

**Höchstleistungsrechenzentrum
und
Institut für Höchstleistungsrechnen
der Universität Stuttgart**



Umwelterklärung 2021

Titelseite: Höchstleistungsrechner Hawk
(Bild: Ben Derzian for HLRS)

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	4
Organisation	5
Das Höchstleistungsrechenzentrum der Universität Stuttgart	5
Das Institut für Höchstleistungsrechnen der Universität Stuttgart	7
Umweltschutz und Nachhaltigkeit am HLRS und IHR	8
Geltungsbereich des Umwelt-Managementsystems.....	8
Nachhaltigkeits- und Energieleitlinien	8
Blauer Engel für energieeffizienten Rechenzentrumsbetrieb	8
Umwelt- und Nachhaltigkeitschronik	11
Organisation des Umweltmanagements am HLRS und IHR.....	13
Neue Rechner und Rechenzentrumsneubau	15
Schulungen und Bewusstseinsbildung	16
Nachhaltige Beschaffung.....	18
Energie am HLRS.....	19
Energieversorgung	19
Rebound-Effekt	20
Beschreibung der betrachteten Produktionskennzahlen für Energie	20
Umweltkennzahlen	24
Strom.....	24
Kälte	25
Wärme.....	27
CO ₂ -Emissionen	28
Wasser und Abwasser.....	31
Abfall	34
Papier	36
Zusammenfassung der Umweltkennzahlen.....	37
Umweltprogramm.....	40
Ableitung des Umweltprogramms.....	40
EMAS-Bewertungstabelle (verkürzter beispielhafter Auszug).....	42
Nachhaltigkeits- und Umweltprogramm (Auszug).....	45
Umgesetzte Nachhaltigkeitsprojekte.....	50
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis.....	53
Gültigkeitserklärung des Umweltgutachters nach EMAS.....	55
Kontakt	56
Impressum.....	56

Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

als Höchstleistungsrechenzentrum tragen wir eine besondere Verantwortung für Umwelt und Gesellschaft. Während wir durch die Bereitstellung von Höchstleistungsrechnerkapazität und Unterstützung unserer Nutzer bei der Optimierung bestehender Systeme oder beispielsweise bei der Simulation der Auswirkungen des Klimawandels einen wesentlichen Beitrag zum Umweltschutz und zur Nachhaltigkeit leisten können sind wir gleichzeitig gefordert, unseren eigenen Beitrag zu Themen wie Energieverbrauch oder CO₂-Ausstoß kritisch zu optimieren.

Es liegt auf der Hand, dass wir als Höchstleistungsrechenzentrum nicht besser sein können, als die Technologie, die uns zur Verfügung steht. Wir müssen daher gemeinsam mit unseren Lieferanten und Kunden daran arbeiten, die Technologie und ihre Nutzung so weiterzuentwickeln, dass auch das HLRS dem Ziel der CO₂ Neutralität kontinuierlich näher kommt.

Gerade als technisches Zentrum wollen wir die beste Technik optimal einsetzen, um im Bereich des Umweltschutzes und der Nachhaltigkeit das Gleiche zu bieten wie auf dem Gebiet des Rechnens – Höchstleistungen.

Gleichzeitig wollen wir mit dem Institut für Höchstleistungsrechnen nicht nur Umweltschutz und Nachhaltigkeit leben, sondern auch in unsere Ausbildungsaktivitäten an der Universität und darüber hinaus einbringen und somit schon früh ein Bewusstsein für diese Aspekte bei den Studierenden schaffen.

Mit besten Grüßen



Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Dr. h.c. Prof. E.h. Michael Resch
Direktor des HLRS



Foto: Boris Lehner for HLRS

Organisation

Das Höchstleistungsrechenzentrum der Universität Stuttgart

Das Höchstleistungsrechenzentrum der Universität Stuttgart (HLRS) verfügt als eines der drei deutschen Bundeshöchstleistungsrechenzentren über einen der derzeit schnellsten Rechner Europas sowie über eine Vielzahl weiterer mittelgroßer High-Performance-Computing (HPC) Systeme. Die Rechner des HLRS sind von deutschlandweiter und europäischer Bedeutung. Durch die wachsende Nutzung des Höchstleistungsrechnens und der gleichzeitig immer weiter zunehmenden Größe und Energiebedarf der dafür verwendeten Computer entstehen in allen Bereichen neue Herausforderungen, nicht zuletzt auch auf dem Gebiet der Nachhaltigkeit. Dem stellt sich das HLRS durch die Einführung und Aufrechterhaltung eines Nachhaltigkeits- und Energie-Managementsystems.

Aufgabe des HLRS

Das Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart (HLRS) ist ein Rechenzentrum, das Wissenschaft und Industrie Zugang zu Supercomputern bietet. Es wurde 1995 unter dem Dach des Rechenzentrums der Universität Stuttgart gegründet und ist seit dem Jahr 1996 erstes deutsches Bundeshöchstleistungsrechenzentrum. Das HLRS ist seit 2003 eine eigenständige zentrale Einrichtung der Universität Stuttgart. Seit 2007 ist das HLRS Mitglied des Gauss Centre for Supercomputing¹ (GCS) und arbeitet dort mit seinen Partnern insbesondere an der Unterstützung von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern zusammen.

Von Beginn an hat das HLRS seine Dienstleistungen nicht nur der Wissenschaft, sondern auch kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) sowie der Industrie zur Verfügung gestellt. Rechenleistung und Beratung in der effizienten Nutzung von Großrechnern werden auch in Zusammenarbeit mit dem Automotive Simulation Center Stuttgart² und dem Media Solution Center Baden-Württemberg³ angeboten. Das HLRS stellt nicht nur Rechenzeit zur Verfügung, sondern unterstützt als Kompetenzzentrum für wissenschaftliches Rechnen seine Anwender in allen Fragen der Simulation und des Hoch- und Höchstleistungsrechnens.

Standort, Lage, und Mitarbeitende

Das HLRS hat seinen Hauptstandort auf dem Campus Vaihingen der Universität Stuttgart in der Nobelstraße 19. Hier sind Hoch- und Höchstleistungsrechner mit ihrer Versorgungstechnik sowie die Büros der Mitarbeitenden untergebracht. Im Gebäude Nobelstraße 19A befindet sich eine Erweiterung der Stromversorgung und Kühlung des Rechners um 4 MW.

Auch im „normalen“ Rechenzentrum TIK⁴ der Universität Stuttgart im Allmandring 30A sind einige Rechner des HLRS untergebracht. Dort und in einem Übungsraum im Pfaffenwaldring 38 sind HLRS und IHR nur „Gast“ und nicht entscheidungsberechtigter „Hausherr“. Deshalb sind diese Gebäude nicht Teil des Management-Systems. Es wird aber trotzdem versucht, auch dort die Nachhaltigkeitsprinzipien

1 <https://www.gauss-centre.eu/>

2 <https://www.asc-s.de/>

3 <https://msc-bw.com/>

4 <https://www.tik.uni-stuttgart.de/>

soweit irgend möglich umzusetzen. Die Daten der vorliegenden Umwelterklärung beziehen sich also nur auf den validierten Standort Nobelstraße 19 und 19A.

Am HLRS sind 152 und am IHR 16 Mitarbeitende beschäftigt. Zusammen sind 26 verschiedene Nationen vertreten (Stand: 31. Dez. 2021).

Forschung am HLRS

Zur Aufrechterhaltung und zum Ausbau seiner Kompetenzen forscht das HLRS selbst auf dem Gebiet des Höchstleistungsrechnens und beteiligt sich an von Industrie, Land, Bund und Europäischer Union geförderten Forschungsprojekten.

Das HLRS und seine Nutzer forschen hauptsächlich in den Ingenieurwissenschaften und auf dem Gebiet globaler Herausforderungen. Dabei liegen die Schwerpunkte bei den Themen Energie, Mobilität, Klima und Gesundheit. Die Nutzer des HLRS kommen aus den verschiedensten Bereichen, u.a. aus der Automobil-, Luft- und Raumfahrttechnik, den Sozialwissenschaften sowie der chemischen, pharmazeutischen und medizinischen Forschung. Ein besonderer Schwerpunkt liegt in der Zusammenarbeit mit kleinen und mittelständischen Unternehmen.

Das HLRS ist an verschiedenen Exzellenz-Zentren beteiligt. Aus der Sicht der Nachhaltigkeit ist die Beteiligung an Aktivitäten im Bereich „Global Systems Science“ hervorzuheben. Durch Mitarbeit in diesem Themengebiet soll Höchstleistungsrechnen zur Unterstützung der Lösungsfindung von komplexen gesellschaftlichen und wissenschaftlichen Problemen genutzt werden.

Um sicherzustellen, dass gesellschaftlich bedeutsame Themen Eingang in die Simulationswissenschaft finden, lässt sich das HLRS in seiner Forschung durch einen gesellschaftspolitischen Beirat⁵ beraten und bei der Identifikation neuer gesellschaftspolitisch relevanter Themen unterstützen.

Forschung im Bereich Energie

Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Energiewirtschaft stellt Simulation ein wertvolles Instrument dar. Am HLRS werden Technologien zur Senkung von Emissionen, wie z.B. die Optimierung von Gasturbinen, simuliert. Die Simulation von erneuerbarer Energieversorgung spielt ebenfalls eine wichtige Rolle, so werden unter anderem Wasser- und Gezeitenkraftwerke sowie Windturbinen am HLRS gestaltet und optimiert.

Forschung im Bereich Mobilität

Das weltweit steigende Verkehrsaufkommen erfordert eine nachhaltige Mobilität. Numerische Simulationen wie sie am HLRS unter anderem in Zusammenarbeit mit dem Automotive Simulation Center Stuttgart betrieben werden, können helfen, energie- und ressourceneffiziente Mobilitätskonzepte zu entwickeln. Als Beispiele seien der Entwurf und die Auslegung von alternativen Antriebskonzepten, z.B. E-Mobilität und neue Materialkombinationen für einen hybriden Leichtbau genannt.

Forschung im Bereich Klima

Das HLRS unterstützt die Klimafolgenforschung. Höchstleistungsrechnen ermöglicht es, Klimaprognosen zu erstellen und Naturgefahren besser abzuschätzen, denn um große natürliche Systeme

⁵ <https://www.hlrs.de/social-responsibility/sociopolitical-advisory-board>

wie die Atmosphäre und die Ozeane realistisch modellieren zu können, sind sehr große Rechenleistungen und Datenspeicher nötig. Höchstleistungsrechnen ermöglicht es auch, Erdsystemmodelle mit gekoppelten Simulationen von Atmosphäre, Ozeanen, Land und Eis sowie Vegetation zu entwickeln.

Forschung im Bereich Gesundheit

Das HLRS und seine Benutzer entwickeln medizinische Simulationen in unterschiedlichen Bereichen. So wird z.B. numerische Strömungsmechanik zur Simulation der Luftströmung in den menschlichen Atemwegen eingesetzt, um die Ausbreitung von inhalierten Medikamenten zu optimieren. Weiterhin wird die Blutströmung in Arterien simuliert, um die prinzipiellen Mechanismen der Entstehung von krankhaften Erweiterungen der Aderwandung zu untersuchen. Auch werden am HLRS Knochen-Implantat-Systeme wie künstliche Hüftgelenke und Implantate zur Frakturheilung numerisch simuliert.

Aufgrund der COVID-19-Pandemie wird der Höchstleistungsrechner aktuell verstärkt für die Forschung zu diesem Thema genutzt. Neben der Grundlagenforschung zum Virus wird mit dem Bundesamt für Bevölkerung auch an einem Vorhersagemodell zur Auslastung von Intensivstationen gearbeitet.

Begleitforschung

Im Oktober 2014 wurde am HLRS eine Arbeitsgruppe zum Thema Begleitforschung eingerichtet, die sich mit Themen der Soziologie, Politikwissenschaft und Philosophie beschäftigt. Die Gruppe für „Philosophie computerbasierter Wissenschaft (Philosophy of Computational Science)“ erforscht die Beziehung zwischen Simulation und Gesellschaft auf drei Ebenen:

- Wissen der Simulation (Status des Wissens: Uncertainty, Validierung und Verifikation)
- politische Entscheidungen (Resultate von Computersimulationen: Beurteilung und Kommunikation)
- Vertrauen in Modelle (Vertrauen in Wissenschaft, Desinformation)

Im Rahmen dieser Begleitforschung werden u.a. eine Workshop-Reihe „Science and Art of Simulation“, Kolloquien, z.B. das Kolloquium „Gedanken zur Information“ (s.o.) sowie universitäre Lehre in den Bereichen Technikgestaltung und Computerethik angeboten.

Weiterbildung für Höchstleistungsrechnen

Das HLRS ist Europas größte Weiterbildungseinrichtung für Höchstleistungsrechnen mit ca. 1000 Teilnehmern jährlich und versteht sich als eine Einrichtung, die bestrebt ist, ihr Wissen kontinuierlich nach außen zu tragen.

Das Institut für Höchstleistungsrechnen der Universität Stuttgart

Das Institut für Höchstleistungsrechnen (IHR) ist im Gebäude des HLRS untergebracht. Der Direktor des HLRS ist gleichzeitig auch Institutsleiter des IHR. Organisation, Personal und Arbeit des IHR sind mit dem HLRS sehr eng verzahnt. Deshalb wurde das Institut in das Umwelt- und Energiemanagement aufgenommen.

Das IHR bietet für die Studenten der Universität Stuttgart unter anderem Vorlesungen zu Grundlagen der Informatik, computerunterstützte Simulationsmethoden im modernen Entwicklungsprozess, Informationstechnik in der Arbeitswelt und Computerethik an. Forschung betreibt das IHR u.a. in den Bereichen Nichtlineare Dynamik und Wavelets.

Umweltschutz und Nachhaltigkeit am HLRS und IHR

Das HLRS trägt durch seinen hohen Energiebedarf, aber auch durch die mit seinen Rechnern gegebenen Möglichkeiten eine besondere Verantwortung für Umwelt und Gesellschaft. Es kann durch die Bereitstellung von Rechenleistung und durch die Unterstützung seiner Benutzer einen wesentlichen Beitrag zum Umweltschutz und zur Nachhaltigkeit leisten, indem die Nutzer dabei unterstützt werden, technische Systeme im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung zu optimieren oder etwa die Auswirkungen des Klimawandels zu simulieren. Gleichzeitig ist das HLRS aber auch gefordert, eigene Beiträge zu Themen wie Energieverbrauch oder CO₂-Ausstoß zu leisten.

Das IHR bringt sein Wissen und seine Erfahrungen im Bereich Nachhaltigkeit – insbesondere auf dem Gebiet der energieeffizienten Nutzung von Rechensystemen – in die Lehre ein und übernimmt wie das HLRS im Bereich Nachhaltigkeit eine Vorbildfunktion für die Universität Stuttgart.

Geltungsbereich des Umwelt-Managementsystems

Das Umweltmanagementsystem des HLRS und IHR gilt für die Standorte Nobelstraße 19 und Nobelstraße 19A (Technikgebäude).

Nachhaltigkeits- und Energieleitlinien

Die Nachhaltigkeitsleitlinien des HLRS wurden in den Jahren 2014 und 2015 unter Einbeziehung aller Mitarbeitenden entwickelt und im August 2015 vom Vorstand formal beschlossen. Diese enthalten die Umweltsleitlinien. Aufgrund seiner engen Verbindung mit dem HLRS wurde das IHR im Juni 2018 mit in die Nachhaltigkeitsleitlinien einbezogen.

Da der Betrieb der Hoch- und Höchstleistungsrechner am HLRS besonders energieintensiv ist, hat sich das HLRS noch zusätzliche Energieleitlinien gegeben. Die Nachhaltigkeits- und Energieleitlinien geben die übergeordneten Ziele vor, an denen das HLRS sein Handeln ausrichtet. Aus ihnen folgen auch Ziele und Inhalt des Umwelt- und Energiemanagementsystems.

Blauer Engel für energieeffizienten Rechenzentrumsbetrieb

Das HLRS hat für den nachhaltigen Betrieb seiner Rechner das Umweltzeichen *Blauer Engel für energieeffizienten Rechenzentrumsbetrieb*⁶ erhalten. Diese vom Bundesumweltministerium getragene Auszeichnung ist die jüngste von diversen Zertifikaten für Nachhaltigkeit und ökologische Verantwortung, die das HLRS bisher erworben hat. Dass das HLRS die strengen Anforderungen des Blauen Engels erfüllen konnte, spiegelt die umfassenden Maßnahmen zur Maximierung der Energieeffizienz und gleichzeitig der Minimierung der Auswirkungen des Rechenzentrumsbetriebs auf die Umwelt wider⁷.



www.blauer-engel.de/uz161

⁶ <https://www.blauer-engel.de/de/produktwelt/elektrogeraete/rechenzentren>

⁷ <https://www.hlrs.de/de/news/detail/blauer-engel-fuer-das-hlrs>

Nachhaltigkeitsleitlinien des HLRS und des IHR

Vorstandsbeschluss vom 05. August 2015, erweitert auf das IHR am 20.06.2018, aktualisiert am 16.06.2020

Unternehmensverantwortung für nachhaltiges Handeln

Wir, das Höchstleistungsrechenzentrum und das Institut für Höchstleistungsrechnen der Universität Stuttgart, stehen zu unserer Verantwortung für nachhaltiges Handeln.

Wir verpflichten uns zu einer kontinuierlichen Verbesserung des Umwelt- und Klimaschutzes. Dabei sehen wir die hierfür geltenden Gesetze und Vorschriften als Mindestanforderung an und wollen diese nach Möglichkeit übertreffen. Hierfür haben wir ein dokumentiertes Nachhaltigkeitsmanagementsystem eingeführt und Nachhaltigkeitsziele und Maßnahmen zu deren Erreichung festgelegt, diese werden weiterentwickelt. Leistungen im Bereich Nachhaltigkeit sowie Umweltauswirkungen werden von uns regelmäßig erfasst und bewertet.

Verantwortlicher Umgang mit Ressourcen und Vermeidung von Umweltbelastungen

Wir legen hohen Wert auf sparsamen und effizienten Umgang mit allen Ressourcen und wollen die Energieeffizienz steigern. Soweit dies wirtschaftlich vertretbar ist, setzen wir die beste verfügbare Technik ein, um die Klimatisierung und Stromversorgung der Höchstleistungsrechner zu optimieren und die anfallende Abwärme sinnvoll zu nutzen.

Wir achten auf Wiederverwendbarkeit und Recycling bei der eingesetzten Technik und berücksichtigen bei der Beschaffung und Entsorgung ökologische Gesichtspunkte.

Wir sind bestrebt, negative Auswirkungen auf die Umwelt und Gesundheit von vorneherein zu vermeiden bzw. auf ein Minimum zu reduzieren. Im Rahmen unserer Einflussmöglichkeiten achten wir bei Neubau und Renovierung auf umweltfreundliche Materialien und sind bestrebt, bei der Anlage unserer Außenanlagen gute Lebensbedingungen für Pflanzen und Tiere zu schaffen.

Forschung und Lehre

Durch Hoch- und Höchstleistungsrechnen eröffnen sich Möglichkeiten, Energie und Ressourcen zu sparen. Wir wollen verstärkt im Bereich Nachhaltigkeit forschen und am HLRS verstärkt Aufträge mit Nachhaltigkeitsbezug annehmen. Wir betreiben und unterstützen Simulationsforschung zu den Themen Energie, Gesundheit, Mobilität und Umwelt und leisten in diesen Bereichen eigene Beiträge.

Wir bringen unser Wissen und unsere Erfahrungen im Bereich Nachhaltigkeit insbesondere auf dem Gebiet energieeffiziente Nutzung von Rechensystemen in die Lehre mit ein.

Sensibilisierung und Einbindung der Mitarbeiter

Wir wollen Nachhaltigkeit als Selbstverständlichkeit im Denken und Handeln aller Mitarbeiter/innen verankern und legen im Rahmen unserer internen und externen Schulungs- und Weiterbildungsmaßnahmen besonderen Wert auf die Vermittlung von Nachhaltigkeitsthemen. Unsere Mitarbeiter/innen werden in die Diskussion zur Umsetzung und Festlegung der Nachhaltigkeitsziele einbezogen.

Arbeitsumfeld und Gesundheitsschutz

Im Rahmen der Konzepte der Universität Stuttgart fördern wir die Gesundheit unserer Mitarbeiter/innen. Wir wollen ein familienfreundliches Arbeitsumfeld schaffen und auf eine stabile und langfristige Arbeitssituation hinwirken.

Vorbildfunktion des HLRS

Wir möchten mit unserem Engagement Vorbildfunktion für andere Hoch- und Höchstleistungsrechenzentren im Bereich Nachhaltigkeit übernehmen.

Vorbildfunktion des IHR

Wir möchten in der Lehre im Bereich Nachhaltigkeit eine Vorbildfunktion für die Universität Stuttgart übernehmen.

Regelmäßige Information

Wir führen einen offenen Dialog mit unseren Stakeholdern und veröffentlichen regelmäßig einen Nachhaltigkeitsbericht.

Energie-Leitlinien des HLRS

Vorstandsbeschluss vom 14. Juni 2016, aktualisiert am 16.06.2020

Für eine nachhaltige Entwicklung unseres Höchstleistungsrechenzentrums liegt es in unserer Verantwortung, unsere Dienstleistungen im Rahmen der technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten mit minimalem Energieverbrauch anzubieten. Die kontinuierliche Verbesserung der Energieeffizienz ist die Voraussetzung dafür.

Wir haben ein Energiemanagementsystem eingeführt und strategische und operative Ziele zur Optimierung unserer Energiebilanz und Maßnahmen zu deren Erreichung festgelegt, diese werden weiterentwickelt. Auf Grundlage von energetischen Kennzahlen wird das Erreichen dieser Ziele regelmäßig kontrolliert und dokumentiert.

Durch transparente Information sowie die Bereitstellung von Ressourcen (Personal, spezielle Fähigkeiten, technische und finanzielle Mittel) wird das Erreichen der Ziele des Energiemanagementsystems ermöglicht.

Bei dem Betrieb und der Beschaffung von Geräten insbesondere von Großrechnern und Kühlanlagen sowie bei der Erbringung von Dienstleistungen achten wir auch auf Energieeffizienz.

Unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter werden aktiv in unser Energiemanagement eingebunden. Sie werden regelmäßig über Ziele und Maßnahmen des Energiemanagementsystems und deren Erfolge informiert und erhalten die Möglichkeit, eigene Ideen zur Energieeinsparung einzubringen.

Wir schulen unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter regelmäßig zu energiebewusstem Verhalten und fördern dieses.

Umwelt- und Nachhaltigkeitschronik

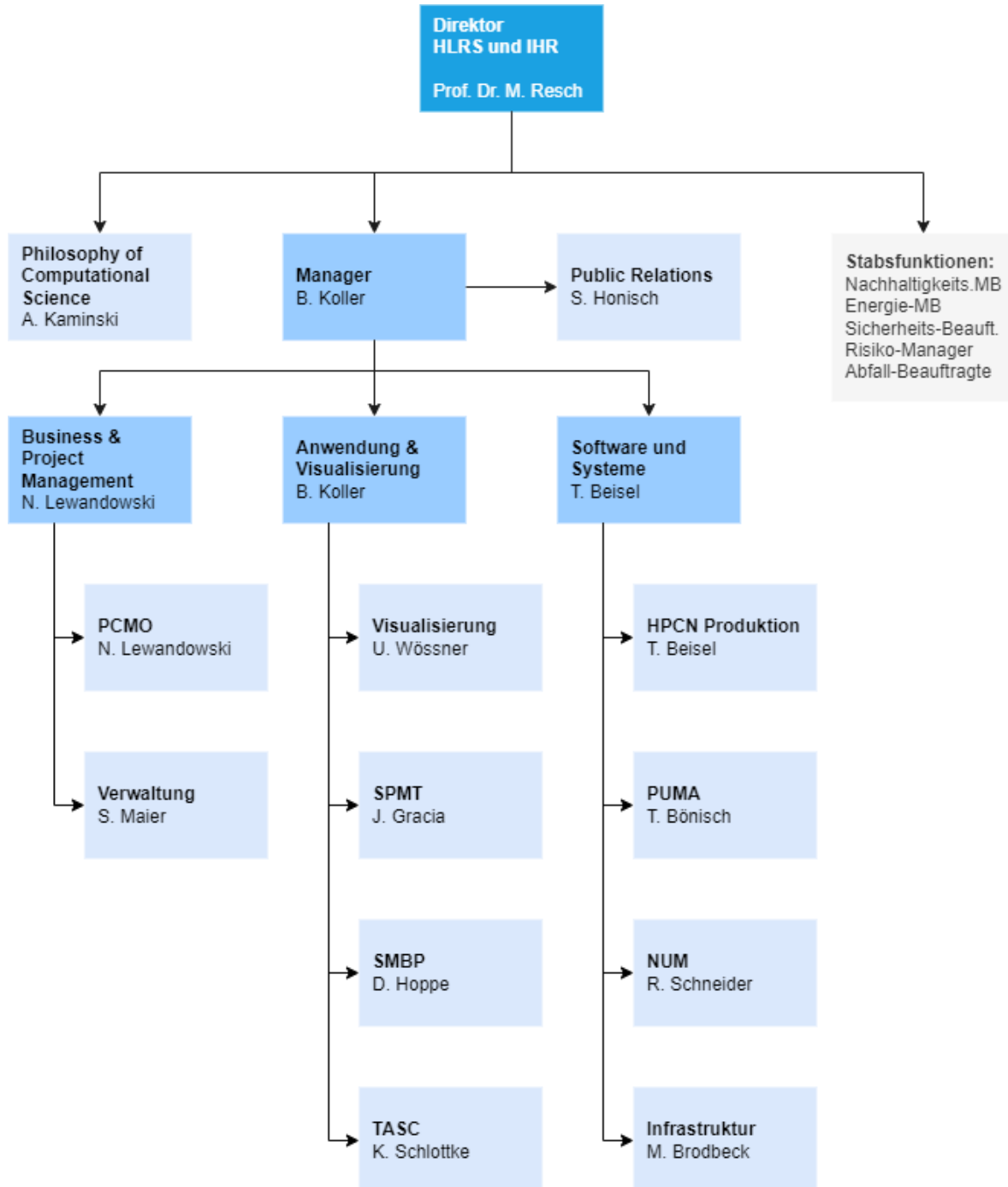
September 2011	Erster Nachhaltigkeits-Workshop für Abteilungsleiter
Mai 2014	Start des Projektes „Nachhaltigkeit in HPC-Zentren“
Juni 2014	Erste Nachhaltigkeits-Tage am HLRS mit den Themen „Was bedeutet Nachhaltigkeit für mich?“ und umweltfreundliche Beschaffung
November 2014	Erster Nachhaltigkeits-Workshop für Mitarbeiter/innen
Juli 2015	Nachhaltigkeits-Tage am HLRS mit Informationen über die Angebote des Gesundheitsmanagements der Universität und der Möglichkeit über den Entwurf der „Nachhaltigkeitsleitlinien“ zu diskutieren
August 2015	Verabschiedung von Nachhaltigkeits-Leitlinien für das HLRS
September 2015	Start der Vortragsreihe zur Nachhaltigkeit mit dem Vortrag von „Umweltmanagement bei Fischer“ von Harald Brokop, Unternehmensgruppe Fischer, Waldachtal
Mai 2016	Nachhaltigkeits-Tage am HLRS mit dem Thema "Nachhaltige Mobilität"; Angebot eines Radchecks für die Mitarbeiter/innen
Juni 2016	Verabschiedung von Energie-Leitlinien für das HLRS
August 2016	Veröffentlichung des ersten Nachhaltigkeitsberichts
Dezember 2016	Abschluss des Projektes „Nachhaltigkeit in HPC-Zentren“
Januar 2017	Start des Nachfolge-Projektes „Nachhaltigkeit in HPC-Zentren II“
April 2017	Handy-Sammelaktion am HLRS und IHR
Mai 2017	Nachhaltigkeits-Tage an der Universität Stuttgart unter dem Motto „N!achhaltigkeit und Computer?!“
Oktober 2017	Erster HLRS Energieeffizienz-Workshop für nachhaltiges Hochleistungsrechnen
Juni 2018	Nachhaltigkeits-Tage an der Universität Stuttgart unter dem Motto „Gemeinsam in eine N!achhaltige Zukunft!“ zusammen mit den studentischen Nachhaltigkeitsinitiativen an der Uni Stuttgart
Juni 2018	Erweiterung der HLRS-Nachhaltigkeits-Leitlinien auf das IHR
November 2019	Zertifizierung des HLRS und IHR nach ISO 14001, Zertifizierung des HLRS nach ISO 50001

Dezember 2019	Abschluss des Projektes „Nachhaltigkeit in HPC-Zentren II“
Februar 2020	Eintrag des HLRS in das EMAS-register und Erhalt der EMAS-Urkunde
März 2020	Das pandemiebedingte Homeoffice für fast alle Mitarbeitenden des HLRS beginnt. Das hat auch Auswirkungen auf sehr viele Umweltkennzahlen.
Juni 2020	Veröffentlichung des Praxisleitfadens „Nachhaltigkeit in Rechenzentren“
Juni 2020	Start des Projekts „Lieferkettenmanagement“
Oktober 2020	Zertifizierung des HLRS mit dem Blauen Engel für Rechenzentren
Juni 2021	Beginn der Planungen für einen neuen, größeren Rechner und ein neues Rechenzentrumsgebäude. Dabei sollen Nachhaltigkeitsaspekte eine wesentliche Rolle spielen
September 2021	Virtuelle Nachhaltigkeitstage
September 2021	Beginn der Zusammenarbeit mit dem kommunalen Sektor zu Nachhaltigkeitsaspekten

Organisation des Umweltmanagements am HLRS und IHR

Der Aufgabenbereich Umweltschutz und Nachhaltigkeit ist in der Abteilung Infrastruktur angesiedelt. Nachhaltigkeits- und Energie-Managementbeauftragter (NHK-MB und Energie-MB) des HLRS und des IHR ist der Leiter dieser Abteilung. Der Nachhaltigkeits-Managementbeauftragte ist auch Umwelt-Managementbeauftragter im Sinne von EMAS.

Organigramm des HLRS



Organigramm des HLRS, Stand 11/2022

Umweltrecht

Am HLRS wird ein Rechtskataster geführt und auf dem aktuellen Stand gehalten. Hierfür wird die Umwelt-Rechtsdatenbank von Umwelt-Online genutzt, über rechtliche Änderungen werden der Hausjurist und der Umwelt-Managementbeauftragte regelmäßig mit einem personalisierten Newsletter von Umwelt-Online⁸ informiert. Die geltenden Umweltgesetze und -vorschriften werden vom HLRS und IHR eingehalten.

Der Umwelt-Managementbeauftragte nimmt regelmäßig an Fortbildungen teil, um sich über Neuerungen im Bereich Umweltschutz und EMAS auf dem Laufenden zu halten.

Von den zahlreichen einzuhaltenden Umwelt-Gesetzen und Verordnungen sind für das HLRS und IHR folgende von besonderer Bedeutung:

Die 42. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, die Energieeinsparverordnung, die F-Gase Verordnung, die Gefahrstoffverordnung, die Gewerbeabfallverordnung, das Kreislaufwirtschaftsgesetz, die VDI 6022 („Hygieneanforderungen an Raumluftechnische Anlagen und Geräte“), die Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und die Verwaltungsvorschrift der Landesregierung Baden-Württemberg über die Vergabe öffentlicher Aufträge.

Die Novelle des baden-württembergischen Klimaschutzgesetzes fordert, die Landesverwaltung einschließlich der Universitäten bis 2030 netto treibhausgasneutral zu organisieren. Dies kann zu neuen Herausforderungen für das Umweltmanagementsystem des HLRS führen. Die Universitätsleitung arbeitet an genauen Definitionen von Scope und Bilanzgrenzen und an einem Plan für die Umsetzung. Die konkreten Auswirkungen auf das HLRS sind derzeit aber noch nicht absehbar.

Notfallvorsorge und Arbeitssicherheit

Die Sicherheit von Mensch und Umwelt ist Bestandteil des Umweltmanagementsystems. Höchste Priorität besitzt dabei der vorbeugende Schutz. Hierzu ist es notwendig, dass Gefahrenquellen bzw. Mängel, die zu Umweltschäden oder zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen können, möglichst frühzeitig erkannt und beseitigt werden. Deshalb werden von der Fachkraft für Arbeitssicherheit, dem Brandschutzbeauftragten, dem Betriebsarzt und dem Personalrat regelmäßig Sicherheitsbegehungen durchgeführt. Gegenstand dieser Prüfungen sind z.B. Flucht- und Rettungswege, Brandschutz und Erste Hilfe Material. Für Tätigkeiten, die zu Gefährdungen von Menschen oder der Umwelt führen könnten, sind regelmäßig aktualisierte Betriebsanweisungen vorhanden.

Auch in den internen Audits werden die Notfallvorsorge und die Arbeitssicherheit geprüft. Die Mitarbeitenden werden jährlich zum Brandschutz und den Gefahrstoffen unterwiesen. Die Vermeidung möglicher Umweltgefährdungen erfährt dabei besonderes Augenmerk.

Zudem haben HLRS und IHR einen Sicherheitsbeauftragten nach § 22 SGB VII.

⁸ <https://www.umwelt-online.de/>

Lärm

Das HLRS unterliegt keinen besonderen Verpflichtungen für Lärmemissionen. Die Verdunstungskühlanlagen des HLRS sind mit Schalldämpfern zur Verhinderung von störendem Lärm ausgerüstet. Im Serverraum ist durch moderne wassergekühlte Rechner ist der Lärmpegel durch die vormals sehr vielen Lüfter deutlich zurückgegangen.

Es liegen keine Beschwerden wegen Lärmbelästigungen durch die Anlagen des HLRS vor.

Verkehr

An der Universität Stuttgart wird die Anreise der Mitarbeiter/innen zum Arbeitsplatz mit dem öffentlichen Nahverkehr gefördert. Die Mitarbeitenden können ein Verkehrsverbund- oder ein DB-Job-Ticket erwerben. Das Land Baden-Württemberg zahlt auf Antrag einen Zuschuss zum „Job-Ticket BW“ in Höhe von zurzeit 25 € monatlich.

Für Fahrradfahrer gibt es am HLRS zwei überdachte Fahrradabstellplätze in der Nähe der Eingänge. Im Institutsgebäude gibt es eine Dusche, die von Fahrradfahrern genutzt werden kann.

Bei Dienstreisen werden zurzeit nur die mit dem Flugzeug zurückgelegten Kilometer und die dadurch verursachten CO₂-Emissionen erfasst, Dienstreisen mit Bahn und Auto sowie Verkehr durch die Mitarbeitenden werden nicht erfasst. Dienstreisen mit dem Flugzeug sind nur noch zulässig, wenn die dienstlichen oder wirtschaftlichen Gründe für die Flugzeugnutzung die Belange des Klimaschutzes überwiegen. Für die bei Flugreisen entstehenden CO₂-Emissionen wird vom baden-württembergischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst eine Kompensation gezahlt.

Am HLRS und IHR gibt es keine Dienstwagen. Die Nutzung eines Carsharing-Angebots durch die Mitarbeitenden wird derzeit geprüft.

Biologische Vielfalt

Rund um das Institutsgebäude wurde eine Wiese angelegt. Hier sind neben einer Vielzahl von Gräsern auch typische Wiesenpflanzen wie Schafgarbe, Gänseblümchen, Löwenzahn, Braunelle, verschiedene Kleesorten, und Wiesensalbei zu finden. Diese Flächen sind nun im vierten Jahr ihrer Entwicklung zu einem nährstoffarmen Standort. Solche Nährstoffarme Standorte sind artenreich und bilden die Grundlage für Artenreichtum in der Nahrungskette. Zunächst ist es noch eine angesäte Blühfläche mit Aussicht zur Wiese. Langfristiges Ziel ist es, aus artenarmen Vielschnittflächen eine artenreiche (zweischürige) Wiese zu entwickeln.

Damit leistet das HLRS einen wichtigen Beitrag zur Erhaltung der Biodiversität auf dem Campus Vaihingen und ist dort auch Impulsgeber zur Renaturierung weiterer Flächen. Gerade weil das Umweltmanagementsystem von HLRS und IHR organisationsbedingt sehr techniklastig ist, ist der Biodiversitätserhalt ein wichtiges Kriterium innerhalb des EMAS – Prozesses.

Neue Rechner und Rechenzentrumsneubau

Entsprechend seinem Auftrag als Bundeshöchstleistungsrechenzentrum muss das HLRS seinen Kunden jederzeit Systeme höchster Leistungsfähigkeit und neuester Technik zur Verfügung stellen. Die nächsten Rechnerbeschaffungen sind für 2024 und 2026/27 vorgesehen. Da die technischen

Fortschritte der vergangenen Jahre (kleinere Strukturbreiten der Halbleiter, Erhöhung der Anzahl der Komponenten und der Leistungsdichte) erkennbar an ihre Grenzen stoßen, müssen zukünftige Steigerungen der Rechenleistung auch durch andere Konzepte in der Systemarchitektur erreicht werden. Deshalb soll 2024 zunächst ein Übergangsrechner beschafft werden, um mit den neuen Architekturen besser vertraut zu werden.

In der übernächsten Rechnergeneration ab 2026/27 soll dann wieder in die Spitzenklasse vorgestoßen werden. Dafür wird wegen des absehbar deutlich höheren Strom- und Kühlungsbedarfs ein neues Rechenzentrumsgebäude nötig sein. Die Planungen hierfür haben 2021 begonnen. Das neue Gebäude steht schon in der Planungsphase im Zeichen der Nachhaltigkeit. Vorrangig ist dabei neben der Optimierung von Energieversorgung und Kühlung vor allem die möglichst vollständige Nutzung der Abwärme des zukünftigen Rechners zur Heizung der umliegenden Gebäude. Diese ist bereits in der Projektgenehmigung zwingend vorgeschrieben. Aber auch andere Aspekte, wie beispielsweise die Verwendung von Recycling-Beton werden von Anfang an berücksichtigt. Die technische Infrastruktur wird so ausgelegt, dass die Vergabe des Umweltzeichens „Blauer Engel für energieeffizienten Rechenzentrumsbetrieb“ weiterhin möglich ist.

Schulungen und Bewusstseinsbildung

Schulungen zum energieeffizienten Programmieren am HLRS

Die Rechenressource des Supercomputers ist teuer und energieintensiv. Sie sollte so effizient wie möglich verwendet werden. Um die Nutzer bestmöglich darauf vorzubereiten, bietet das HLRS Schulungen im Bereich Höchstleistungsrechnen an. Hierbei stehen die optimale Nutzung der Systeme und die Optimierung der Programm-Algorithmen im Fokus. Denn ein optimierter Algorithmus spart Rechenzeit und somit für Betrieb und Kühlung nötige Energie. Entsprechende Schulungen werden kontinuierlich angeboten und weiterentwickelt, da Fortschritte in der Computertechnologie auch immer wieder neue Anforderungen an die verwendeten Algorithmen und Optimierungsstrategien stellen.

Die in 2020 neu eingerichtete Supercomputing-Akademie⁹ des HLRS bietet zum Thema HPC und Simulation berufsbegleitende Weiterbildung für Teilnehmer aus Industrie und KMUs im blended learning Format. Das Modul „HPC-Cluster - Auslegung, Kosten & Nachhaltigkeit“ behandelt explizit verschiedene Aspekte der Nachhaltigkeit sowie entsprechende Managementsysteme rund um HPC-Cluster. Dabei wird auch erklärt, dass Nachhaltigkeit, insbesondere Energieeffizienz, auch kostensparend ist.

Unterstützung der Nutzer bei der Optimierung und Effizienzsteigerung ihrer Programme

Im Rahmen der Beschaffung der Höchstleistungsrechner Hawk wurde aufgrund von Bemühungen des HLRS auch ein signifikanter Anteil finanzieller Mittel zur Finanzierung von Software-Optimierungen vorgesehen. Dadurch konnte Rahmen des Projektes SiVeGCS ein High Level Support Team (HLST) eingerichtet werden. Diese Gruppe besteht aus ca. 10 im HLRS angesiedelten HPC-Experten, die einerseits über fundierte Kenntnisse der verwendeten HPC-Architekturen sowie der angewandten

⁹ <https://www.supercomputing-akademie.de/>

Mathematik, Informatik und Datenverwaltung verfügen und andererseits in den von ihnen unterstützten Anwendungsbereichen erfahren sind. Das Team unterstützt in Vollzeit die Nutzer des Höchstleistungsrechners individuell bei der Optimierung und Effizienzsteigerung ihrer Programme. Die hierbei erreichbaren Verbesserungen variieren sehr stark, in Einzelfällen konnte die Rechenzeit –und damit näherungsweise auch der Energieverbrauch– um mehr als einen Faktor zwei reduziert werden.

Multiplikatoreffekt

Die in den Schulungen und individuellen Unterstützungen gewonnenen Kenntnisse und Erfahrungen tragen die Teilnehmenden in ihr eigenes akademisches oder industrielles Umfeld weiter und bewirken so einen Multiplikatoreffekt für die Nachhaltigkeitsbemühungen des HLRS.

Einbindung der Mitarbeitenden

Die Motivation und frühzeitige Einbindung aller Mitarbeiter/innen in die Nachhaltigkeitsbestrebungen ist dem HLRS besonders wichtig. Die Sensibilisierung und Bewusstseinsbildung der Mitarbeitenden für eine nachhaltige Entwicklung wird durch regelmäßige Schulungen und Informationsaustausch unterstützt. Die Abteilungsleiter/innen des HLRS werden in Zusammenarbeit mit der Akademie für Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg bereits seit dem Jahr 2011 zum Thema Nachhaltigkeit geschult. Seit 2014 werden außerdem jährlich eintägige Mitarbeiter-Workshops zum Thema „Nachhaltigkeit am HLRS“ angeboten, die auch von den Mitarbeitenden des IHR und zum Teil auch von den Mitarbeitenden der dauerhaft am HLRS anwesenden Fremdfirmen besucht werden. Diese Workshops bieten eine gute Gelegenheit, die Mitarbeiter/innen in die Diskussion zur Festlegung und Umsetzung der Nachhaltigkeitsziele des HLRS und IHR einzubeziehen.

Zusätzlich wurde im September 2015 die „Vortragsreihe Nachhaltigkeit“ gestartet, bei der mehrmals im Jahr ein Vortrag mit Diskussion zu einem aktuellen Nachhaltigkeitsthema angeboten wird. Pandemiebedingt fanden seit 2020 keine Veranstaltungen dieser Vortragsreihe statt.

Nachhaltigkeitstage

Schon seit 2014 werden vom HLRS-Nachhaltigkeits-Team im Rahmen der landesweiten Nachhaltigkeitstage jährlich eigene Nachhaltigkeitstage geplant und durchgeführt. Sie dienen sowohl intern der Information und Motivation der Mitarbeitenden, als auch extern der Information verschiedener Stakeholder. Anfangs haben diese am HLRS stattgefunden, seit 2017 finden sie an öffentlich zugänglichen Orten an der Universität Stuttgart statt.

Ab 2019 werden die Nachhaltigkeitstage vom Nachhaltigkeitsreferenten der Studierendenvertretung der Universität Stuttgart (STUVUS) organisiert. Am HLRS werden für interessierte Mitarbeitende und Studierende der Universität im Rahmen dieser Nachhaltigkeitstage Rechnerraumführungen und Besichtigungen des 3D-Visualisierungsraums CAVE angeboten. Für HLRS-Mitarbeitende wurde eine Handy-Sammelaktion durchgeführt.

Seit dem Jahr 2020 fanden die Nachhaltigkeitstage Pandemie-bedingt rein virtuell statt. Das HLRS war dabei jeweils mit mehreren Vorträgen vertreten.

Nachhaltige Beschaffung

Allgemeines

Als Teil der Universität unterliegt das HLRS den Beschaffungsregeln für die öffentliche Hand. Die Verwaltungsvorschrift (VwV) Beschaffung¹⁰ des Landes Baden-Württemberg ermöglicht es inzwischen, bei Beschaffungen deutlich stärker als bisher qualitative, innovative, soziale, und umweltbezogene Aspekte in den Vordergrund zu rücken. Konkret heißt dies, dass bei Beschaffungen zum Beispiel umweltgerechte Aspekte wie Energieverbrauch, Energieeffizienz eine gewichtigere Rolle spielen können, einzelne Aspekte wie Energieeffizienz müssen verbindlich berücksichtigt werden. Außerdem werden soziale Aspekte wie die Förderung der sozialen Integration und der Gleichstellung, ILO-Kernarbeitsnormen und fair gehandelte Produkte berücksichtigt.

Um die Kenntnisse dazu am HLRS zu vertiefen und die existierenden Möglichkeiten auszuloten, wurde in dem internen Projekt „Nachhaltiges Lieferkettenmanagement am HLRS“ mit den Schwerpunkten Beschaffung und End-of-Life-Management die Möglichkeiten der nachhaltigen Beschaffung von IT-Komponenten und insbes. Hochleistungsrechnern am HLRS genauer untersucht und evaluiert. Um diese Lieferkette eingehender zu betrachten, hat die Projektlaufzeit jedoch nicht ausgereicht. Die Aspekte des End-of-Life Managements konnten nur im Ansatz untersucht werden. Das HLRS verfolgt diese Themen aber im Rahmen von neuen Projekten, z.B. ENRICH¹¹ weiter.

Daneben wurde ein Verhaltenskodex (engl. Code of Conduct, CoC) für Lieferanten des HLRS entwickelt, der die sozialen, ökologischen sowie ethischen Anforderungen und Erwartungen des HLRS an seine Lieferanten formuliert. Damit soll sichergestellt werden, dass die Lieferanten des HLRS ihre Verantwortung bezüglich Menschenrechten, Umweltschutz und ethischen Standards wahrnehmen und umsetzen. Die Zentrale Beschaffungsstelle der Universität hat ihr Interesse an diesem CoC bekundet, und prüft seine universitätsweite Verwendung.

Aus dem Umweltlabel Blauer Engel für energieeffizienten Rechenzentrumsbetrieb ergeben sich verschiedene Anforderungen zum Energiebedarf von neu zu beschaffenden IT-Komponenten. So darf die Leistungsaufnahme im Ruhezustand bestimmte Werte nicht überschreiten. Auch eine Lebenszyklusbetrachtung ist vorgeschrieben.

Beschaffung von Höchstleistungsrechnern

Die nächste Beschaffung eines neuen Höchstleistungsrechners steht voraussichtlich 2024 an. Die neuen Möglichkeiten der VwV Beschaffung, die Ergebnisse des Lieferkettenprojekts sowie der CoC werden dabei eingehen. Zur Sicherstellung der Rechtskonformität wird eine Fachanwaltskanzlei damit befasst.

Beschaffung von Büro IT

Ein Großteil der IT-Ausstattung für die Büros wird zentral über die Universität Freiburg beschafft. Diese schreibt im Auftrag des Landes Baden-Württemberg PCs, Notebook- und Workstation-Systeme zum

¹⁰ https://wm.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-wm/intern/Dateien_Downloads/Wirtschaftsstandort/Beschaffung-Land/VwV_Beschaffung_vom_24_07_2018_konsolidierte_Fassung_bf.pdf

¹¹ <https://www.hlrs.de/projects/detail/enrich>

Einsatz an den Hochschulen des Landes aus. Die Universität Freiburg achtet bei diesem ausgelagerten Prozess insbesondere auf die Energieeffizienz der Geräte. Zudem kann durch diese Bündelung des Bestellvolumens aller Hochschuleinrichtungen in Baden-Württemberg auch ein sehr gutes Preis-Leistungs-Verhältnis erzielt werden.

Beschaffung von Büromaterialien

Papier

Das HLRS benutzt seit April 2017 100 Prozent Recyclingpapier mit dem Blauen Engel für Drucker und Kopierer. Neben dem Einsatz von Recyclingpapier wird auch auf die Reduktion der Papiermenge gesetzt. Um den Papierverbrauch am HLRS zu reduzieren, wird generell doppelseitig gedruckt. Die Standardeinstellung für die Multifunktionsdrucker wurde an den Computern der Mitarbeiter/innen so eingerichtet, dass grundsätzlich schwarz-weiß gedruckt wird, Farbausdrucke werden möglichst vermieden. Einseitig bedruckte Fehldrucke werden in der Verwaltung unter Berücksichtigung des Datenschutzes als Schmierpapier oder kleingeschnitten als Notizzettel eingesetzt. Die Umschläge für die Uni Hauspost werden mehrmals benutzt.

Weitere Büromaterialien

HLRS und IHR beschaffen bei Büromaterialien, wo immer es möglich ist, im Vergleich zu Standardmaterial umweltfreundlichere Alternativen (anschauliches Beispiel: langlebige Buntstift-Neonmarker anstelle von Lösungsmittelhaltigen Einweg-Filzstiften).

Energie am HLRS

Das HLRS ist ein Großverbraucher von Energie. Der weitaus größte Teil der Energie wird für den Betrieb der Hoch- und Höchstleistungsrechner eingesetzt. Dies soll möglichst effizient geschehen. Um dies sicherzustellen, betreibt das HLRS ein nach ISO 50001 zertifiziertes Energiemanagementsystem. Durch dieses werden sämtliche Energieverbräuche dokumentiert, Energieeffizienzpotenziale ermittelt, sowie geeignete Maßnahmen zur Energieeinsparung vorgeschlagen und umgesetzt.

Der Stromverbrauch in den Büros des HLRS und IHR ist im Vergleich zum Verbrauch für den Rechnerbetrieb gering. Dennoch werden die Mitarbeitenden auch hier für die effiziente und sparsame Nutzung von Energie sensibilisiert.

Energieversorgung

Die Stromversorgung des HLRS und IHR erfolgt durch das Heizkraftwerk (HKW) der Universität Stuttgart. Das HKW erzeugt Strom mit gemäß EU-Richtlinie 2004/8/EG zertifizierter hocheffizienter Kraft-Wärme-Kopplung und kauft zudem Ökostrom aus Wasserkraft zu. Die Ausschreibung für den Zukauf läuft seit 2018 über den Landesbetrieb Vermögen und Bau Baden-Württemberg.

Die Kälteversorgung des HLRS erfolgt hauptsächlich durch eigenerzeugte Kälte aus freier Kühlung. Zusätzlich benötigte Kälte stammt aus dem campusweiten Fernkältekreis der Universität. Diese Fernkälte wird in mit Eigenstrom betriebenen Kompressionskälteanlagen erzeugt. Das HLRS betreibt keine eigenen Kompressionskälteanlagen.

Die Wärmeversorgung der Gebäude des HLRS erfolgt mit der Abwärme des Höchstleistungsrechners über Wärmepumpen. Zur Erhöhung der Verfügbarkeit besitzt das HLRS einen Anschluss an das campusweite Fernwärmenetz der Universität.

Rebound-Effekt

Der Auftrag des HLRS besteht darin, Rechenleistung der internationalen Spitzenklasse zur Verfügung zu stellen. Die mögliche Rechenleistung ist primär durch die jeweils zur Verfügung stehenden finanziellen Ressourcen für Investition und Betrieb, und dadurch auch durch die zur Verfügung stehende Energie, begrenzt. Die erzielten energetischen Effizienzgewinne werden mit jeder neuen Rechnergeneration entsprechend dem Auftrag des HLRS zur weiteren Erhöhung der verfügbaren Rechenleistung genutzt.

Beschreibung der betrachteten Produktionskennzahlen für Energie

Typische Produktionskennzahlen nach dem Prinzip „Energieaufwand je produzierte Einheit“ sind für das Produkt „Rechenleistung von Rechenzentren“ nicht sinnvoll darstellbar. Zur Verfolgung und Entwicklung der Energieeffizienz werden in der IT-Branche üblicherweise folgende Effizienzkennzahlen ermittelt.

Energy Usage Effectiveness (EUE) HLRS (ohne Büros) [kleiner ist besser]

Der Gesamtenergiebedarf des Rechenzentrums ist immer größer als der Energieverbrauch der IT. Mit dem EUE-Wert wird die gesamte verbrauchte Energie des HLRS (exklusive der Mitarbeiterbüros) mit dem Stromverbrauch der IT-Systeme in Relation gesetzt. Der EUE-Wert gibt somit an, wie effektiv die zugeführte Energie in einem Rechenzentrum genutzt wird.

$$EUE_{\text{ohne Büros}} = \frac{\text{Gesamtenergiebedarf Rechenzentrum}_{\text{exkl. Büros}}}{\text{Energiebedarf IT}}$$

Je kleiner dieser Wert, d.h. je näher sich der Wert an 1,0 annähert, desto effizienter ist das Rechenzentrum¹².

Der Energieverbrauch der IT-Geräte (Nenner) umfasst Server, aktive Netzwerkkomponenten und Speichersysteme. Der Gesamtenergiebedarf des Rechenzentrums (Zähler) beinhaltet den Energieverbrauch der IT-Geräte plus die Energie für alle Komponenten, die für den Betrieb der IT-Geräte benötigt werden. Darunter fallen z.B. Schaltanlagen, unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV), Batterien, Energie für die Kühlung, Klimaanlage, Beleuchtung, usw.

Der EUE-Wert ist das für die Zeitspanne von einem Jahr angegebene Äquivalent zum PUE-Wert (Power Usage Effectiveness)¹³ der lediglich einen Momentanwert darstellt. Die EUE ist damit wesentlich besser geeignet, die jahreszeitlich stark schwankenden Effizienzen zu vergleichen als der PUE. Die Kennzahl ist inzwischen im Standard ISO/IEC 30134-2 definiert.

¹² <https://www.itwissen.info/EUE-energy-usage-effectiveness.html>

¹³ <https://www.datacenter-insider.de/was-ist-eigentlich-power-usage-effectiveness--pue-a-663864/>

Laut Bewertungsskala von Green Grid werden EUE-Werte von 1,2 als sehr effizient eingestuft. Dieser Wert bedeutet, dass nur ca. 20% der eingesetzten Energie für andere Prozesse wie Kühlung und Klimatisierung des Rechenzentrums oder Stromumwandlung benötigt werden. Ein EUE-Wert von 3 würde dagegen bedeuten, dass zwei Drittel der Energie in diese anderen Prozesse fließen und nur ein Drittel der Energie von der IT selbst genutzt wird.

Der EUE sollte nicht zum Vergleich unterschiedlicher Rechenzentren herangezogen werden, da diese Kennzahl stark von den klimatischen Bedingungen und anderen standortabhängigen Faktoren abhängt. In kälteren Regionen muss zum Beispiel durch die geringeren Außentemperaturen deutlich weniger Kühlleistung erbracht werden als in wärmeren Regionen, was den Gesamtenergiebedarf für das Rechenzentrum (Zähler) signifikant reduziert und somit einen geringeren (besseren) EUE Wert zur Folge hat.

EUE HLRS mit Büros [kleiner ist besser]

$$EUE_{mitBüros} = \frac{\text{GesamtenergiebedarfRechenzentrum}_{inkl.Büros}}{\text{Energiebedarf IT}}$$

Diese EUE Berechnung betrachtet den gesamten Strombezug des Rechenzentrums inklusive der Mitarbeiterbüros im Verhältnis zum Strombedarf der IT Systeme. Je kleiner dieser Wert, d.h. je näher er sich an 1,0 annähert, desto effizienter ist das Rechenzentrum.

partieller EUE (pEUE) HLRS HPC [kleiner ist besser]

Innerhalb eines Rechenzentrums können unterschiedliche Systeme und Konzepte für Stromversorgung und Kühlung verwendet werden. Der partielle EUE (pEUE) wird berechnet, um die Effizienz des jeweiligen Systems separat darzustellen.

$$pEUE = \frac{\text{Gesamtenergiebedarf}_{HPC}}{\text{Energiebedarf}_{HPC,elektrisch}}$$

Carbon Usage Effectiveness (CUE) [kleiner ist besser]

$$CUE = \frac{CO_2 - \text{EmissionenGesamtenergiebedarfRechenzentrum}}{\text{Energiebedarf IT}}$$

Verhältnis der Kohlenstoffdioxidemissionen der Energieversorgung des Rechenzentrums im Verhältnis des Energiebedarfs für die IT in Kilowattstunden (kWh). Die Einheit für den CUE-Wert ist kg CO₂/kWh. Je geringer der CUE-Wert ist, desto weniger Kohlenstoffdioxid wird von dem Rechenzentrum emittiert. In dieser Kennzahl werden die CO₂ Emissionen durch die Stromversorgung des HLRS mittels Wasserkraft und hocheffizienter KWK berücksichtigt.

Jahresarbeitszahl (JAZ) Wärmepumpe [größer ist besser]

$$JAZ_{Wärmepumpe} = \frac{\text{OutputEnergie}_{thermisch}}{\text{InputEnergie}_{elektrisch}}$$

Die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe beschreibt, wie effizient der Stromeinsatz zur Umwandlung der niederexergetischen Abwärme des Höchstleistungsrechners in Heizungswärme auf ein Jahr gesehen ist.

JAZ Trockenkühler [größer ist besser]

$$JAZ_{\text{Trockenkühler}} = \frac{\text{OutputEnergie}_{\text{thermisch}}}{\text{InputEnergie}_{\text{elektrisch}}}$$

Die Effizienz der Trockenkühler wird mittels der Jahresarbeitszahl überprüft. Die Trockenkühler erzeugen für die Luftkühlung des Rechnerraums, sowie Wasserkühlung der Batterie-USV und verschiedener Rechnersysteme effiziente Kälte.

JAZ Verdunstungskälte [größer ist besser]

$$JAZ_{\text{Verdunstungskälte}} = \frac{\text{OutputEnergie}_{\text{thermisch}}}{\text{InputEnergie}_{\text{elektrisch}}}$$

Die Jahresarbeitszahl ist der Maßstab für die Effizienz. Sie sagt aus, wie viel Kälte im Verhältnis zum eingesetzten Strom von der Verdunstungskälteanlage im Laufe eines ganzen Jahres erzeugt wurde.

Water Usage Effectiveness (WUE) [kleiner ist besser]

$$WUE = \frac{\text{Wasserbedarf}}{\text{Energiebedarf IT}}$$

Verhältnis des jährlichen Wasserverbrauchs zur Regulierung der Luftfeuchtigkeit für die Kühlung in Liter [l] zum Energieverbrauch der IT-Gerätschaften in Kilowattstunden [kWh]. Je geringer der WUE-Wert ist, desto effizienter arbeitet die Kühlung.

Durchschnittliche Jahresarbeitszahl (Ø JAZ) Kälte Gesamt [größer ist besser]

$$\text{Ø}JAZ_{\text{KälteGesamt}} = \frac{\text{Gesamtkältebedarf}}{\text{samtstrombedarfKälte}}$$

Die durchschnittliche Jahresarbeitszahl der Kälteerzeugung bewertet den gesamten Stromeinsatz für die Kälteerzeugung zur gesamten erzeugten Kälte. In dieser Kennzahl werden der Kompressionsfernkaltebedarf und deren Effizienz mitberücksichtigt.

Anteil Freie Kälte Gesamt [%] [größer ist besser]

$$\text{AnteilFreieKälte} = \frac{\text{FreieKälte}}{\text{Gesamtkältebedarf}}$$

Der Höchstleistungsrechner wird durch Verdunstungskühlanlagen und bei Bedarf durch Kompressionsfernkalte gekühlt. Insbesondere bei hohen Außentemperaturen ist die Kompressionsfernkalte zwingend erforderlich. Die adiabate Kälteerzeugung (Verdunstungskühlung) ist jedoch wesentlich effizienter. Daher wird ein möglichst hoher Anteil an der lokalen Freien Kälte angestrebt.

Neues Basisjahr

Die Kennzahlen dieser Umwelterklärung beziehen sich auf das Jahr 2021. Im Jahr zuvor fand eine Produktionsänderung am Bundeshöchstleistungsrechner statt, bei der Teilsysteme des alten Rechners Hazel-Hen und des neue Systems Hawk zum Übergang zeitweise im Parallelbetrieb waren. In 2021 war dann wieder durchgängiger Normalbetrieb, aber mit dem neuen System. Dieses hat ein etwas anderes Kühlungskonzept mit einem zusätzlichen internen Kühlwasserkreislauf. Außerdem wurde im Rahmen des Umbaus weitere Messgeräte für den Stromverbrauch einzelner Komponenten installiert. Deshalb sind die Zahlen für das Jahr 2021 nur bedingt mit denen des Vorjahrs vergleichbar. Das Jahr 2021 wird zum neuen Basisjahr für das Energiemanagement.

Folgende Energiekennzahlen ergeben sich aus dem Betrieb des HLRS für 2017 bis 2021:

Kennzahl	Einheit	2017	2018	2019	2020	2021
EUE HLRS ohne Büros	-	1,17	1,19	1,20	1,21	1,19
EUE HLRS mit Büros	-	1,19	1,21	1,21	1,24	1,21
pEUE HLRS Hawk	-	1,14	1,16	1,14	1,15	1,14
WUE	$\frac{l}{kWh}$	0,97	1,15	1,10	1,20	1,25
JAZ Wärmepumpe	-	3,8	4,2	3,9	3,49	3,58
JAZ Trockenkühler	-	8,0	5,2	8,1	8,99	13,2
JAZ Verdunstungskälte	-	18,8	17,0	18,3	17,2	18,7
JAZ Fernkälte		4,0	4,0	4,4	4,3	4,54
Ø JAZ Kälte Gesamt	-	10,1	8,6	9,3	9,2	10,9
Anteil Freie Kühlung Gesamt	%	78,8	72,5	75,3	73,3	78,1

Tabelle 1: Energiekennzahlen des HLRS, neues Basisjahr ist 2021

Erläuterungen:

Im Jahr 2019 in KW 36 fand die Wartung der Leistungsschalter und Brandmeldeanlage (BMA) nach DIN 14 675 statt. Dabei war Hazel Hen für über 3 Tage außer Betrieb. Ab November 2019 erfolgte der Rückbau der 1. Hälfte der Hazel Hen. Aufgrund dieser Projekte konnten die Kennzahlen des Referenzjahrs nicht ganz erreicht werden.

Im Jahr 2020 erfolgte der erste Teilaufbau des neuen Rechners Hawk. Ab Ende Februar 2020 wurde auch der letzte Teil von Hazel Hen abgebaut. Hawk wurde fertiggestellt und schrittweise in Betrieb genommen. Durch die Pandemie-bedingten Reisebeschränkungen für die Techniker des Herstellers dauerten Aufbau und Inbetriebnahme wesentlich länger als ursprünglich geplant. Die Rechner-bezogenen Energiekennzahlen in 2020 sind deshalb nicht mit denen der Vorjahre vergleichbar.

In 2021 war bezogen auf den reinen Rechnerbetrieb wieder ein Normaljahr. Pandemiebedingte Auswirkungen zeigten sich nur in den personalabhängigen Kennzahlen.

Die Energie-Kennzahlen des HLRS bestätigen - trotz der immer wieder auftretenden kleineren Abweichungen vom Normalbetrieb - eine sehr stabile Energieperformance.

Umweltkennzahlen

Weitere wichtige Umweltkennzahlen des HLRS und IHR sind auf den folgenden Seiten grafisch dargestellt und diskutiert.

Strom

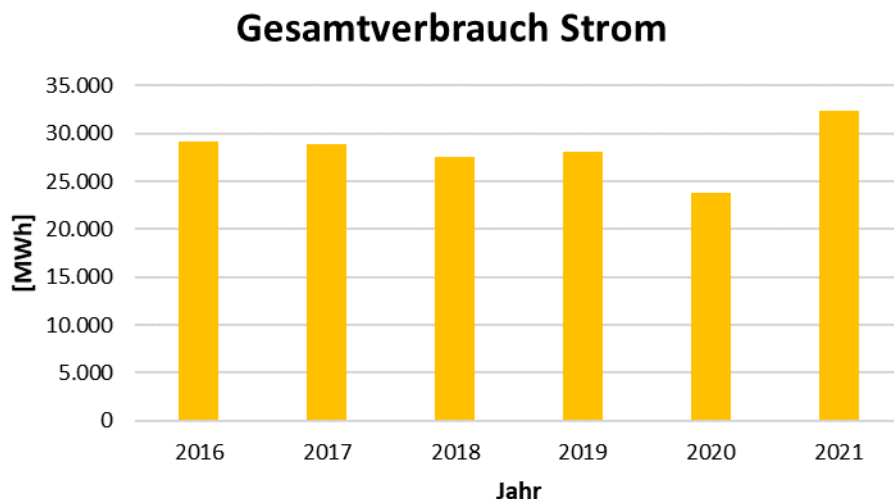


Abbildung 1: Strombedarf [MWh] in den Jahren 2016 bis 2021

Der Stromverbrauch exklusive des Strombedarfs für die extern erzeugte Fernkälte über Kompressionskälte des HLRS belief sich im Jahr 2021 auf 32.000 MWh. Durch den in 2021 wieder erreichten Regelbetrieb ergaben sich keine Schwankungen im Verlauf des Strombedarfs.



Abbildung 2: Strombedarf [MWh] im Jahr 2021

Nachdem in 2020 der Stromverbrauch wegen des Rechner-Umbaus zurückgegangen war, liegt er 2021 sogar etwas über dem langjährigen Mittel der vorvergangenen Jahre. Hauptgrund ist der höhere Strombedarf des neuen Rechners, der nun im Regelbetrieb ist.

Anteil Erneuerbarer Energien

Der Anteil erneuerbarer Energien belief sich im Jahr 2021 bei Strom auf 39,2 %. Diese stammt zum allergrößten Teil aus zu 100 % erneuerbarem netzbezogenem Ökostrom aus Wasserkraft. Die universitätseigene Stromerzeugung mittels Photovoltaik erhöht den Anteil Erneuerbarer Energien am Campus Vaihingen nur vernachlässigbar. Dieser Anteil erneuerbarer Energien ergibt sich ausschließlich aus betrieblichen Bedingungen des HKW und ist außerhalb des Einflussbereichs des HLRS.

Der nicht erneuerbare Anteil stammt vom mit Naturgas betriebenen Heizkraftwerk der Universität Stuttgart, das hauptsächlich mittels des Gas- und Dampfprozess (GuD) und mit Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) den Strom- und Wärmebedarf des Campus Vaihingen mit sehr hohen Gesamtwirkungsgraden deckt. Die Anlage ist als hocheffiziente KWK-Anlage gemäß der EU-Richtlinie 2004/8/EG zertifiziert. Mit dem so entstehenden Strom-Mix wird am Campus Vaihingen das gesamte HLRS versorgt.

Kälte

Zwei voneinander getrennte Wasser-Kühlkreisläufe stellen die Kühlung und Klimatisierung am HLRS sicher. Der größere Kühlkreislauf dient hauptsächlich der Wasserkühlung des Höchstleistungsrechners. Das durch den Rechner erwärmte Wasser wird dabei über vier offene Verdunstungskühlanlagen abgekühlt und dem Kreislauf wieder zugeführt. Diese Anlagen haben eine maximale Kühlleistung von je 1.200 kW. Vor allem bei hohen Außentemperaturen im Sommer muss zusätzlich mit Fernkälte gekühlt werden. Diese wird in den Kältezentralen Nord und Süd der Universität Stuttgart durch strombetriebene Kompressionskältemaschinen erzeugt.

Der kleinere Kühlkreislauf wird für die Klimatisierung der Server- und Besprechungsräume und Kühlung einiger Spezialrechner benötigt. Die Kühlung erfolgt über vier Trockenkühler mit einer maximalen Kühlleistung von je 250 kW. Auch hier wird bei Bedarf zusätzlich mit Fernkälte der Universität Stuttgart gekühlt.

Für den effizienten Energieeinsatz ist - neben der Rechner-Hardware - entscheidend, welches Kühlsystem eingesetzt wird. Für die Erzeugung der vom Heizkraftwerk gelieferten Fernkälte wird mehr als die dreifache Menge an Strom benötigt als für die Eigenerzeugung der gleichen Kältemenge aus freier Kühlung mit Verdunstungskühlanlagen. Um eine möglichst hohe Energieeffizienz der Kühlung zu erreichen, wird deshalb angestrebt, einen möglichst hohen Anteil der Kälte aus den Freikühlanlagen zu nutzen. Der neue Höchstleistungsrechner wird durch seine höheren Kühlwassertemperaturen hierzu einen signifikanten Beitrag leisten. Die vorgesehene höhere Kühlwassertemperatur wurde in 2021 versuchsweise erreicht. Die dabei aufgetretenen Probleme erfordern einen weiteren Umbau der Kälteverteilung.

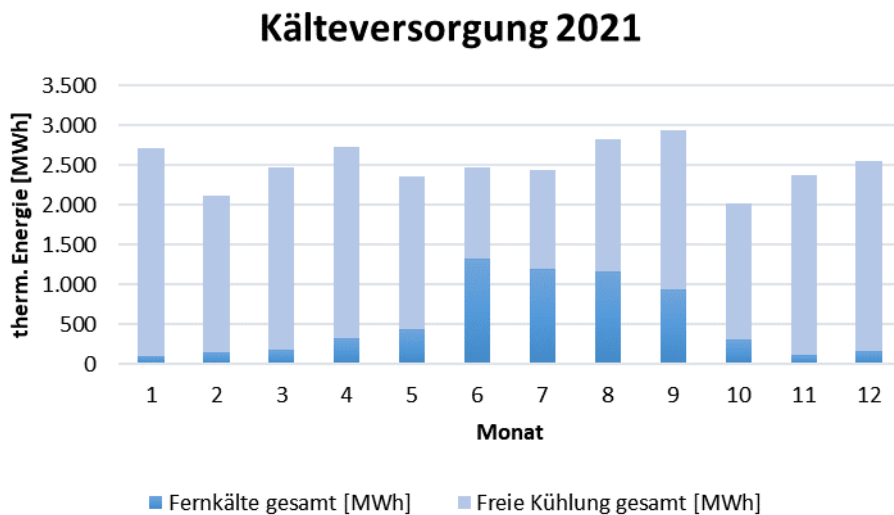


Abbildung 3: Kälteversorgung im Jahr 2021

Der Anteil der freien Kühlung aus den Verdunstungskühlanlagen am Gesamtkältebedarf hängt nicht nur von der Außentemperatur ab, sondern auch von der Luftfeuchte (genauer: von der „Feuchtkugeltemperatur“). Deshalb ist eine einfache Korrektur zur Herstellung der Vergleichbarkeit der Jahre mit einem „Klimafaktor“ wie beim Wärmebedarf nicht möglich. Im Rahmen eines Forschungsprojektes wird an einer Korrektur durch numerische Simulation des gesamten Kühlsystems gearbeitet und im Rahmen des Energiemanagementsystems angewandt.

In Abbildung 3 ist zu sehen, dass die Kälteversorgung des HLRS hauptsächlich durch die lokale Erzeugung von Kälte mit den Verdunstungskühlanlagen und Trockenkühlern des HLRS erfolgt. Vor allem in den warmen Monaten April bis Oktober wird zusätzlich vom HKW der Universität Stuttgart erzeugte Fernkälte benötigt.

Der in 2021 gegenüber dem Vorjahr deutlich auf 30.041 MWh gestiegene Kältebedarf ist direkt auf den höheren Strombedarf des Höchstleistungsrechners zurückzuführen.

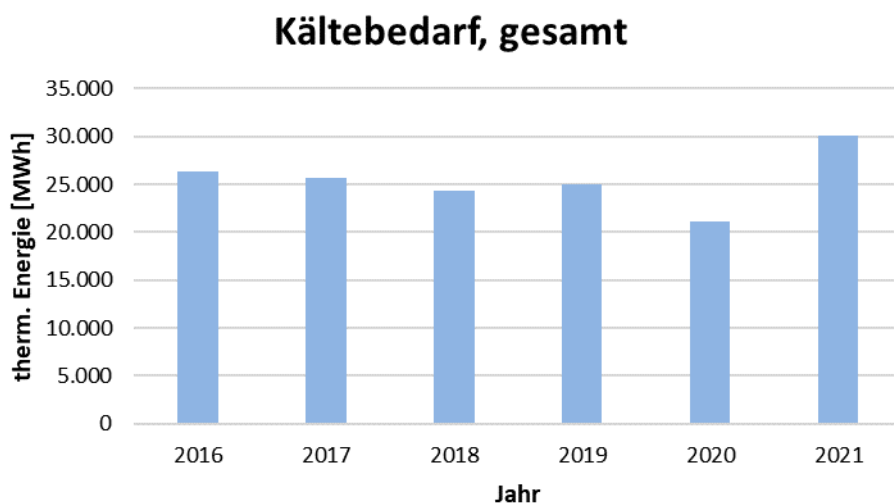


Abbildung 4: Gesamtkältebedarf in den Jahren 2016 bis 2021

Ein Großteil der verbrauchten Kälteenergie wird zur Kühlung des Höchstleistungsrechners benötigt. Im Jahr 2021 waren dies im Schnitt 83 Prozent (siehe Abb. 5).

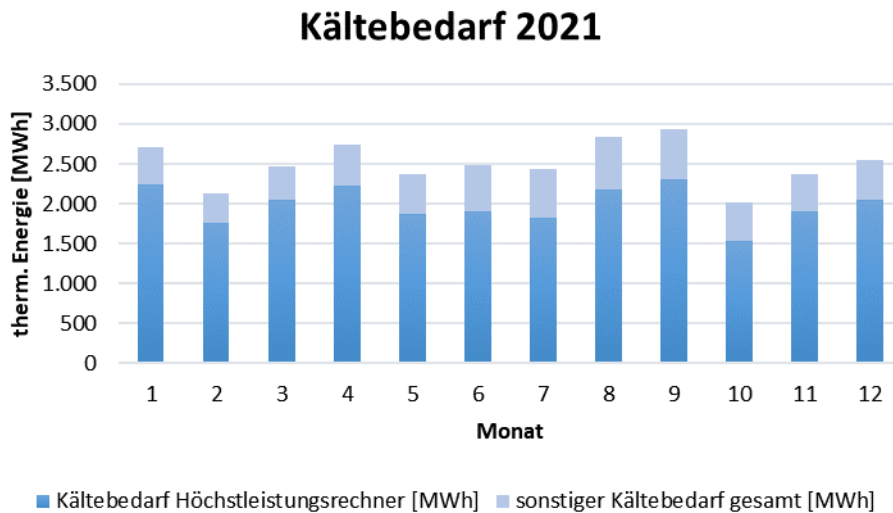


Abbildung 5: Kältebedarf 2021 –Höchstleistungsrechner und sonstiger Kältebedarf [MWh]

Wärme

Für die Beheizung der Gebäude des HLRS wird die Abwärme des Höchstleistungsrechners genutzt. Zwei strombetriebene Wärmepumpen heben das Temperaturniveau des erwärmten Kühlwassers des Rechners auf ein für Heizzwecke nutzbares Niveau an. Die Wärmepumpen haben eine maximale Heizleistung von je 55 kW. Für den Fall eines Rechnerausfalls können das HLRS und IHR zusätzlich mit Fernwärme aus der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage des Heizkraftwerks der Universität Stuttgart versorgt werden.

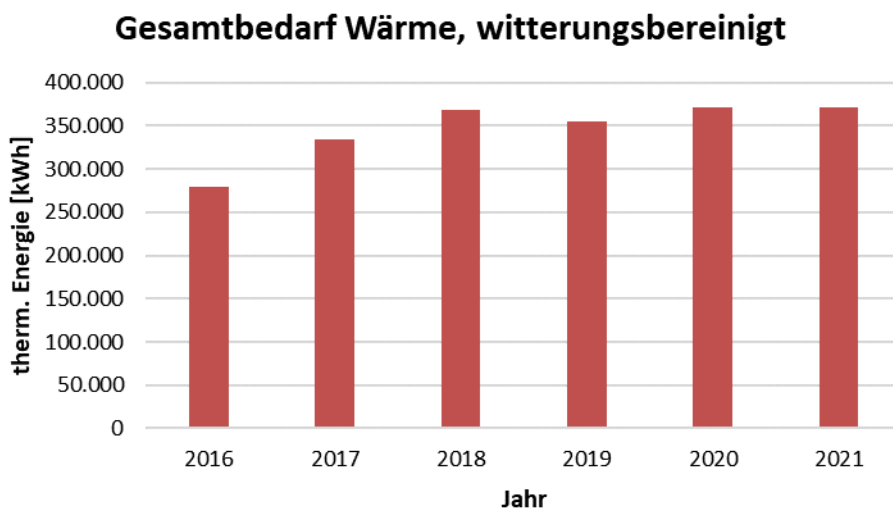


Abbildung 6: Witterungsbereinigter Gesamtwärmeverbrauch in den Jahren 2016 bis 2021

Der Wärmebedarf 2021 bewegt sich insgesamt auf dem Niveau der Vorjahre (siehe Abb. 6). Das pandemiebedingte Arbeiten der meisten Mitarbeitenden des HLRS im Homeoffice hat zu keiner

bedeutenden Verringerung des Wärmebedarfs geführt, da die Büros im Winter trotzdem geheizt werden müssen.

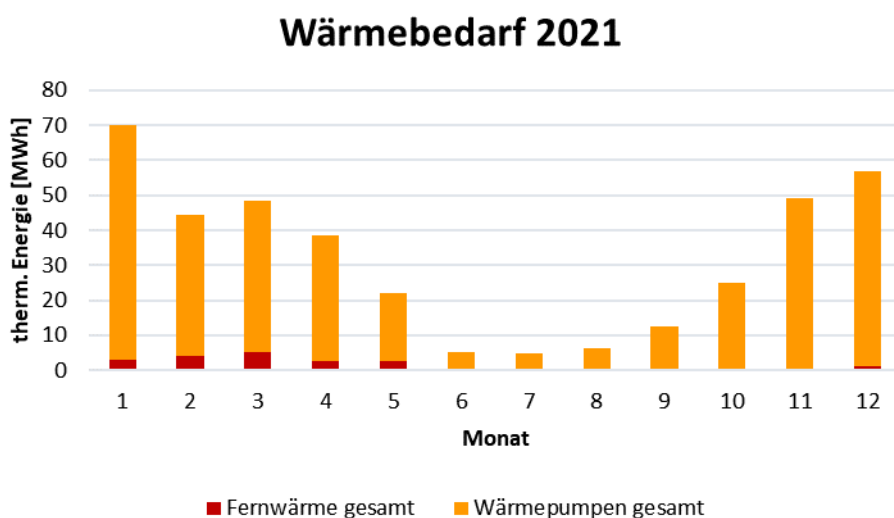


Abbildung 7: Verbrauch an Wärmeenergie [MWh] im Jahr 2021

Im Jahr 2021 konnten 96 % der benötigten Wärmeenergie über die Wärmepumpen bereitgestellt werden (s. Abb. 7). In den Sommermonaten wird ebenfalls Wärme über die Wärmepumpen erzeugt. Diese wird zur Entfeuchtung der Raumluft in den Server- und Seminar-Räume durch die Klimaanlage benötigt.

CO₂-Emissionen

Die in diesem Bericht genannten CO₂-Emissionen beziehen sich auf die indirekte Freisetzung klimaschädlicher Gase durch Energielieferanten (Scope 2). Eigene Emissionen (Scope 1) sind nicht vorhanden. Die eigentlich wünschenswerte Berücksichtigung der Emissionen in der Lieferkette (Scope 3) ist mangels Informationen der Lieferanten derzeit nicht möglich. Hier werden nur die Emissionen aus Dienstreisen (Flüge) erfasst.

Das HLRS benötigt Strom und Wärme für den Betrieb. Im Jahr 2021 lag der spezifische CO₂-Wert der Universität Stuttgart für den Campus Vaihingen bei 0,183 kg CO₂/kWh. Im Vergleich dazu liegt der spezifische CO₂-Emissionsfaktor im deutschen Strom-Mix bei 0,420 kg CO₂/kWh¹⁴. 2021 wurden durch den Strombedarf des HLRS und IHR ca. 6099 Tonnen CO₂-Emissionen verursacht. Durch den Fernkältebezug wurden im Heizkraftwerk der Uni zusätzlich ca. 260 Tonnen CO₂ erzeugt.

In 2021 wurde die Methode zur Ermittlung der spezifischen CO₂-Emissionen geändert. Auch dies spricht für die Einsetzung von 2021 als Basisjahr zur zukünftigen Beurteilung der Entwicklung.

Der Strom wird am HLRS sowohl für die direkte Versorgung des HLRS mit Elektrizität, sowie zur Kälte- und Wärmeerzeugung eingesetzt. Um Kälte zu erzeugen, wird ein Teil des Stroms für die Kompressionskälte, die Verdunstungskühlanlagen und die Trockenkühler verwendet. Um Wärme zu erzeugen,

¹⁴<https://www.umweltbundesamt.de/themen/co2-emissionen-pro-kilowattstunde-strom-steigen>

wird ein Teil des Stroms für die Wärmepumpe genutzt. Weitere Wärme wird als Fernwärme über das Heizkraftwerk der Universität Stuttgart bezogen.

Tabelle 2 zeigt die genutzten Energiemengen für Strom, Kälte und Wärme im Jahr 2021 sowie die daraus resultierenden CO₂ Emissionen. Hier ist zusätzlich auch der Strombedarf für die Fernkälte aus Kompressionskälte (1.422 MWh) enthalten, wodurch sich ein Gesamtstrombedarf 33327 MWh ergibt.

Das HLRS und das IHR haben keine eigene Energieerzeugung. Deshalb werden keine Angaben zur Emission von Schwefeldioxid (SO₂), Staub und Stickoxiden (NO_x) gemacht.

Strombedarf incl. Fernkälte	El. Energie [MWh]	CO ₂ Emissionen [t]	Anteil [%]
a) Kompressionskälte (HKW)	1.422	260	4,3%
b) Nasskühltürme	1125	206	3,4%
c) Trockenkühler	155	28	0,5%
d) Raumklimatisierung	285	52	0,9%
Kältegewinnung:	2.987	547	9,0%
a) Wärmepumpe	96	18	0,3%
Wärmegewinnung:	96	18	0,3%
a) USV NO19A (Hawk)	25.822	4.725	77,5%
b) USV NO19	4.078	746	12,2%
c) Bürogebäude Bestand	76	14	0,2%
d) Forschungsbau	177	32	0,5%
e) Schulungszentrum	91	17	0,3%
Rechner und Büros:	30.244	5.535	90,7%
Summe	33.327	6.099	100,0%

Tabelle 2: CO₂ Emissionen für Strom, Wärme und Kälte (Scope 2) im Jahr 2021

Die direkte Nutzung von Strom für Rechner und Büros macht den größten Anteil aus und verursacht 90,7 % aller CO₂-Emissionen. Die Stromnutzung der Rechner über die USVen zur Versorgung der Rechen- und Infrastruktursysteme macht dabei mit insgesamt 89,7 % den größten Anteil aus. Die Bürogebäude verursachen nur 1 % des gesamten Strombedarfs. Die Nutzung von Strom zur Kälteerzeugung macht 9 % der Strom-Emissionen aus.

Die Nutzung von Strom zur Wärmeerzeugung mittels Wärmepumpe macht nur einen unbedeutenden Anteil (0,3 %) am Energieverbrauch sowie an den CO₂ Emissionen aus. Die Bereitstellung von Wärme über die Fernwärmenetze nur bei Betriebsunterbrechungen des wärmeliefernden Höchstleistungsrechners hat einen noch kleineren Anteil an den gesamten CO₂ Emissionen des HLRS.

CO₂-Emissionen 2021

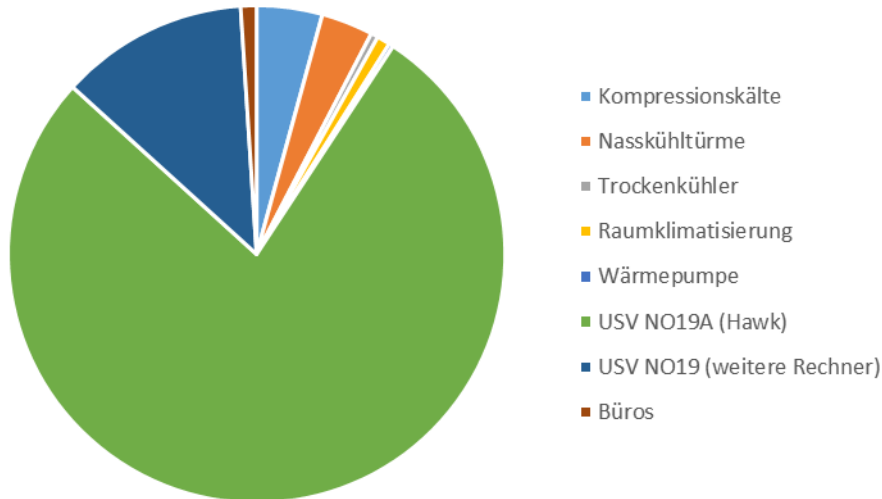


Abbildung 8: Anteile der CO₂ Emissionen aus Elektrizität, Kälte und Wärme im Jahr 2021

Die gesamten CO₂ Emissionen für das Jahr 2021 für Elektrizität, Kälte und Wärme belaufen sich auf 6.099 Tonnen CO₂. Abbildung 8 veranschaulicht die Anteile der jeweiligen Energienutzung an den gesamten CO₂-Emissionen.

Verkehrsbezogene Emissionen

Dienstreisen sollen innerhalb Deutschlands - wenn möglich - mit der Bahn getätigt werden. Am HLRS werden viele europäische Projekte durchgeführt, bei denen Reisen zu den Projektpartnern innerhalb Europas notwendig sind.

Flugkilometer

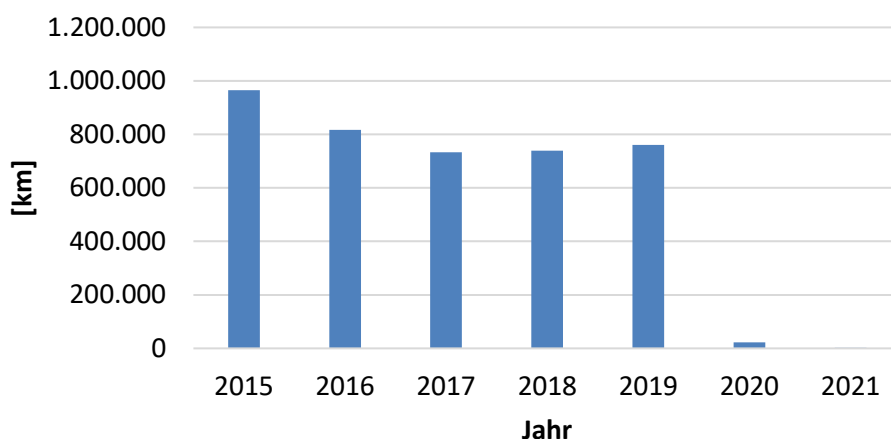


Abbildung 9: Zurückgelegte Flugkilometer in den Jahren 2016 bis 2021

Die CO₂-Emissionen durch ÖPNV-Dienstreisen betragen im Jahr 2017 weniger als 0,5 Prozent der durch Flugreisen erzeugten CO₂ - Emissionen. Sie wurden deshalb in den Folgejahren nicht weiter erfasst. Dienstfahrzeuge sind am HLRS und IHR nicht vorhanden.

Längere Strecken werden mit dem Flugzeug zurückgelegt. Wenn möglich, finden Konferenzen mit den Projektpartnern per Video- und Telefonkonferenzen statt, oder es wird per E-Mail kommuniziert. Dienstflüge fallen ebenso zu HPC-Messen in den USA und für die Markterkundung für zukünftige Höchstleistungsrechner an.

Wegen des anhaltenden Lockdowns sind in 2021 wie schon im Jahr zuvor nur sehr wenige Dienstreisen zu Jahresbeginn angefallen und es wurden noch weniger Flugreisen durchgeführt.

Im Jahr 2021 wurden insgesamt 1.700 Flugkilometer zurückgelegt, hierdurch wurden ca. 0,8 Tonnen CO₂-Emissionen verursacht (siehe Abb. 9 und 10). Dies entspricht einem Zehntel Promille der energiebedingten Emissionen. Der dramatische Rückgang gegenüber den Vorjahren ergibt sich aus den pandemiebedingten Reisebeschränkungen und der vermehrten Nutzung der Bahn.

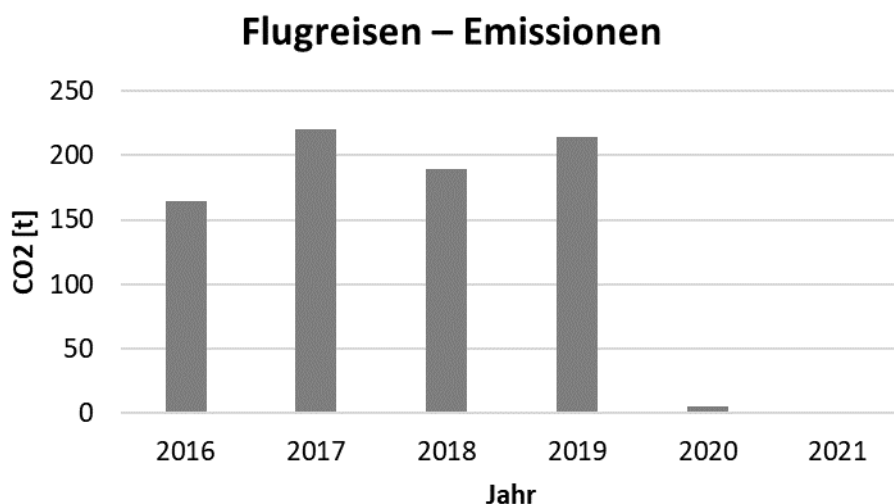


Abbildung 10: Durch Flugreisen verursachte CO₂-Emissionen in den Jahren 2016 bis 2021

Wasser und Abwasser

Der größte Anteil an Wasser wird für den Betrieb der Verdunstungskühlanlagen verbraucht. Dabei wird das Wasser durch Verrieselung im Gegenstrom teilweise verdunstet und gekühlt. Das übrige Wasser wird in einer Auffangwanne gesammelt und in den Kreislauf zurückgeführt. Hinzu kommt der Wasserbedarf für Absalzung¹⁵ und die Spülung der Wasserfilter, die in den offenen Kreislauf eingebrachten Schmutz und Pollen aus dem Wasser herausfiltern.

¹⁵ Durch die Verdunstung werden die im Kühlwasser vorhandenen Stoffe aufkonzentriert. Deshalb muss das nicht verdunstete Wasser regelmäßig ersetzt werden. Dieser Vorgang wird als Absalzung bezeichnet.

Weitere Verbraucher am HLRS und IHR sind die Sanitärinstallation für das Bürogebäude, die Spülung der Löschanlagenleitungen und im Bedarfsfall die Notkühlung der Raumklimatisierungsanlagen.

Gesamtbedarf Wasser

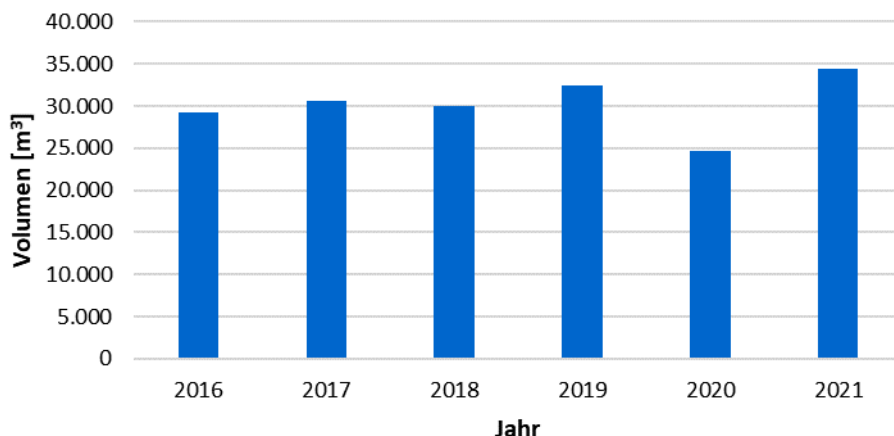


Abbildung 11: Gesamtwasserbedarf in den Jahren 2016 bis 2021

Ein Großteil des Wassers wird für den Betrieb der Verdunstungskühlanlagen benötigt. Im Jahr 2021 waren das ca. 90% des Gesamtwasserbedarfs (s. Abb. 12). Damit ist auch dieser Wert wieder von der Sondersituation in 2020 wieder auf die üblichen Werte zurückgekehrt.

Wasserbedarf 2021

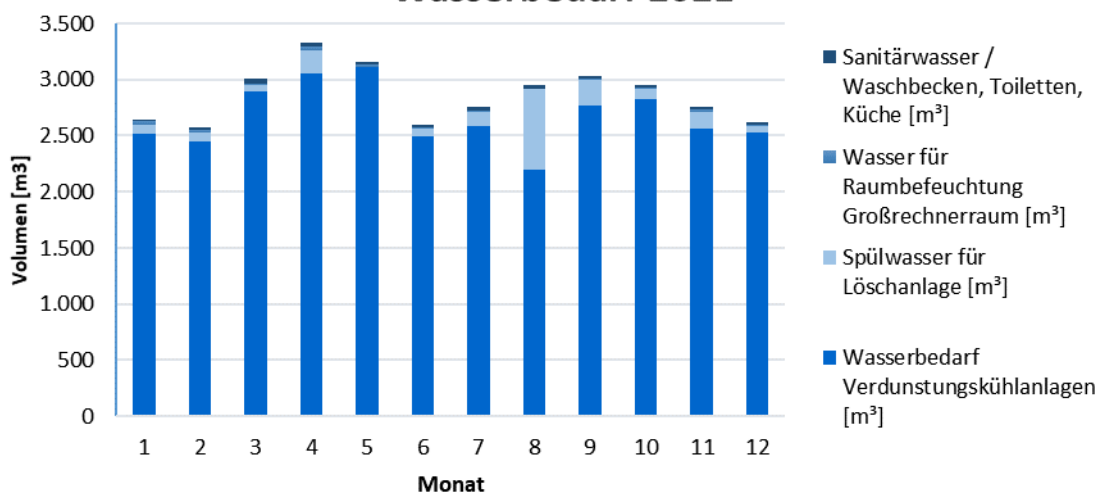


Abbildung 12: Wasserbedarf im Jahr 2021, aufgeteilt in die einzelnen Verbraucher

Abwasseraufkommen

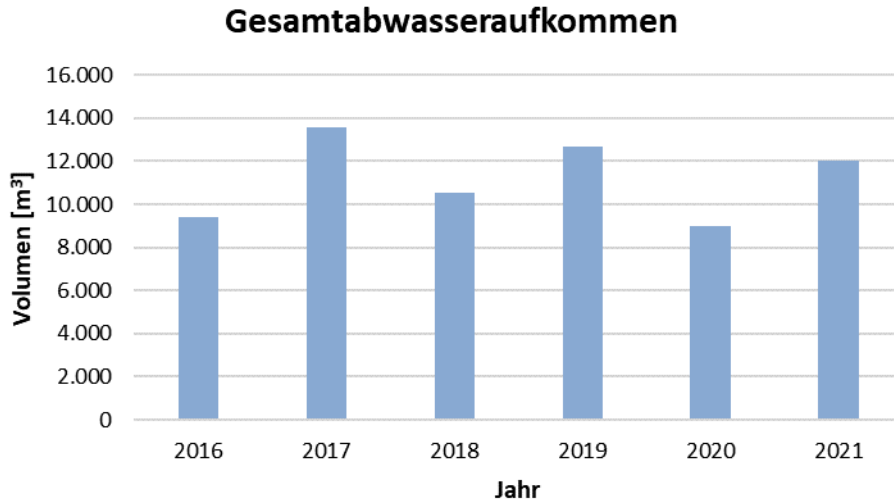


Abbildung 13: Gesamtabwasseraufkommen in den Jahren 2016 bis 2021

Der größte Anteil am Abwasseraufkommen im Jahr 2021 wurde wie auch bereits in den Jahren davor durch die Verdunstungskühlanlagen und das Spülen der Löschanlage verursacht. Das Gesamt-Abwasseraufkommen im Jahr 2021 betrug 12.005 m³ (siehe Abb. 13). Dabei fielen 9.566 m³ bei den Verdunstungskühlanlagen und 1.856 m³ durch das Spülen der Löschanlage an (s. Abb. 14). Bei den Verdunstungskühlanlagen geht der Großteil der Abwassermenge auf die Absalzung des Kühlwassers zurück. Da ein erheblicher Teil des eingesetzten aufbereiteten Wassers in den offenen Verdunstungskühlanlagen verdunstet, fällt dieser nicht auf der Abwasserseite an.

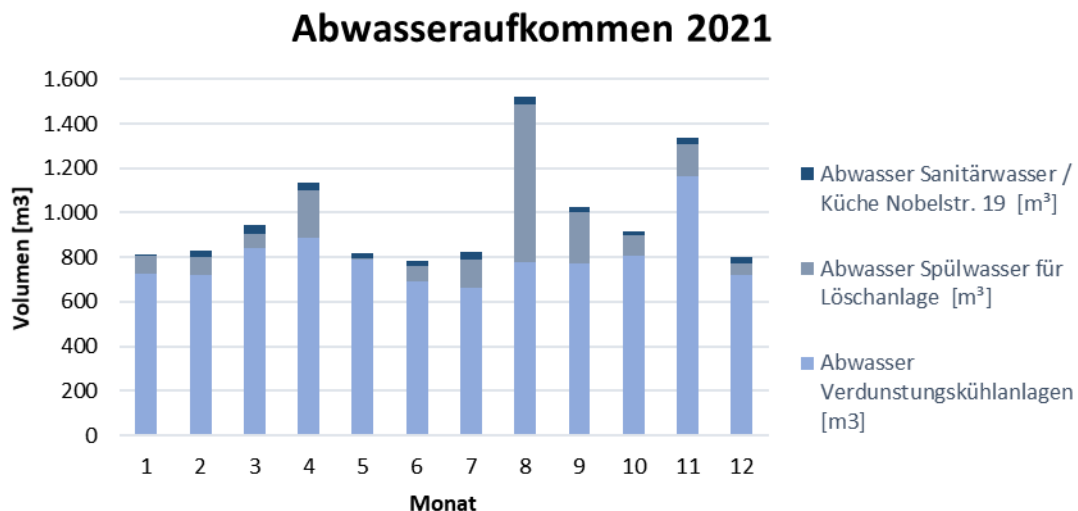


Abbildung 14: Abwasseraufkommen im Jahr 2021

Kühlwasseraufbereitung

Das Kühlwasser für Verdunstungskühlanlagen muss speziell aufbereitet werden. Das Wasser wird zunächst mithilfe eines Ionenaustauschers entmineralisiert. Zur Regeneration des Ionenaustauschers

wird Regeneriersalz benötigt. Zusätzlich wird dem Wasser ein Härtestabilisator und Korrosionsschutz zugesetzt. Um das Wachstum von Keimen und Algen zu verhindern, wird ein oxidativ wirkendes Biozid automatisch dosiert. Dieses Biozid wird sehr schnell abgebaut, es gelangt dadurch beim Absalzen nicht ins Abwasser. Dafür muss es täglich dosiert werden. Die Wasseraufbereitung erfolgt in einem vollautomatisierten System, das von einem externen Dienstleister fernüberwacht wird.

Im Jahr 2021 wurden folgende Mengen an Chemikalien zur Wasseraufbereitung für den Betrieb der Verdunstungskühlanlagen eingesetzt:

Bezeichnung	Menge
Biozid	605 kg
Härtestabilisator und Korrosionsschutzmittel	2201 kg
Regeneriersalz	11000 kg

Tabelle 3: Verbrauchte Mengen an Chemikalien 2021

Abfall

Um natürliche Ressourcen zu schonen, werden am HLRS und IHR die Grundsätze der Kreislaufwirtschaft beachtet. Dies bedeutet, dass an erster Stelle die Abfallvermeidung, an zweiter Stelle die Wiederverwendung und an dritter die Wiederverwertung stehen. Wenn dies nicht möglich ist, werden die Abfälle gemäß den Vorgaben des Kreislaufwirtschaftsgesetzes und der Gewerbeabfallverordnung entsorgt.

Nicht mehr benötigte, aber noch funktionsfähige Gegenstände und Geräte werden zunächst anderen Landeseinrichtungen – i.d.R. kostenlos – angeboten.

Papier, Elektroschrott, leere Druckerpatronen, Batterien, CDs und Wertstoffe mit dem Grünen Punkt werden am HLRS getrennt gesammelt. Glasabfall kann über die Glascontainer auf dem Unicampus der Wiederverwertung zugeführt werden. Der übrige Büroabfall wird als Restmüll entsorgt. Die Abholung der Abfälle ist über die Universität Stuttgart organisiert. Daher wird Biomüll – wie generell an der Universität Stuttgart – bisher nicht getrennt gesammelt, sondern über den Restmüll entsorgt.

Erhebung der Abfallmengen: Da die Abfallmengen bei der Abholung vom Entsorger nicht gewogen werden, wurde das angefallene Abfallvolumen über den Füllgrad der Behälter geschätzt und in Tonnen umgerechnet. Die Daten werden seit April 2017 erfasst. In Abb. 15 sind die Abfallmengen abgebildet.

Pandemiebedingt haben die meisten Mitarbeitenden des HLRS auch im Jahr 2021 im Homeoffice gearbeitet. Dadurch sind die anfallenden Abfallmengen weiterhin niedriger als in den vorvergangenen Jahren. Der Papiermüll ist deutlich stärker als der Restmüll angestiegen. Dies ist auf mehr Verpackungsmaterial zurückzuführen.

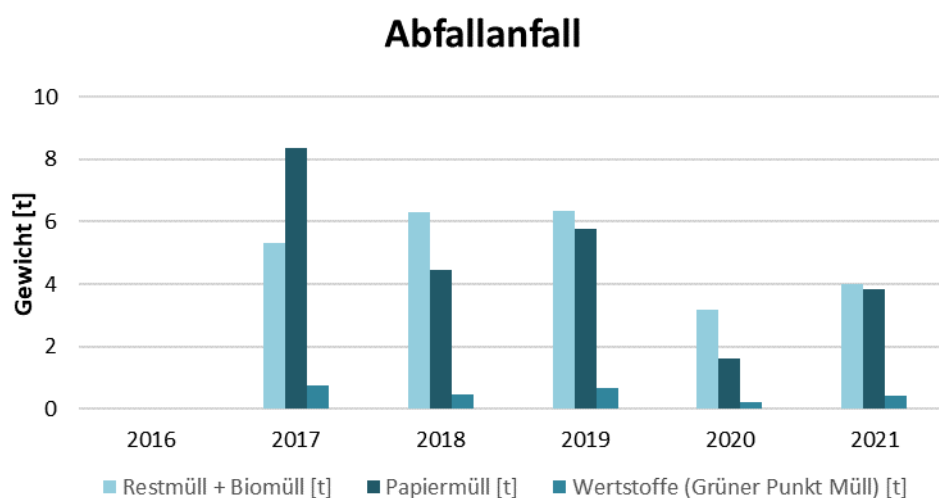


Abbildung 15: Angefallene Abfallmengen in den Jahren 2017 bis 2021

Gefährlicher Abfall

Um die Entsorgung von gefährlichen Abfällen kümmert sich die Abfallbeauftragte des HLRS und IHR in Zusammenarbeit mit der Abteilung Sicherheitswesen der Universität Stuttgart. Hierbei wird die Abfallrichtlinie der Universität zugrunde gelegt.

Für Druckerpatronen und für Altbatterien stehen Öko-Sammelboxen zur Verfügung. Alte Handys und Smartphones (auch private) werden im Rahmen der Nachhaltigkeitsaktivitäten HLRS intern gesammelt und einem besonderen Recycling zugeführt, dessen Erlöse verschiedenen sozialen Projekte zugute kommen.

In einem Rechenzentrum ist es nicht zu vermeiden, dass regelmäßig Elektronikschrott anfällt, da immer wieder Rechner an ihre Leistungsgrenzen kommen, veralten oder wegen irreparabler Defekte ausfallen. Um die Umwelt so wenig wie möglich zu belasten, wird der Elektronikschrott der Wiederverwertung zugeführt. Dazu wird er universitätsweit gesammelt und an eine soziale Einrichtung zum Recycling weitergegeben.

Außer Betrieb genommene Höchstleistungsrechner sind kein Elektroschrott, sondern werden vom Hersteller zurückgenommen. Dies wird jeweils bereits im Kaufvertrag für die Systeme geregelt.

Im Jahr 2021 sind 3,3 m³ Elektronikschrott angefallen. Diese Menge ist technisch bedingt und unabhängig von Pandemieeinschränkungen. Auch der anfallende Elektronikschrott wird nicht gewogen. Für die Umrechnung in Gewicht stehen für Elektroschrott (AVV-Schlüssel¹⁶ 20 01 35, 20 01 36) jedoch, anders als für die anderen Abfallarten, keine standardisierten Umrechnungsfaktoren in Gewicht zur Verfügung.

2021 sind am HLRS neben Elektronikschrott keine weiteren gefährlichen Abfälle angefallen.

¹⁶ Abfallverzeichnis-Verordnung - AVV

Papier

Seit April 2017 wird für Drucker und Kopierer nur noch Recyclingpapier mit dem Blauen Engel eingekauft, im Jahr 2021 waren dies insgesamt 524 kg Recyclingpapier (s. Abb. 16). Da Papier auf Vorrat auch über die Jahresgrenzen gekauft wird, lassen sich aus der eingekauften Menge keine konkreten Aussagen zum tatsächlichen Papierverbrauch im Jahr 2021 machen.

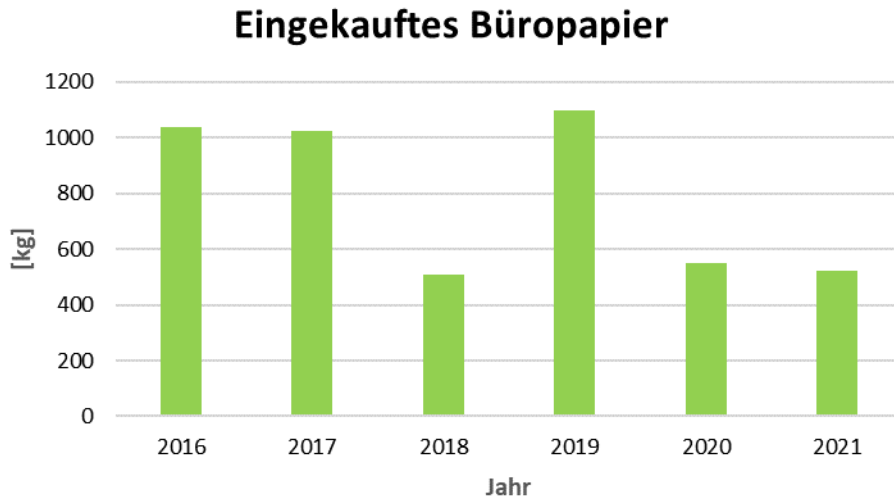


Abbildung 16: Eingekauftes Büropapier [kg] in den Jahren 2016 bis 2021

Zusammenfassung der Umweltkennzahlen

In der folgenden Tabelle 4 und sind wichtige Umweltkennzahlen des HLRS und IHR nochmal im Überblick zusammengefasst.

Jahr		2016	2017	2018	2019	2020	2021
Mitarbeiter und Nutzfläche							
Anzahl Mitarbeiter (MA) HLRS + IHR		109	136	155	178	145	168
Anzahl der Stellen		n.e.	95	92	111	114	138
Anzahl der Nationalitäten		13	n.e.	18	22	22	26
Nutzfläche beheizt [m ²]		1.384	3.107	3.107	3.107	3.107	3.107
Wärmeenergie							
Gesamtverbrauch Wärme [kWh]	↓	282.506	337.000	334.710	341.630	340.630	382.981
Gesamtverbrauch Wärme pro VZÄ [kWh]	↓	n.e.	3.547	3.622	3.078	2.980	2.782
Gesamtverbrauch Wärme pro beheizte Nutzfläche [kWh/m ²]	↓	204	108	108	110	110	123
Anteil Erneuerbarer Energien am Gesamtverbrauch Wärme [%]	↑	n.e.	59,3	72,7	n.e.	n.e.	n.e.
Wärmeenergie, witterungsbereinigt							
Gesamtverbrauch Wärme korr. [kWh]	↓	279.681	333.630	368.181	355.295	371.287	371.491
Gesamtverbrauch Wärme korr. pro VZÄ [kWh]	↓	2.566	3.512	3.985	3.201	3.248	2.699
Gesamtverbrauch Wärme korr. pro beheizte Nutzfläche [kWh/m ²]	↓	202	107	119	114	120	120
Klimafaktor nach EnEV (DWD)		0,99	0,99	1,10	1,04	1,09	0,97
Kälte							
Kälte-Bedarf, gesamt [MWh]	↓	26.364	25.682	24.380	24.970	21.061	30.041
Kälte-Erzeugung freie Kühlung	↑	20.105	20.267	17.721	18.805	15.484	23.583
Kälte-Erzeugung Fernkälte	↓	6.259	5.416	6.659	6.119	5.577	6.458
Strom							
Gesamtverbrauch Strom [MWh]	↓	29.135	28.885	27.525	28.079	23.795	33.327
Spezifischer CO ₂ -Wert des Campus Vaihingen [t CO ₂ /MWh]	↓	0,199	0,203	0,212	0,233	0,189	0,183
Stromverbrauch für Büros [kWh]	↓	n.e.	51.134	71.735	71.735	71.735	71.735
Gesamtverbrauch Strom für Büros pro VZÄ [kWh]	↓	n.e.	538	776	646	628	521
Gesamtverbrauch Strom für Büros pro beheizte Nutzfläche [kWh/m ²]	↓	n.e.	16	23	23	23	23
Anteil Erneuerbarer Energie am Gesamtverbrauch Strom [%]	↑	n.e.	63,3	60,7	51,5	55,8	39,2

Jahr		2016	2017	2018	2019	2020	2021
Wasser							
Gesamtverbrauch Wasser [m ³]	↓	29.305	30.623	29.986	32.512	24.706	34.386
Kühlwasser für Verdunstungskühlanlagen [m ³]	↓	27.196	24.455	27.400	28.847	22.348	31.995
sonstiger Wasserbedarf (wie Spülwasser für Löschanlage) [m ³]	↓	1.406	5.265	1.612	2.752	1.751	1.856
Wasserverbrauch sanitäre Anlagen + Küche	↓	522	690	668	749	396	324
Wasserbedarf für Raumbefeuchtung [m ³]	↓	181	213	306	164	211	211
Gesamtverbrauch Sanitärwasser pro Vollzeitäquivalent (VZÄ) [m ³]	↓	n.e.	7,26	7,23	6,75	3,46	2,35
Gesamtverbrauch Sanitärwasser + Küche pro beheizte Nutzfläche [m ³]	↓	0,377	0,222	0,215	0,241	0,127	0,104
Abwasser							
Gesamtabwasseraufkommen [m ³]	↓	9.403	13.543	10.507	12.663	9.010	12.005
Abwasser sanitäre Anlagen [m ³]	↓	n.e.	1.380	1.336	1.498	396	324
Abwasser sanitäre Anlagen pro VZÄ [m ³]	↓	n.e.	14,53	14,46	13,50	3,46	2,35
Materialeffizienz: Büropapier							
Büro-Papier [kg]	↓	1040	1023	511	1098	551	524
Büro-Papier pro VZÄ [kg]	↓	n.e.	10,77	5,53	9,89	4,82	3,81
Frischfaser-Anteil am Büropapier [%]	↓	100	0	0	0	0	0
Recycling-Papier Anteil Büro [%]	↑	0	100	100	100	100	100
Verkehr							
Geflogene Kilometer [km]	↓	816.718	733.122	738.540	760.435	22.400	1.700
Geflogene Kilometer [km] pro Vollzeitäquivalent (VZÄ)	↓	n.e.	7.717	7.993	6.851	196	12
Durch Flüge verursachte CO ₂ -Menge [t]	↓	164,0	220,2	189,3	213,8	5,6	0,8
Gefahrene Kilometer ÖPNV [km]		n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
Abfall							
Restmüll + Biomüll [t]	↓	n.e.	5,3	6,3	6,4	3,1	4,0
Restmüll + Biomüll/ VZÄ [kg]	↓	n.e.	56	68	57	27	29
Papier [t]	↓	n.e.	8,4	4,5	5,8	1,6	3,8
Papierabfall pro VZÄ [kg]	↓	n.e.	88	48	52	14	28
Wertstoffanfall [t]	↓	n.e.	0,77	0,49	0,68	0,23	0,41
Wertstoffanfall pro VZÄ [kg]	↓	n.e.	8,1	5,3	6,1	2,0	3,0
Gefährliche Abfälle [kg]	↓	220	0	92	0	0	0
Elektro-Schrott [m ³]	↓	3,2	0,8	3,2	6,6	6,6	3,3

Jahr		2016	2017	2018	2019	2020	2021
Flächen und Biologische Vielfalt							
Grundstückfläche gesamt [m ²]		12.059	12.059	12.059	12.059	12.059	12.059
Überbaute Fläche [m ²]	↓	2.860	3.777	3.777	3.777	3.777	3.777
Versiegelte Fläche [m ²]	↓	n.e.	2.315	2.315	2.315	2.315	2.315
Begrünte Fläche [m ²]	↑	n.e.	5.969	5.969	5.969	5.969	5.969
Begrünte Dachfläche [m ²]	↑	2.127	2.127	2.127	2.127	2.127	2.127
CO₂-Emissionen (Scope 2) verursacht durch:							
Strom [t CO ₂]	↓	5.798	5.864	5.835	6.542	4.497	6.099
Flugreisen [t CO ₂]	↓	164	220	189	214	6	1
Emissionen Flugreisen pro VZÄ [kg CO ₂]	↓	n.e.	2.317	2.049	1.927	49	6
Emissionen gesamt [t CO ₂]	↓	5.962	6.084	6024,60	6.756	4.503	6.100

Tabelle 4: Umweltkennzahlen 2016 bis 2021
(↓: kleinere Werte sind besser)

Umweltprogramm

Ableitung des Umweltprogramms

Das Umwelt- und Energieprogramm des HLRS und IHR ergibt sich grundsätzlich aus den folgenden Themen:

- dem Kontext der Organisation
- den Erfordernissen und Erwartungen der interessierten Parteien
- Rechtsvorschriften und sonstigen bindenden Verpflichtungen
- direkten und indirekten Umweltaspekten

Für diese Themen werden jeweils folgende Aspekte ermittelt und mit den Themen in einer Tabelle zusammengefasst:

- Ihre Bedeutung für HLRS und IHR
- Erfordernisse und Erwartungen der interessierten Parteien
- Mögliche Aktivitäten
- Chancen (Verbesserungsmöglichkeiten) und Risiken (Bedrohungen) für die Organisation und das UMS

Dadurch ergeben sich derzeit 68 Tabelleneinträge, die alle Bereiche des Managementsystems abdecken. Die Umweltaspekte werden dann nach einem vom Umweltbundesamt (UBA) entwickelten Verfahren bewertet. Das Verfahren ist in den Umwelterklärungen 2004 und 2007 des UBA dokumentiert. Die Aspekte werden dazu aufgrund ihrer Bedeutung, ihrer prognostizierten zukünftigen Entwicklung sowie hinsichtlich ihres relativen Gefährdungspotentials in drei Klassen A, B und C eingeteilt.

Relative quantitative Bedeutung	Prognostizierte künftige Entwicklung	Relatives Gefährdungspotential		
		hoch	durchschnittlich	gering
hoch	zunehmend ↑	A	A	B
	gleichbleibend –	A	B	B
	abnehmend ↓	B	B	B
durchschnittlich	zunehmend ↑	A	B	B
	gleichbleibend –	B	C	C
	abnehmend ↓	B	C	C
gering	zunehmend ↑	B	B	B
	gleichbleibend –	B	C	C
	abnehmend ↓	B	C	C

Tabelle 5: Bewertungsschema der Umweltaspekte

Zusätzlich werden die Umweltaspekte – entsprechend den Möglichkeiten des HLRS und IHR, steuernd Einfluss zu nehmen – in die Unterkategorien I, II und III eingeteilt. Dabei gelten folgende Kriterien:

- I. Auch kurzfristig ist ein relativ großes Steuerungspotenzial vorhanden.
- II. Der Umweltaspekt ist vom HLRS und IHR bzw. von der Universität nachhaltig zu steuern, jedoch nur mittel- bis langfristig.
- III. Steuerungsmöglichkeiten sind vom HLRS und IHR bzw. von der Universität für diesen Umweltaspekt nicht, nur sehr langfristig oder nur in Abhängigkeit von Entscheidungen Dritter gegeben.

Die sich so ergebende EMAS-Bewertungstabelle¹⁷ ermöglicht die Identifizierung der wichtigen Umweltaspekte. Sie ist die Grundlage für die Erstellung des Umwelt- und Energie-Programms des HLRS. Die wichtigen Aspekte werden im Programm vorrangig angegangen. Der mit Abstand wichtigste Aspekt ist der aufgrund der Aufgabe und Größe des HLRS sehr hohe Energiebedarf. Deshalb dominieren Projekte zur Energie-Effizienz und –Einsparung das Umweltprogramm.

Alle Aspekte mit der höchsten Bewertung A I finden sich mit Maßnahmen bzw Projekten im Umwelt- und Energie-Programm des HLRS berücksichtigt. Ausnahmen sind die Aufrechterhaltung der Managementsysteme und die Einhaltung von Gesetzen und Vorschriften. Diese ergeben sich implizit und benötigen kein Nachhaltigkeitsprojekt.

¹⁷ Das Bewertungsschema wurde von der Peter Fischer Managementberatung entwickelt und über den EMAS-Club Europe des VNU e.V. den teilnehmenden Mitgliedern dankenswert zur Verfügung gestellt.

EMAS-Bewertungstabelle (verkürzter beispielhafter Auszug)

Themen						Chancen und Risiken		Bewertungsschema					
Hauptthema	Übergeordnetes Thema	Inhalt, Anforderung, interessierte Partei	Bedeutung für die Organisation und interessierte Parteien: Erfordernisse u. Erwartungen	Mögliche Aktivitäten	Bindende Verpflichtung	Chancen für die Organisation und das UMS	Risiken für die Organisation und das UMS	Bedeutung	Entwicklung	Gefährdungspotenzial	Umwelt-Relevanz	Beeinflussungsmöglichkeit	Ergebnis
Kontext der Organisation	Externe Themen	Verfügbarkeit von Betriebsmitteln, wie Wasser, Infrastruktur, Kraftstoff usw.	Hoher Energie- und Wasserverbrauch für Betrieb und Kühlung der Rechner	Energie- und wassereffizienter Betrieb	nein	Abwärmennutzung wird durch höhere Energiepreise ökonomischer.	Höhere Betriebskosten Strom und Wasser Mögliche Einschränkungen des Betriebs durch wenige verfügbare Energie"	hoch	zunehmend	hoch	A	II	A II
Direkte Umweltaspekte	Gemäß Nennung in EMAS	Energie: Eigene Kälteerzeugung	Kälteversorgung ist Grundlage des Rechnerbetriebs Eigene Kälteerzeugung mit Freier Kühlung	Besseres Anlagen-Monitoring aufbauen. Pumpen, Ventil, Regelung usw. optimieren	nein	Energie-, CO ₂ - und Kosteneinsparung	Betriebsstörungen Auftreten von Legionellen	hoch	zunehmend	hoch	A	I	A I
Interessierte Parteien		Lieferanten	Für HPC gibt es nur sehr wenige Anbieter; es ist schwierig, Nachhaltigkeitskriterien bei der Beschaffung anzubringen	Anbieter nach Zertifizierungen im Bereich Umwelt, NHK-Konzept fragen; NHK-Kriterien in Ausschreibungen aufnehmen	nein	Lieferanten verbessern unsere NHK-Strategie in Bezug auf die Wertschöpfungskette	Lieferanten ignorieren unsere NHK-Strategie	hoch	zunehmend	durchschnittlich	A	III	A III

Themen						Chancen und Risiken		Bewertungsschema					
Hauptthema	Übergeordnetes Thema	Inhalt, Anforderung, interessierte Partei	Bedeutung für die Organisation und interessierte Parteien: Erfordernisse u. Erwartungen	Mögliche Aktivitäten	Bindende Verpflichtung	Chancen für die Organisation und das UMS	Risiken für die Organisation und das UMS	Bedeutung	Entwicklung	Gefährdungspotenzial	Umwelt-Relevanz	Beeinflussungsmöglichkeit	Ergebnis
Kontext der Organisation	Externe Themen	Verfügbarkeit von Betriebsmitteln, wie Wasser, Infrastruktur, Kraftstoff usw.	Hoher Energie- und Wasserverbrauch für Betrieb und Kühlung der Rechner	Energie- und wassereffizienter Betrieb	nein	Abwärmennutzung wird durch höhere Energiepreise ökonomischer.	Höhere Betriebskosten Strom und Wasser Mögliche Einschränkungen des Betriebs durch wenige verfügbare Energie"	hoch	zunehmend	hoch	A	II	A II
Kontext der Organisation	Interne Themen	Politiken, Ziele und Strategien Zweck, Vorstellung, geschäftliche und andere Ziele, sowie die Strategien und Ressourcen, um sie zu erreichen	Die Managementsysteme sollen erhalten, weiterentwickelt und agiler werden	Es muss gewährleistet sein: -ausreichend Ressourcen vorhanden -Unterstützung durch die Geschäftsleitung	ja EMAS , ISO	Synergieeffekte mit anderen NHK-Beauftragten in RZ nutzen. Weitere Projekte zum Thema NHK einwerben	Nachlassen der Nachhaltigkeitsbemühungen durch mangelnde Ressourcen	hoch	zunehmend	gering	B	I	B I
Kontext der Organisation	Interne Themen	Biodiversität und Flächenverbrauch	Weitere geplante Bebauung durch das HLRS; Bedarf an Baufläche für HLRS III.	Effiziente Flächennutzung anstreben, Dachflächen von neuen Gebäuden begrünen, möglichst wenig versiegeln	nein	Mehr verfügbare Grünflächen für Anwohner und Mitarbeiter	Bebauungshöhe begrenzt; in der Zukunft: keine bzw. immer weniger Bauflächen in der Nähe verfügbar	durchschnittlich	zunehmend	durchschnittlich	B	III	B III

Themen						Chancen und Risiken		Bewertungsschema					
Hauptthema	Übergeordnetes Thema	Inhalt, Anforderung, interessierte Partei	Bedeutung für die Organisation und interessierte Parteien: Erfordernisse u. Erwartungen	Mögliche Aktivitäten	Bindende Verpflichtung	Chancen für die Organisation und das UMS	Risiken für die Organisation und das UMS	Bedeutung	Entwicklung	Gefährdungspotenzial	Umwelt- Relevanz	Beeinflussungsmöglichkeit	Ergebnis
Kontext der Organisation	Externe Themen	Verfügbarkeit von Betriebsmitteln, wie Wasser, Infrastruktur, Kraftstoff usw.	Hoher Energie- und Wasserverbrauch für Betrieb und Kühlung der Rechner	Energie- und wassereffizienter Betrieb	nein	Abwärmennutzung wird durch höhere Energiepreise ökonomischer.	Höhere Betriebskosten Strom und Wasser Mögliche Einschränkungen des Betriebs durch wenige verfügbare Energie"	hoch	zunehmend	hoch	A	II	A II
Indirekte Umweltaspekte	Gemäß Nennung in EMAS	neue Märkte	Weitere Solution-Center aufbauen Neue Themenfelder besetzen	Bereiche identifizieren, wo Simulationen für Energieeffizienz verwendet werden können	nein	Erweiterung der eigenen Kompetenz, Erweiterung des Kundenkreises	-	durchschnittlich	gleichbleibend	gering	C	I	C I
Indirekte Umweltaspekte	Gemäß Nennung in EMAS	Investitionen, Kreditvergabe und Versicherungsdienstleistungen	Finanzierung des HLRS durch Bund und Land. Land ist Selbstversicherer. <i>Deshalb nicht relevant</i>	-	nein	-	-	gering	gleichbleibend	gering	C	III	C III

Nachhaltigkeits- und Umweltprogramm (Auszug)

Handlungsfeld	Nachhaltigkeitsziel	Maßnahme	Geschätzte Kosten	Verantwortlicher Bereichsleiter	Umsetzung	Termin	Prio
Abfall	Bessere Mülltrennung	Mitarbeiter zur Mülltrennung motivieren, in Prozess "neue Mitarbeiter" einbauen	organisatorisch	Lewandowski	laufend		A
		Prüfen, bei welchen Produkten auf öko-fair umgestiegen werden kann	organisatorisch	Lewandowski	laufend		B
	Anpassung von Drucksachen an den tatsächlichen Bedarf	Klären: Brauchen wir überhaupt Drucksachen? Oder könnten wir die Menge an Drucksachen reduzieren? Würde es sich lohnen, zu überlegen, ob wir digital mit unseren Stakeholders genauso gut kommunizieren könnten? Und wie könnten wir feststellen, ob das überhaupt umweltfreundlicher wäre?	2-3 Personen Tage	Lewandowski	mittelfristig	2022	B
	Lieferkettenmanagement: Einführung eines Lieferkettenmanagements	Projekt: Lieferkettenmanagement	1,5 VZÄ	Lewandowski	erledigt	2021	B
	Umstieg auf umweltfreundliche Druckerzeugnisse	Entsprechende Angebote von Druckereien einholen; Inside, Nachhaltigkeitsbericht, Jahresbericht, Flyer und Einladungen auf Recyclingpapier drucken, möglichst mit umweltfreundlichen Farben	3 - 5 PD	Koller	kurzfristig	2023	B
	Verwertung von Servern und Großrechnern	1) Server selber weiterverwerten 2) Verwertung von Großrechnern durch den Hersteller mit in die Kaufentscheidung einbeziehen	gering	Beisel	laufend		B

Handlungsfeld	Nachhaltigkeitsziel	Maßnahme	Geschätzte Kosten	Verantwortlicher Bereichsleiter	Umsetzung	Termin	Prio	
Energie	Energiemanagement	Verbesserung des Fehlerdiagnose durch weitere und detailliertere Fehlermeldungen für bessere Diagnose auf der GLT	laufend	Beisel	kurzfristig	2022	A	
		HLRS R+I Dokumentation vervollständigen und aktualisieren. Bauteile mit absoluter und intuitiver Bezeichnung benennen.	10.000 € + 52 PD + laufende Kosten	Beisel	kurzfristig	2022	A	
		Erweiterung der Energieerfassung, Aufschaltung auf die Kommunikation zur Datenübertragung auf die Visualisierung.	52.000 € + 64 PD + laufende Kosten	Beisel	kurzfristig	2022	B	
		Entwickeln des Energiemanagement-Bausteins für: - Performance Tracking - Identifikation von Energieeinsparmöglichkeiten - Kostenkontrolle automatisierte Visualisierung und Kennzahlenberechnung in der Visualisierung soll entwickelt werden	15.000 € + 12 PD	Brodbeck	kurzfristig	2022	A	
	Energie		Kühlung der Platten-Racks optimieren: Ventile im Kühlwasserkreislauf einmal pro Jahr prüfen	10 Personentage	Beisel	laufend		A
			Energieeffizientes Verhalten der Mitarbeiter am Arbeitsplatz fördern : - Durchführung von regelmäßigen Schulungen/ Vorträgen - Angebot schaltbarer Steckdosenleisten	5 Personentage	Koller	laufend		A

Umwelterklärung 2021

Handlungsfeld	Nachhaltigkeitsziel	Maßnahme	Geschätzte Kosten	Verantwortlicher Bereichsleiter	Umsetzung	Termin	Prio
	Energieverbrauch reduzieren	Einführung von virtuellen Login-Knoten für Kundengruppen mit geringen Anforderungen, damit kann die Anzahl von Serversystemen verringert werden.	Dienstaufgabe	Beisel	kurzfristig	2022	B
		(Energie-)Effizienz der Nutzer-Codes steigern - GreenSimulationProgramming Group etablieren, um ein Konzept zu erarbeiten	Im lfd. Betrieb	Beisel	laufend		A
		Bewusstsein beim Kunden zum Thema Energieverbrauch von Rechenläufen schaffen durch aussagefähige Angaben zum Energieverbrauch der Rechen-Jobs.	organisatorisch	Beisel	kurzfristig	2023	A
		Umsetzung des 5-Punkte-Plans des Landes zur Gaskrise "Badenwürttemberg rückt zusammen"	organisatorisch	Koller	kurzfristig	2022	A
	Energieeffizienz Kühlung	Kältepuffer für stabileren Anlagenbetrieb	Im Budget Neubau 2023	Brodbeck	langfristig	2023	A
		Kaltgangeinhausung realisieren als Ergebnis der Studie Optimierung der Klimatisierung..."	30.000 € + 2 PD	Beisel	kurzfristig	2022	B
	Kennzahlen	Bewertung der (Energie-)Effizienz von Anwender-Jobs. Welche Zahlen + Verfahren + Daten + Korrelation	tbd, ggf. Projektantrag stellen	Beisel	langfristig	2022	A

Handlungsfeld	Nachhaltigkeitsziel	Maßnahme	Geschätzte Kosten	Verantwortlicher Bereichsleiter	Umsetzung	Termin	Prio
	Vorhersage der Wirkung von Maßnahmen durch ein Simulationsmodell	Simulationsmodell des HLRS in Kooperation mit dem IGTE weiterentwickeln: -Kälteeffizienz in Abhängigkeit von statischen und dynamischen Kühltemperaturen -Stromverbrauchsmodell des Bundeshöchstleistungsrechners HAWK in Abhängigkeit der Temperatur	Kooperation m IGTE 12.000 €/a; Projekt DEGREE	Beisel	mittelfristig	2023	A
	Nachhaltige Energieerzeugung	PV-Anlage auf den Dächern der HLRS-Gebäude errichten	Etat des UBA	Beisel	mittelfristig	2024	A
Forschung	Energieeffizienz durch Höchstleistungsrechnen Energieeffizientes Höchstleistungsrechnen	- Steigerung der Forschungsaktivitäten, die im Bereich Produktionsprozesse bessere Energieeffizienz ermöglichen. - Steigerung der Forschungsaktivitäten zur Verbesserung der Effizienz von Hoch- und Höchstleistungsrechnern	organisatorisch	Koller	laufend		B
Kommunikation	NHK-Kommunikation verbessern	Bessere Informationen über NHK: - Kommunikationskonzept für intern und extern erarbeiten - Eigene NHK-Seite auf HLRS-Homepage einrichten und aktuell halten	organisatorisch	Koller	laufend		A
		Technische Aspekte anschaulich machen: - Infrastruktur-Führungen für HLRS-Mitarbeiter durchführen	organisatorisch	Beisel	laufend		A
	Nachhaltiges Catering	Ausschreibung für Rahmenvertrag zum nachhaltigen Catering	3 Personentage	Lewandowski	kurzfristig	2023	B

Umwelterklärung 2021

Handlungsfeld	Nachhaltigkeitsziel	Maßnahme	Geschätzte Kosten	Verantwortlicher Bereichsleiter	Umsetzung	Termin	Prio
	Nachhaltigkeit im Bereich Training/Weiterbildung erfassen	- Eine Dokumentation über den Anteil der Nachhaltigkeit in unseren Trainings und Online-Kursen	5 Personentage	Koller	mittelfristig	2022	B
	Effizientere Nutzung des Höchstleistungsrechners	Schulungen für Kunden um das Thema Energieeffizienz beim Programmieren erweitern	Dienstaufgabe	Koller	laufend		A
	Motivation und Schulungen zu Green IT	Interne und externe Vorträge zum Thema Green IT anbieten	organisatorisch	Beisel	laufend		A
	Bürgerbeteiligung Neubau HLRS III	Abwärmenutzung, Effizienz, Zertifizierungen, Umweltauswirkungen,	tbd	Koller	kurzfristig	2023	A
Soziales	Förderung des sozialen Miteinanders	Aufenthaltsbereich für Mitarbeiter in der Außenanlage mit Tischen und Stühlen schaffen	organisatorisch	Beisel	mittelfristig	2022	A
	MA-Einbindung, MA-Motivation	NHK-Wettbewerb zur Ideenfindung durchführen	organisatorisch	Lewandowski	laufend		A
Wasser	Wasserverbrauch	Wassereinsparung bei Verdunstungskühlanlagen: - Regelung und Grobfilter Kühlturmfilter: - Umstellung von festen Intervallen auf bedarfs-gerechte Intervalle	organisatorisch	Beisel	mittelfristig	2023	A
	Biozideinsatz	Prüfung, ob der Einsatz von Biozid in der Kühlwasser-Aufbereitung reduziert oder durch andere Methoden bei Einhaltung der 42. BImSchV ganz vermieden werden kann	Teil der Gefährdungsbeurteilung 3.000 €	Beisel	mittelfristig	2023	A

Umgesetzte Nachhaltigkeitsprojekte

Die folgenden Kurzbeschreibungen zeigen verschiedene Nachhaltigkeitsprojekte am HLRS und was damit für Energieeinsparungen und für die Umwelt erreicht werden konnte.

Nachhaltigkeit in der Rechnerinfrastruktur

Kühlung der Platten-Racks optimieren: nicht genutzte Racks ausschalten und Ventile im Kühlwasserkreislauf einregeln

Bei bisherigen Höchstleistungsrechner Hazel Hen existierten eine Vielzahl an einzelnen Kälteanschlüssen, deren Einstellung jährlich überprüft wurden. Beim aktuellen System Hawk werden 6 Kälteverteileinheiten eingesetzt. Deren Einstellungen werden ebenfalls kontrolliert.

Energieeffizienz des neuen Höchstleistungsrechners

Der neue Höchstleistungsrechner Hawk besteht aus energieeffizienter Hardware mit direkter Wasserkühlung. Durch die Erhöhung der Kühlwassertemperatur kann auch bei höheren Außentemperaturen die energieeffiziente Freie Kühlung genutzt und somit der Energiebedarf gesenkt werden.

Nachhaltigkeit in der Gebäudeinfrastruktur

Einsatz von 12-Jahresbatterien anstelle von 5-Jahresbatterien in den USVen

Die Verwendung von langlebigen, hochwertigeren Batterien in den unterbrechungsfreien Stromversorgungen (USV) zur Reduzierung des Blei-Abfalls ist im Schulungsbau und an einem weiteren Standort des HLRS im Jahr 2019 erfolgt. Der Einsatz dieser ökologisch und ökonomisch wesentlich sinnvollerer Batterielösung soll fortgesetzt werden.

Verbesserte Energieerfassung

Im Rahmen des Infrastruktur-Umbaus 2019 wurden die Energiemessungen am HLRS in der Nobelstraße 19 und 19A nach den Regeln des Blauen Engels DE UZ-161 wesentlich erweitert und in die automatische Erfassung aufgenommen. Dadurch sind genauere Überprüfungen und Regelungen möglich, die weitere Energieeinsparungen ermöglichen.

LED Retrofit

Zur Verringerung des Stromverbrauchs wurden im Schulungs- und Forschungsbau die Leuchtstoffröhren durch LED-Leuchten ersetzt. Die Umsetzung des Projekts wurde durch den Energiemanager der Universität Stuttgart unterstützt. Diese Maßnahme spart Strom für die Beleuchtung und entlastet die Umwelt durch die Quecksilberfreiheit und deutlich längere Lebensdauer von LEDs.

Studie zur Optimierung der Klimatisierung der Serverräume

Gemeinsam mit der Beratungsfirma Prior 1 wurde eine ausführliche Optimierungsstudie durchgeführt, bei der verschiedene Effizienzverbesserungen, wie z.B. eine weitere Kaltgangeinhausung, ermittelt wurden. Die Studie wurde durch die Kompetenzstelle Green IT des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg gefördert.

Modernisierung der Trockenkühlerpumpen

Die alten, bisher auf fester Drehzahl und mit künstlichem Druckverlust eingeregelter Pumpen der Trockenkühler des HLRS wurden durch hocheffiziente Pumpen mit der Option einer zukünftigen

Frequenzregelung modernisiert. Die Umsetzung wurde durch den Energiemanager der Universität Stuttgart unterstützt. Dadurch kann Energie für die Rechnerkühlung eingespart werden.

Anteil freier Kühlung steigern durch Aufteilung des Kühlkreislaufes in zwei Kreisläufe und höherer Temperatur im Rechnerkreis (Umbau Kälte).

Die Steigerung des Anteils der Verdunstungskühlanlagen durch die Erhöhung der Kühltemperaturen und dadurch Verringerung des energieaufwendigeren Bezugs von Kompressionsfernkälte, verbessert die Energieeffizienz des HLRS wesentlich.

Ausbau von Klappen in den Kühlerventilatoren

In den acht großen Ventilatoren der Freien Kühlung wurden die Luftklappen entfernt, die auch im geöffneten Zustand einen nicht zu vernachlässigenden Strömungswiderstand hatten. Dadurch wurde der Energiebedarf reduziert und die Effizienz der Anlage weiter erhöht.

Korrektur der zu hoch geregelten Heizungs-Vorlauftemperaturen

Durch Bildung der monatlichen Arbeitszahl mit neuen Messgeräten wurde die schlechte Effizienz der Wärmepumpen identifiziert. Zusammen mit dem Lieferanten der Regelungstechnik konnte der Fehler behoben werden. Dadurch wurde unnötiger Energieeinsatz behoben.

Studie zur Abwärmenutzung am HLRS

In Kooperation mit dem Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart wurde eine Studie zur Nutzung der Abwärme des HLRS durchgeführt. Dabei wurden verschiedene lokale Systeme (Adsorptionskälte) bis hin zur Nahwärmeversorgung durch Abwärmenutzung untersucht. Diese Studie bildet den Anfang und die Grundlage für wichtige weiterführende Betrachtungen zur Nutzbarkeit der Abwärme des HLRS. Die Studie wurde durch die Kompetenzstelle Green IT des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg gefördert.

Prüfung, ob der Einsatz von Biozid und Salz bei den Verdunstungskühlanlagen reduziert werden kann

Hierzu wurde eine "Machbarkeitsstudie zur Optimierung der Kühlwasseraufbereitung des HLRS hinsichtlich der Reduktion der Umweltauswirkungen" vom Institut für Siedlungswasserbau ISWA der Universität Stuttgart durchgeführt. Als zentrales Ergebnis empfiehlt die Studie zu überprüfen, ob eine Umkehrosmose-Anlage anstatt des vorhandenen Ionentauschers mit Salz-Regenerierung eingesetzt werden könnte. Das zuständige Universitätsbauamt sieht allerdings keine realistische Möglichkeit, diese Idee bei laufendem Betrieb im Bestand umzusetzen. Allerdings soll sie in den Planungsprozess für das nächste Rechenzentrumsgebäude aufgenommen werden. Die Studie wurde durch die Kompetenzstelle Green IT des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg gefördert.

Nachhaltigkeit in Forschung und Lehre

Lehrveranstaltungen und Praktika zu Green IT und Energieeffizienz

Zur nachhaltigen Lehre wurde im Lehrangebot des IHR eine Sichtung der Lehrveranstaltungen durchgeführt und eine Auswahl von geeigneten Vorlesungen und Praktika zur Integration von Prüfungsfragen zu Green IT und Energieeffizienz und Präsentation von energieeffizienter Hardware in Modulen, die Rechnerarchitekturen beinhalten, ergänzt.

Praxisleitfaden „Nachhaltigkeit in Rechenzentren“

Das hat einen HLRS Praxisleitfaden „Nachhaltigkeit in Rechenzentren“ veröffentlicht. Mit der Veröffentlichung dieses Leitfadens möchte das HLRS seine Erfahrungen, die auf dem Weg zu einem Nachhaltigkeitsmanagement gesammelt wurden, auch anderen Rechenzentren zugänglich machen.

Modul über Nachhaltigkeit und Energieeffizienz für die Supercomputing Akademie erstellt

Für den Kurs „Cluster II“ zur Weiterbildung von Mitarbeitern aus Industrie und KMUs in der Supercomputing Akademie wurde ein Modul über Nachhaltigkeit und Energieeffizienz erstellt.

Nichttechnische Nachhaltigkeitsprojekte

Auf Recycling-Papier bei Drucker und Kopierer umstellen

In den Druckern und Kopierern des HLRS wird nur noch Recyclingpapier mit reduziertem Weißegrad verwendet. Diese schont Ressourcen, Bäume und das Klima.

Naturnahes Betriebsgelände durch geeignete Bepflanzung

Es wurden mehrere Bepflanzungsaktionen zur Erhöhung der Biodiversität auf den Grünflächen des HLRS durchgeführt (Frühblüher-Pflanzaktion zusammen mit HLRS-Mitarbeiter/innen und Anlegen eines Wiesenstreifens).

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungen

Abbildung 1: Strombedarf [MWh] in den Jahren 2016 bis 2021	24
Abbildung 2: Strombedarf [MWh] im Jahr 2021	24
Abbildung 3: Kälteversorgung im Jahr 2021.....	26
Abbildung 4: Gesamtkältebedarf in den Jahren 2016 bis 2021	26
Abbildung 5: Kältebedarf 2021 –Höchstleistungsrechner und sonstiger Kältebedarf [MWh]	27
Abbildung 6: Witterungsbereinigter Gesamtwärmeverbrauch in den Jahren 2016 bis 2021	27
Abbildung 7: Verbrauch an Wärmeenergie [MWh] im Jahr 2021.....	28
Abbildung 8: Anteile der CO ₂ Emissionen aus Elektrizität, Kälte und Wärme im Jahr 2021	30
Abbildung 9: Zurückgelegte Flugkilometer in den Jahren 2016 bis 2021	30
Abbildung 10: Durch Flugreisen verursachte CO ₂ -Emissionen in den Jahren 2016 bis 2021.....	31
Abbildung 11: Gesamtwasserbedarf in den Jahren 2016 bis 2021	32
Abbildung 12: Wasserbedarf im Jahr 2021, aufgeteilt in die einzelnen Verbraucher	32
Abbildung 13: Gesamtabwasseraufkommen in den Jahren 2016 bis 2021	33
Abbildung 14: Abwasseraufkommen im Jahr 2021.....	33
Abbildung 15: Angefallene Abfallmengen in den Jahren 2017 bis 2021.....	35
Abbildung 16: Eingekauftes Büropapier [kg] in den Jahren 2016 bis 2021.....	36





Tabellen

Tabelle 1: Energiekennzahlen des HLRS, neues Basisjahr ist 2021	23
Tabelle 2: CO ₂ Emissionen für Strom, Wärme und Kälte (Scope 2) im Jahr 2021	29
Tabelle 3: Verbrauchte Mengen an Chemikalien 2021	34
Tabelle 4: Umweltkennzahlen 2016 bis 2021	39
Tabelle 5: Bewertungsschema der Umweltaspekte.....	40

ERKLÄRUNG DES UMWELTGUTACHTERS ZU DEN BEGUTACHTUNGS- UND VALIDIERUNGSTÄTIGKEITEN




Der für die OmniCert Umweltgutachter GmbH mit der Registrierungsnummer DE-V-0360 unterzeichnende EMAS-Umweltgutachter

Thorsten Grantner (Registrierungsnummer DE-V-0284), akkreditiert für die Bereiche

-  62.09: Erbringung von sonstigen Dienstleistungen der Informationstechnologie
-  72: Forschung und Entwicklung
-  85.42.1: Universitäten
-  85.59.9: Unterricht a. n. g.

bestätigt, begutachtet zu haben, ob das Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart und das Institut für Höchstleistungsrechnen der Universität Stuttgart, wie in der gemeinsamen Umwelterklärung angegeben, mit der Registrierungsnummer DE-175-00208, 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.

Bad Abbach, den 03.01.2023

Dipl.-Ing. (FH) Thorsten Grantner
Umweltgutachter DE-V-0284

Kontakt

Höchstleistungsrechenzentrum Universität Stuttgart
Marcel Brodbeck
Nobelstraße 19, 70569 Stuttgart
E-Mail: nachhaltigkeit@hls.de

Sprechen Sie uns an, wenn Sie Fragen oder Anregungen zum
Umweltschutz bzw. zur Nachhaltigkeit am HLRS oder IHR haben.



Übergabe der Urkunden zur ISO 14001 und ISO 50001 bei der ersten Zertifizierung
durch den Umweltgutachter Thorsten Grantner 2019 (Bild: HLRS)

Impressum

Herausgeber: HLRS und IHR der Universität Stuttgart
Nobelstraße 10
70569 Stuttgart

E-Mail: nachhaltigkeit@hls.de

Autor*innen: Dr. Blessing, Karin
Brodbeck, Marcel, M.Sc.
Dr. Conrad, Norbert
Fischer, Tamara
Dr. Lorenz, Brigitte
Wöckener, Inna

Fotos Rechte aller nicht gekennzeichneten Bilder: HLRS

Abbildungen: Rechte: HLRS

Layout: Conrad

Stand: 20.10.2022