstaltungmanagement am LRZ	2026	offen
	<b>Lieferantenbewertung um Nachhaltigkeitsaspekte erweitern</b>	Ergänzung der Lieferantenbewertung um Umweltaspekte	2027	offen



## GÜLTIGKEITSERKLÄRUNG

### Erklärung des Umweltgutachters zu den Begutachtungs- und Validierungstätigkeiten

Der unterzeichnende, **Bernhard Schwager**, EMAS-Umweltgutachter mit der Registriernummer DE-V-0416, zugelassen für die Bereiche Telekommunikation, Erbringung von Dienstleistungen der Informationstechnologie, Informationsdienstleistungen sowie Forschung und Entwicklung (NACE-Codes: 61.9, 62, 63.1, 72) bestätigt, begutachtet zu haben, ob der Standort der Organisation

**Leibniz-Rechenzentrum**  
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften  
Boltzmann Str. 1, 85748 Garching bei München

wie in der Umwelterklärung angegeben, alle Anforderungen der Verordnung (EG) Nr. 1221/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. November 2009 über die freiwillige Teilnahme von Organisationen an einem Gemeinschaftssystem für Umweltmanagement und Umweltbetriebsprüfung (EMAS), zuletzt geändert durch die Verordnung (EU) 2018/2026 vom 19. Dezember 2018, erfüllt.

Mit der Unterzeichnung dieser Erklärung wird bestätigt, dass

- die Begutachtung und Validierung in voller Übereinstimmung mit den Anforderungen der Verordnung (EG) Nr. 1221/2009 in Verbindung mit der Verordnung (EU) 2017/1505 sowie der Verordnung (EU) 2018/2026 durchgeführt wurden,
- das Ergebnis der Begutachtung und Validierung bestätigt, dass keine Belege für die Nichteinhaltung der geltenden Umweltvorschriften vorliegen,
- die Daten und Angaben der Umwelterklärung der Organisation ein verlässliches, glaubhaftes und wahrheitsgetreues Bild sämtlicher Tätigkeiten der Organisation in der Umwelterklärung geben.

Diese Erklärung kann nicht mit einer EMAS-Registrierung gleichgesetzt werden. Die EMAS-Registrierung kann nur durch eine zuständige Stelle gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1221/2009 erfolgen. Diese Erklärung darf nicht als eigenständige Grundlage für die Unterrichtung der Öffentlichkeit verwendet werden.

Stuttgart, den 05.12.2025

Ort, Datum

Bernhard Schwager,  
Zugelassener Umweltgutachter (DE-V-0416)

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Bernhard Schwager'.

## LITERATURVERZEICHNIS:

Bitkom (2024): Energieeffizienzgesetz für Rechenzentren.

URL: <https://www.bitkom.org/sites/main/files/2024-01/bitkom-leitfaden-energieeffizienzgesetz-fuer-rechenzentren.pdf>.

Blauer Engel (2023): Vergabekriterien Rechenzentren DE-ZU 228.

URL: <https://produktinfo.blauer-engel.de/uploads/criteriafile/de/211/DE-UZ-228-202301-de-Kriterien-V3.pdf>.

Bitkom (2023): Rechenzentren in Deutschland: Aktuelle Marktentwicklungen,

Update 2023: <https://www.bitkom.org/sites/main/files/2023-05/BitkomStudieRechenzentreninDeutschland2023.pdf>.

Wilde, T., Auweter, A. & Shoukourian, H. (2013, 25. Juli); "The 4 Pillar Framework for energy efficient HPC data centers"; Comput Sci Res Dev 29, 241–251 (2014); Springer Nature Link.

Abgerufen am 3.11.2025 von <https://link.springer.com/article/10.1007/s00450-013-0244-6>



# IMPRESSUM

## IMPRESSUM

### Herausgeber

Leibniz-Rechenzentrum der  
Bayerischen Akademie der Wissenschaften

### Konzeption

Sophia Kranz  
Susanne Vieser

### Grafik & Layout

Ivana Steinbeiß  
Erika Krimmer  
Veronika Hohenegger

### Bildnachweise

Die Nutzungsrechte aller in dieser Broschüre  
verwendeten Bilder liegen beim LRZ und/oder  
wurden über Stock-Lizenzen erworben.

### Kontakt

Leibniz-Rechenzentrum  
Boltzmannstraße 1  
85748 Garching b. München  
Tel: (089) 35831 8000  
Email: [presse@lrz.de](mailto:presse@lrz.de)

Stand: Dezember 2025

# IT DIENSTE FÜR DIE WISSENSCHAFT



Leibniz-Rechenzentrum  
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

## Kontakt

Leibniz-Rechenzentrum  
Boltzmannstraße 1 • 85748 Garching b. München  
Tel: (089) 35831 8000 • Internet: [www.lrz.de](http://www.lrz.de)

