

Jahresbericht

2025

www.aco.net



Titelseite:

Eine Ionenfalle in einer Vakuumkammer dient als Prozessor des Quantencomputers „OTTER“ an der Universität Innsbruck – mehr dazu auf Seite 46.
„OTTER“ und die Aufnahme stammen von der ACOnet-Teilnehmerorganisation Alpine Quantum Technologies GmbH. (Foto: Dieter Kühn, AQT)

Jahresbericht 2025



www.aco.net



www.vix.at



4 Vorwort

Über ACOnet

8 Mission & Ziele

9 Zahlen, Daten, Fakten

10 Unser Team

14 ACONET 2030: The Times They Are a-Changin‘

15 ACONET Community Programm: Kräfte bündeln, Wissen teilen

Netzwerk

18 GÉANT: Hyperconnectivity für Europas HPC-Zentren

19 Was das Herz begehrt: ACOnet Backbone-Services

20 Einfacher ist besser: 400G-Metro-WDM am VIX

Services

24 Trusted Certificate Service: Die Wogen glätten sich

26 Time Service im ACOnet

27 OCRE 2024 Framework: Public Clouds für Forschung und Bildung

28 Werkzeugkasten zur Vorfallsbewältigung

30 Challenge accepted: ACOnet übt den Krisenfall - supported by GÉANT

Community

34 Meetings & Workshops:

KUKIT - Kunst, Kultur & IT | Peering Days 2025 | ArgeStorage |

Technische Betriebs- und Planungsgruppe | ACONET Infoveranstaltungen

37 35 Jahre ACOnet!

38 net:art coordination center: Objekte der Begierde im digitalen Zeitalter

40 EOSC Support Office Austria: Auf dem Weg zu einem Austrian EOSC Node

Aus unserem Teilnehmerkreis

43 Neue ACOnet-Teilnehmer 2025

44 AQUnet: Ein optischer „Quanten-Takt“ für Österreich

46 QACI: Ein produktiver Quantencomputer für Forschung und Lehre

48 Anwendungen für die Zukunft: Quantum Key Distribution im Regierungsnetz

50 ACOnet Participant Portrait: Institute of Science and Technology Austria (ISTA)

54 Ein neuer HPC auf der Hohen Warte

55 MUSICA - Multi-Site Computer Austria

56 Stärkung der Cybersicherheit: ASOC - Academic Security Operations Center

58 ACO-TEC: ACO meets Market

60 Impressum

Vorwort

Liebe Leser*innen!

Falls Sie uns schon länger begleiten, wird Ihnen vielleicht auffallen, dass das Vorwort des ACOnet Jahresberichts heuer erstmals ein neues Gesicht zeigt: Unser Langzeit-Abteilungsleiter Christian Panigl zieht sich sukzessive von der vordersten Front zurück, um uns einen „Pensionsschock“ auf unserer Seite zu ersparen. Bis Ende Februar 2027 besteht das Führungsteam der Abteilung ACOnet & VIX daher aus [Christian Panigl](#) und [Harald Michl](#) als Abteilungsleiter, [Michael Perzi](#) als Teamleiter und Betriebskoordinator des Teams ACOnet & VIX sowie [Arsen Stasic](#) als Teamleiter der Internet Domain Administration (mehr dazu im Vorwort des Jahresberichts 2024).

Die schrittweise Übergabe der Leitungsaufgaben verläuft planmäßig, und wir schätzen uns sehr glücklich, dass uns Christian Panigl in dieser Übergangsphase als „Rettungsanker“ zur Verfügung steht. Ohne seinen riesigen Erfahrungsschatz und seine zahllosen persönlichen Kontakte in der nationalen und internationalen Wissenschaftsnetz-Community wäre es sehr schwierig, einen reibungslosen Generationswechsel in einem Umfeld sicherzustellen, das mittlerweile seit 35 Jahren floriert (siehe Seite 37).

Das ist jedoch bei Weitem nicht die einzige erfreuliche teaminterne Neuigkeit des vergangenen Jahres:

- Anfang März 2025 konnten wir [Elisabeth Zoppoth](#), die uns bereits seit Sommer 2016 als freie Dienstnehmerin unterstützt, in den regulären Personalstand aufnehmen. Wie bisher wird sie den Bereich Öffentlich-

keitsarbeit betreuen, insbesondere unsere drei Websites (www.aco.net, www.vix.at, www.netart.cc) sowie die Print- und Marketingmaterialien, in die auch unsere Jahresberichte fallen.

- Seit Mitte März 2025 ergänzt [Gal Axis](#) unser Team höchst kompetent beim Betrieb der Backend-Infrastruktur und der ACOnet Identity Federation.

- Unsere Kollegin [Shimaa Awad](#) ist im Juni 2025 zum dritten Mal Mutter geworden – wir gratulieren herzlich! Als Karenzvertretung im Netzwerk-Bereich konnten wir [Robert Sailer](#) gewinnen, der als ehemaliger IT-Leiter des Naturhistorischen Museums Wien wertvolle Erfahrung mitbringt – und gleich an seinem ersten Arbeitstag bei der 71. TBPG-Sitzung in Klagenfurt viele alte Bekannte begrüßen durfte.

- Die Internet Domain Administration erhielt 2025 ebenfalls dringend benötigte Verstärkung: im März durch [Odin Kröger](#), im Mai durch [Nina Pollak](#). Beide unterstützen das Team tatkräftig durch ihre Expertise im Bereich Systemadministration.

Allen neuen Kolleg*innen wünschen wir viel Freude und Erfolg mit ihren Aufgaben!

Wie so oft gibt es leider auch einen Wermutstropfen: [Christoph Campregher](#), Leiter der Stabsstelle IT Security am ZID der Universität Wien und wichtiger Mitarbeiter des ACOnet-CERT, hat sich bedauerlicherweise Ende Juli 2025 neuen Herausforderungen zugewandt. Die Stabsstelle wurde in Folge mit dem CIO Office des ZID zur neuen Stabsstelle „CIO Office & IT Security“ zu-

sammengelegt. Der bisherige Leiter des CIO Office, Rainer Jantscher, leitet nun beide Bereiche; Teamleiter des ACOnet-CERT ist weiterhin Alexander Talos-Zens.

Keinen Wermutstropfen gibt es beim Inhalt unseres Jahresberichts 2025: Er ist so umfangreich und vielfältig ausgefallen, dass es unmöglich ist, an dieser Stelle auf alle Aspekte einzugehen. Lassen Sie sich überraschen!

Besonders hingewiesen sei hier aber auf den Schwerpunkt dieses Jahresberichts, der sich auch am Titelblatt andeutet. Wir freuen uns sehr, dass wir aus unserem Teilnehmerkreis gleich drei spannende Beiträge zum Thema Quantenkommunikation erhalten haben:

- Auf Seite 44 berichtet Thorsten Schumm (TU Wien) über den Status des [Austrian Quantum Fiber Network \(AQUnet\)](#) und über die Entwicklung der weltweit ersten Thorium-Atomkern-Uhr.
- Auf Seite 46 präsentiert Peter Kandolf (Universität Innsbruck) den Quantencomputer „OTTER“, der im Rahmen des Projekts [Quantum Accelerated Computing Infrastructure \(QACI\)](#) österreichweit für Forschung und Lehre zur Verfügung gestellt werden soll.
- Auf Seite 48 stellen Florian Kutschera und Stephan Laschet (AIT) das Projekt QCI-CAT vor, das mehrere Regierungsstellen in Wien zu einem mit [Quantum Key Distribution \(QKD\)](#) abgesicherten Netzwerk verbindet und zusätzlich mehrere Anwendungsfälle für quantensichere Verschlüsselung ausgearbeitet hat.

Ein weiteres Highlight, das Sie keinesfalls verpassen sollten, ist ein hochinteressanter Bericht des [Institute of Science and Technology Austria \(ISTA\)](#), der sich von Astrophysik über bildgebendes Laborequipment bis hin zur elementaren Rolle bewegt, die Hochleistungs-Datennetze für die Spitzenforschung spielen (siehe Seite 50). Wir hoffen, dass dieser Artikel den Grundstein für eine neue Serie von „ACOnet Teilnehmerporträts“ legt, die uns weiterhin faszinierende Einblicke in die Tätigkeiten unserer Teilnehmerorganisationen gewährt. Falls Sie Interesse haben, Ihre Institution oder ein Projekt im ACOnet Jahresbericht vorzustellen, kontaktieren Sie uns bitte unter webmaster@aco.net – wir freuen uns über jeden Beitrag!

Eine gute Tradition möchte ich unbedingt fortsetzen, nämlich das Vorwort des Jahresberichts zu nutzen, um allen Mitarbeiter*innen und der gesamten ACOnet-Community für ihr Engagement und ihre Kooperationsbereitschaft herzlich zu danken! Ein besonderes Dankeschön geht an alle Gastautor*innen, die unseren Jahresbericht immer wieder in ein spannendes Potpourri unterschiedlichster Themen verwandeln.

Das ist auch heuer wieder geglückt. Allen Leser*innen wünsche ich daher eine interessante Lektüre!



Harald Michl
Abteilungsleiter ACOnet & VIX

A photograph of a man and a woman sitting at a desk in an office. The man, on the left, is wearing a light blue denim shirt and is smiling while looking towards the woman. The woman, on the right, is wearing a black top and glasses, and is also smiling while looking at a laptop. The desk has a water bottle, papers, and a laptop. The background shows office windows with blinds. The text 'Über ACOnet' is overlaid in white on the image.

Über ACOnet



Mission & Ziele

Mission

- Das **ACOnet-Kernteam an der Universität Wien** betreibt das wissenschaftliche Datennetz in Österreich **gemeinsam mit den Standort-Betreuer*innen in den Bundesländern** und entwickelt es im Sinne seiner Teilnehmerorganisationen aus Wissenschaft, Forschung, Bildung, Kunst und Kultur kontinuierlich weiter.
- ACOnet ist ein **ausfallsicheres High-Performance-Netzwerk („Backbone“)** mit ausgezeichneter Anbindung an andere Wissenschaftsnetze und das globale Internet. Daneben bietet ACOnet seinen Teilnehmern ein breitgefächertes **Service-Portfolio**. Durch diese Kombination fördert ACOnet **innovative Kooperationen** – national wie international.
- Der aktive Austausch zwischen seinen Teilnehmerorganisationen und die Bildung von Communities sind essenzielle Grundpfeiler von ACOnet. Das **kollaborative Betriebs- und Gestaltungsmodell** und die breite Kooperation in Arbeitsgruppen schaffen die nötige **Vertrauensbasis für den effizienten, stabilen und sicheren Betrieb** der gemeinsamen Infrastruktur.
- Die ACOnet-Community sorgt als wichtiger **Know-how-Träger** für Wissenstransfer auf nationaler und internationaler Ebene. Durch ihre **neutrale und unabhängige Expertise** leistet die ACOnet-Community einen nachhaltigen Beitrag zur Digitalisierung im Bildungsbereich.

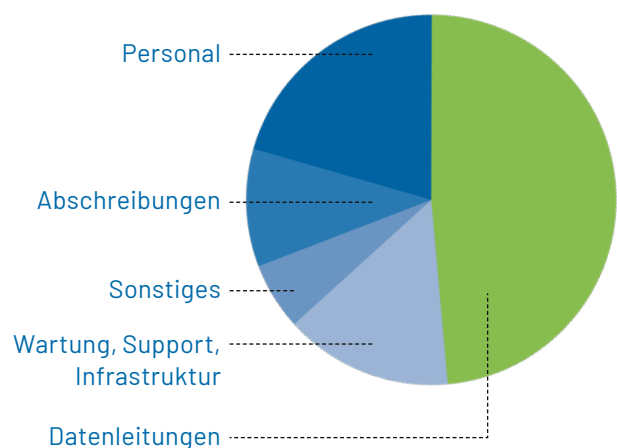
Ziele

- ACOnet stellt seinem Teilnehmerkreis (Institutionen aus Wissenschaft, Forschung, Bildung, Kunst und Kultur) eine **leistungsfähige Netzwerk-Infrastruktur** und ein **attraktives Service-Angebot** zur Verfügung.
 - ACOnet erfüllt **spezifische Anforderungen von Forschungsprojekten** und Communities mit besonders hohen Qualitätsansprüchen.
 - ACOnet verbessert laufend das **Kosten-Nutzen-Verhältnis** für seine Teilnehmerorganisationen. Der Fokus liegt hierbei auf der **Beibehaltung eines stabilen Betriebs** bei gleichzeitiger Erweiterung des Service-Angebots.
 - ACOnet richtet die **Weiterentwicklung** seiner Infrastruktur und Services regelmäßig an den Entwicklungen im internationalen Wissenschaftsnetz-Verbund aus. **Nachhaltigkeit, Qualität und Flexibilität** sind dabei von höchster Priorität.
- Zur Erreichung dieser Ziele sind neben einer hervorragenden technischen Ausstattung vor allem hochqualifizierte und hochmotivierte Mitarbeiter*innen erforderlich.** Besonderes Augenmerk wird daher auf geeignete Mittel und Maßnahmen für eine adäquate Personalausstattung und eine nachhaltige Personalentwicklung gelegt.

Zahlen, Daten, Fakten

ACOnet-Teilnehmeranschlüsse gesamt (Stand 31. Dezember 2025)	295
Akademische Organisationen (41 Universitäten, 19 Fachhochschulen, 19 sonstige Bildungseinrichtungen)	79
Studierendenheimträger (mit insgesamt 106 an ACOnet angebotenen Studierendenheimen)	53
Einrichtungen der öffentlichen Verwaltung	42
Forschungseinrichtungen	55
Kulturorganisationen	17
Regionale EDUnet-Teilnehmer	9
Gesundheitsinstitutionen	9
Sonstige	31
davon:	
ACONET-Vereinsmitglieder	47
GovIX-Teilnehmer	36
Backbone-Standorte	22
Glasfaser in km	3.400

Finanzielle Kennzahlen	2024	2025
in Mio. € (Stand 28. Jänner 2026)		
+ Erlöse	6,8	7,1
- Aufwendungen	6,5	6,8
Personal	1,2	1,4
Datenleitungen	3,3	3,3
Wartung, Support, Infrastruktur	0,8	1,0
Sonstiges	0,3	0,4
Abschreibungen	0,9	0,7
= Ergebnis	0,3	0,3
Anlagenanschaffungen	0,1	0,1



Das ACOnet-Budget ergibt sich aus den Erlösen aus Nutzungsvereinbarungen mit den ACOnet-Teilnehmerorganisationen. Das Ergebnis wird einer Rücklage zugewandt, die zweckgebunden für ACOnet verwendet wird.

Unser Team

Das ACOnet-Team ist am Zentralen Informatikdienst (ZID) der Universität Wien angesiedelt.

Michl Harald & Panigl Christian

Abteilungsleiter

ACOnet & Vienna Internet eXchange (VIX)

Perzi Michael

Teamleiter, Betriebskoordination,
LIR, Teilnehmeradministration,
Netzwerk- und Server-Betrieb

Awad Shimaa

Netzwerk-Betrieb

Axis Gal (ab 17. März 2025)

Identity Federation, Server-Betrieb

Bauer Kurt

Identity Federation, Zertifikatsservice,
Netzwerk- und Server-Betrieb

Brand Peter

Identity Federation, Server-Betrieb

Cravos Romana

NIS-Projektmanagement,
Eventmanagement (Peering Days)

Dürr Elias

Server-Betrieb,
Technische Koordination NIS-Maßnahmen

Elsherif Yosuf

Software- und Systementwicklung

Genser Christoph

Webentwicklung, Öffentlichkeitsarbeit

Kovačević Nataša

Assistenz

Radulescu Liviu

Software- und Systementwicklung

Rennert Erwin

Netzwerk-Betrieb

Sailer Robert (ab 16. Juni 2025)

Netzwerk-Betrieb



Schneider Monika
Netzwerk-Betrieb

Wein Robert
Netzwerk-/Server-Betrieb und -Monitoring

Zoppoth Elisabeth (ab 1. März 2025)
Webredaktion, Öffentlichkeitsarbeit

Freie Mitarbeiterin:

Kreil Renate
Kunst- und Kulturkommunikation,
Projektmanagement net:art coordination center



Das ACOnet-Team 2025 (v.l.n.r.): Shima Awad, Erwin Rennert, Elias Dürr, Robert Wein, Liviu Radulescu, Yosuf Elsherif, Christoph Genser, Gal Axis, Peter Brand, Renate Kreil, Romana Cravos, Robert Sailer, Nataša Kovačević, Michael Perzi, Monika Schneider, Elisabeth Zoppoth, Christian Panigl, Kurt Bauer, Arsen Stasic, Harald Michl (Foto: Günther Grobauer)



ACOnet-CERT (Computer Emergency Response Team)

Talos-Zens Alexander
Teamleiter ACOnet-CERT

Campregher Christoph (bis 31. Juli 2025)
Teamleiter Stabsstelle „IT Security“
am ZID der Universität Wien

Beck Michael
CERT-Betrieb

Brandstätter Fabian
CERT-Betrieb

Raditsch Markus
CERT-Betrieb

Internet Domain Administration

Stasic Arsen
Teamleiter, DNS-Services ACOnet & GovIX

Adam Achim
Software- und Systementwicklung

Dorner Clemens
Software-Qualitätssicherung

Englisch Holger
.ac.at-Domains

Ferra-Reicher Markus
Monitoring und Datenvisualisierung

Freisleben Ulrich
Software- und Systementwicklung

Heimhilcher Markus
DNS-Administration

Jukic Ante
Projektmanagement

Kröger Odin (ab 10. März 2025)
Systemadministration

Maurer Michael
Software- und Systementwicklung

Papst Andreas
Projektmanagement

Pollak Nina (ab 2. Mai 2025)
Systemadministration

Reutner-Fischer Bernhard
Software- und Systementwicklung

Schmidt David
Software- und Systementwicklung

Winkler Gerhard
Technische Koordination NIS-Maßnahmen



oben v. l. n. r.: Alexander Talos-Zens, Christoph Campregher (ACOnet-CERT)
unten v. l. n. r.: Michael Beck, Fabian Brandstätter, Markus Raditsch (ACOnet-CERT)



Arsen Stasic (Internet Domain Administration)

ACONET 2030: The Times They Are a-Changin’

Seit 1986 engagiert sich der ACONET Verein, um ACONet als National Research and Education Network (NREN) für gemeinnützige Einrichtungen der Wissenschaft, Forschung, Bildung, Kunst und Kultur aufzubauen und strategisch zu begleiten. In den vergangenen Jahrzehnten haben sich die technologischen, regulatorischen und organisatorischen Rahmenbedingungen aber erheblich gewandelt.

Der internationale Netzwerkverbund, in dem wir agieren, stellt eine hochleistungsfähige und innovative Infrastruktur zur Verfügung, die nach wie vor die Grundlage für Kooperationen und den Austausch von Daten zwischen Universitäten und Forschungseinrichtungen bildet.

Insbesondere in den letzten 15 Jahren, im Zusammenhang mit der digitalen Transformation und zuletzt auch mit den Entwicklungen im Bereich der KI, haben sich die Aufgaben, aber auch die Rolle der NREN-Organisationen, die in Europa unter dem Dachverband GÉANT organisiert sind, allerdings erheblich erweitert. Neben dem Betrieb der Datennetzinfrastrukturen bieten die NRENs heute eine Vielzahl sogenannter „Above-the-Net“-Services an bzw. wird deren Bereitstellung von der Community erwartet. In vielen Fällen übernehmen die NRENs zudem die Rolle einer Interessenvertretung ihrer nationalen Member Communities.

Herausforderungen

Der stark wachsende Bedarf an Digitalisierung und IT-Services sowie internationale Initiativen wie die European Open Science Cloud, EuroHPC oder das Time and Frequency Network (TFN) erfordern eine deutlich stärkere und koordinierte nationale Repräsentation.

Aufgrund der in Österreich historisch gewachsenen Strukturen – mit der Universität Wien als NREN- und ACONet-Betreiberin, dem ACONET Verein als strategischem Beirat und Austrian Mandated Organisation bei europäischen Initiativen sowie der ACOmarket GmbH als IT-Service-Broker – entstehen zunehmend riskanter werdende Abhängigkeiten von einer einzelnen Organisation und Fragmentierungen mit entsprechenden Reibungsverlusten.

Zielbild: Eine moderne, unabhängige österreichische NREN-Organisation

Europäische Beispiele zeigen, dass unabhängige NREN-Organisationen mit stabiler, pluralistisch ausgerichteter Governance Transformationsprozesse erfolgreich gestalten. Zentrale Merkmale sind ein geschlossenes internationales Auftreten, inklusive Strukturen sowie eine klare strategische Ausrichtung mit ausreichender Flexibilität, Innovationsfähigkeit und nachhaltiger Finanzierung.

Vor dem Hintergrund digitaler Souveränität, Innovationsfähigkeit und internationaler Anschlussfähigkeit wurde die Notwendigkeit einer integrierten, unabhängigen österreichischen NREN-Organisation bis 2030 deutlich. Für Österreich bedeutet dies, die bestehende fragmentierte Konstellation durch eine solche Organisation zu ersetzen, die langfristig das notwendige Leistungsspektrum sicherstellt und als stabile Trägerorganisation für zukünftige Services fungiert.

Unter diesem Blickwinkel dokumentiert das Positionspapier „ACONET 2030“ des ACONET Vereins (verfügbar unter www.aco.net/Strategie_ACONET_2030.pdf) das Ergebnis des gemeinsamen Abstimmungs- und Entwicklungsprozesses und beschreibt die erforderliche Zielstruktur für eine nachhaltige und zukunftsorientierte Organisation der österreichischen NREN-Community.



Bernd Logar und Petra Karlhuber

Vorsitzender und Generalsekretärin
des ACONET Vereins

vorsitz@aconet.at | generalsekretariat@aconet.at

ACONET Community Programm: Kräfte bündeln, Wissen teilen

Wer an einer Herausforderung arbeitet, die andere längst gelöst haben, verliert Zeit und Ressourcen. Wer nicht weiß, dass es die richtigen Ansprechpersonen bereits gibt, fängt bei null an.

Genau diese Lücke schließt das ACONET Community Programm, das seit Frühjahr 2025 aktiv daran arbeitet, eine offene, kooperative und thematisch vernetzte Community im österreichischen Wissenschaftsnetz gezielt zu stärken.

Initiativen sichtbar machen

Im österreichischen Wissenschaftsnetz arbeiten zahlreiche Gruppen aus dem Bereich IT und Digitalisierung an gemeinsamen Herausforderungen, oft jedoch jenseits der eigenen Institution weitgehend unsichtbar. Für Einrichtungen, die von ähnlichen Themen betroffen sind, bleibt wertvolles Wissen damit unerreichbar.

Auf den Webseiten des ACONET Community Programms sind nun 22 dieser Gruppen mit ihren Themen, Aktivitäten und Kontaktmöglichkeiten öffentlich einsehbar. Bestehende Initiativen werden auffindbar, neue Beteiligte schneller angebunden und Doppelarbeit reduziert.

Austausch zu aktuellen Themen

Regelmäßige Online-Infoshares bieten Fachleuten aus dem gesamten Wissenschaftsnetz ein offenes, niederschwelliges Format, um sich zu aktuellen Themen aus-

zutauschen. Der Infoshare zu Künstlicher Intelligenz im Herbst 2025 zeigte exemplarisch, was möglich wird, wenn die richtigen Personen zusammenkommen: Einrichtungen, die ähnliche Projekte verfolgen, fanden zueinander und konnten voneinander lernen. Wiederkehrende Fragestellungen wurden gebündelt, offene Punkte identifiziert und die Grundlage für fokussierte Weiterarbeit geschaffen.

Blick nach vorne

Ziel ist es, das Programm weiter in die Breite zu tragen, neue Themenfelder aufzugreifen und einen Rahmen zu schaffen, in dem aus Austausch konkrete, institutionsübergreifende Zusammenarbeit entsteht und aus Ideen Ergebnisse werden, die der gesamten Community zugutekommen.

Arbeitsgruppen und Kontaktmöglichkeiten sind auf unseren Webseiten gebündelt und öffentlich zugänglich:

- www.aco.net/community_programm

Für alle, die nicht live dabei sein können, stehen die Aufzeichnungen der Infoshares online zur Verfügung:

- www.aco.net/community_infoshares

Wer Themenvorschläge hat, einen Beitrag präsentieren oder selbst einen Infoshare organisieren möchte, ist herzlich eingeladen, sich bei uns zu melden:

- community@aconet.at



David Urbaner
ACONET Verein
Community Manager
community@aconet.at



Netzwerk



GÉANT: Hyperconnectivity für Europas HPC-Zentren

Das European High Performance Computing Joint Undertaking (kurz EuroHPC JU - eine gemeinsame Organisation von EU, 36 Staaten und privaten Partnern) hat im Dezember 2024 eine europaweite Ausschreibung für eine Hochleistungs-Datennetzverbindung zwischen europäischen Supercomputing-, Forschungs-, KI- und Quantenrechenzentren durchgeführt.

Das Auftragsvolumen umfasst 60 Millionen Euro; gefordert war u.a. eine sichere, förderierte Netzwerkarchitektur und eine Bandbreite im Tbit/s-Bereich. Der pan-europäische Wissenschafts- und Forschungsnetzverbund GÉANT konnte sich glücklicherweise als Bestbieter gegen den kommerziellen Wettbewerb durchsetzen und wird nun in Partnerschaft mit den europäischen NRENs (wie AConet in Österreich) für die kommenden vier Jahre maßgeblich dazu beitragen, einen ultraschnellen Datenaustausch zwischen Europas Hochleistungs-Rechenzentren sicherzustellen.

Als wichtigste „Point of Interest“-Infrastrukturen in Österreich werden zunächst

- **Austrian Scientific Computing (ASC)** und das
- **CLARIN B-centre DH-Graz** (Digital Humanities an der Universität Graz)

in die sogenannte HCSA (Hyperconnectivity Service Area) aufgenommen. Beide verfügen bereits über leistungsfähige AConet-Anbindungen; das kann daher kurzfristig realisiert werden.

Die eigentliche Herausforderung in der Vorbereitung eines gemeinsamen Angebots im Rahmen dieser Ausschreibung war die Tatsache, dass damit das GÉANT- und NREN-„Geschäftsmodell“ gewissermaßen auf den Kopf gestellt wurde: Bisher hatten wir ausschließlich eine Bottom-Up-Auftragssituation mit den teilnehmenden Institutionen als „Kunden“ der NRENs und den NRENs als „Kunden“ von GÉANT. Nunmehr haben wir es mit einem externen Auftraggeber (EuroHPC JU) zu tun, GÉANT als dessen unmittelbarem Auftragnehmer/Lieferanten (inklusive SLA-Verpflichtungen) und den NRENs als Sublieferanten. Es mussten daher völlig neue Verträge (Collaboration Agreements) zwischen GÉANT und allen beteiligten NRENs ausgearbeitet und abgeschlossen werden.



Christian Panigl
AConet



Der Supercomputer Leonardo in Bologna/Italien, an dem auch Österreich beteiligt ist, hat eine Leistung von 250 Petaflops (Rmax) und ist damit das drittstärkste von elf HPC-Systemen, die bisher von EuroHPC JU beschafft wurden. Derzeit liegt er auf Platz 10 der weltweit schnellsten Supercomputer. (Foto: Leonardo Cineca)

Was das Herz begehrt: ACOnet Backbone-Services

Der ACOnet-Backbone unterstützt nicht nur ACOnet-Services. In der aktuellen Generation können auf der Glasfaser-Infrastruktur auch Teilnehmer-Services konfiguriert werden, die spezielle Anforderungen erfüllen müssen.

Für ACOnet-Teilnehmer gibt es mehrere technische Möglichkeiten, um direkte Netzwerkverbindungen zwischen zwei Standorten zu realisieren:

Verschaltungen auf bestehenden Wegen

Die einfachste und kostengünstigste Methode ist ein separates **Layer2-Service**, das auf der bestehenden ACOnet-Infrastruktur konfiguriert wird und zwei oder mehr Endpunkte an beliebigen ACOnet-Standorten verbindet. Layer2-Services sind komplett unabhängig vom restlichen Backbone-Verkehr und bieten eine eigene, virtuelle Infrastruktur, über die ein Teilnehmer beliebige Anwendungen abbilden kann.

Diese Services nutzen aber dieselbe physische Infrastruktur (also dieselben WDM-Transponderkanäle) wie die ACOnet-Services. Es ist daher essentiell, auf die Gesamtauslastung des Systems zu achten, um Engpässe zu vermeiden und bei Bedarf rechtzeitig die Kapazitäten zu erweitern.

Eigene Wege schaffen

Wenn ein Teilnehmer spezifische Anforderungen an solche Verbindungen hat (in Bezug auf verfügbare Bandbreite, Verschlüsselung, physisch getrennte Übertragungskanäle usw.), besteht auch die Möglichkeit, exklusive Transponderverbindungen über die bestehende Glasfaserinfrastruktur zu errichten. Hierfür kann entweder eine freie **Muxponder-Verbindung** (10 Gbit/s Bandbreite) auf bestehender Hardware genutzt oder ein **eigenes Transponderpaar** im WDM-Equipment von ACOnet installiert werden (bis 400 Gbit/s Bandbreite).

Ein Beispiel für die erste Option ist die Verbindung zwischen Wien und dem Zentralen Ausweichsystem des Bundes (ZAS) in St. Johann im Pongau. Die Statistik Austria nutzt seit 2018 zwei wegeredundante Verbindungen (je 10 Gbit/s) auf dem ACOnet-Backbone zur Anbindung ihres Wiener Rechenzentrums an ihren Datensicherungs-Standort ZAS. Diese Strecken wurden teilnehmerseitig mit einer etablierten Netzwerk-Verschlüsselungsinfrastruktur ausgestattet, um die Anforderungen an die Vertraulichkeit zu gewährleisten. Auch bei Muxponder-Verbindungen gilt es, Augenmerk

auf die Kapazitätsplanung zu legen, um ausreichend Reserven für einen eventuell nötigen Ausbau der Backbone-Infrastruktur sicherzustellen. Solange genügend Kapazitäten vorhanden sind, können wir diese unseren Teilnehmern zur Nutzung zur Verfügung stellen.

Bei der zweiten Option handelt es sich aufgrund des eigenen Transponderpaars um eine völlig unabhängige Infrastruktur, deren Bandbreite ausschließlich für den Datenverkehr des jeweiligen Teilnehmers zur Verfügung steht. Durch die zusätzliche Hardware muss hier jedoch mit Anschaffungs- und Wartungskosten sowie mit einer Vorlaufzeit für die Implementierung gerechnet werden.

MUSICA - Multi-Site Computer Austria

2025 wurden im Rahmen des MUSICA-Projekts für die TU Wien, die Johannes Kepler Universität Linz und die Universität Innsbruck exklusive 100 Gbit/s-Transponderverbindungen auf dem ACOnet-Backbone installiert (Wien-Linz, Linz-Innsbruck, Innsbruck-Wien). Eine Ring-Topologie gewährleistet Streckenredundanz und somit weitgehende Ausfallsicherheit.

Über diese hochperformanten Netzwerkverbindungen wurden HPC-Systeme an den drei MUSICA-Standorten zu einem verteilten hochverfügbaren HPC-Cluster verbunden (HPC = High-Performance Computing). Ab dem Vollbetrieb 2026 wird dieser Cluster voraussichtlich zu den 50 schnellsten Supercomputern weltweit zählen. Weitere Infos zu MUSICA finden Sie auf Seite 55.



Michael Perzi
ACOnet

Einfacher ist besser: 400G-Metro-WDM am VIX

Seit 1996 betreibt das ACOnet-Team auch den Internet-Austauschknoten Vienna Internet eXchange (VIX) als vitales Element der Netzdiversität in Österreich. Wie überall sind auch am VIX regelmäßige Upgrades nötig, um die steigenden Anforderungen an Funktionalität und Performance erfüllen zu können. Bisher stieg mit Neuerungen oft auch die Komplexität – doch 2025 war es umgekehrt: Durch einen Strategiewechsel konnte das Setup viel einfacher und kostengünstiger gestaltet werden.

Seit der Vienna Internet eXchange an mehreren Standorten betrieben wird, ist eine der zu lösenden Aufgaben die, für ausreichend Bandbreite zwischen diesen Standorten zu sorgen. Jeder Teilnehmer am VIX soll die gleiche Servicequalität und Performance zu jedem anderen VIX-Teilnehmer abrufen können, unabhängig davon, an welchem Standort er sich anschließt.

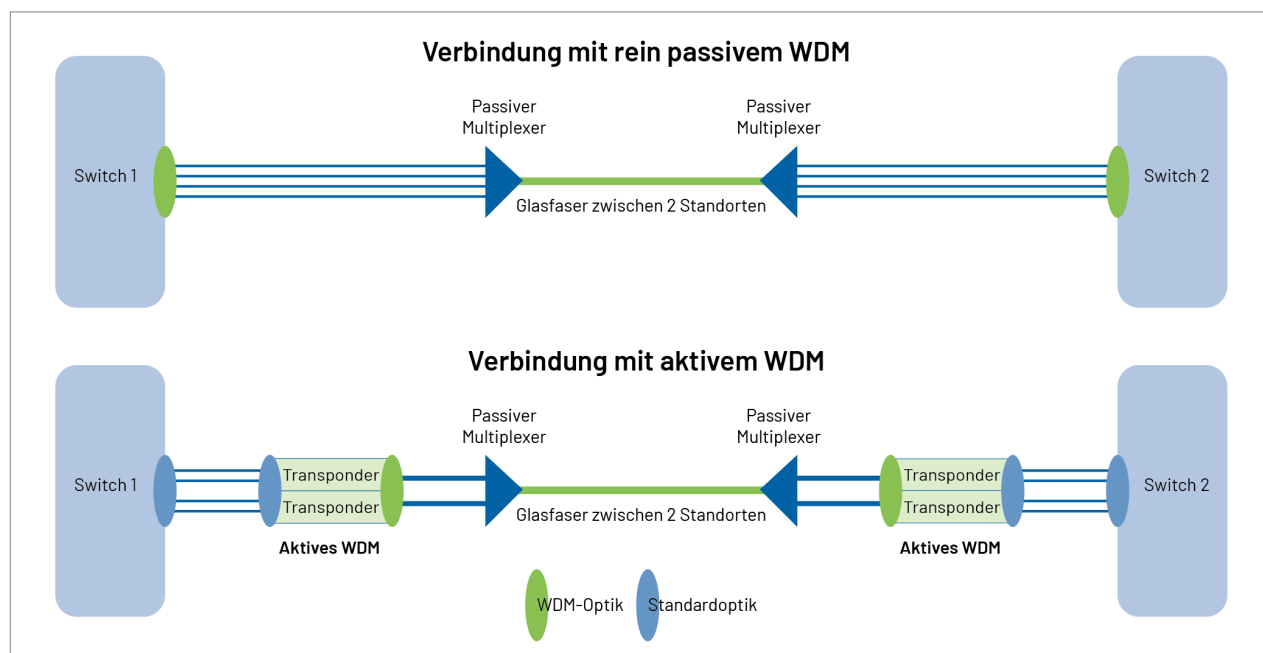
2001 eröffneten wir neben dem VIX-Standort im NIG (Neues Institutsgebäude der Universität Wien) einen zweiten Standort auf der anderen Seite der Donau, im Datacenter von Interxion (mittlerweile Digital Realty). Eine wege- und brückenredundante Verbindung der beiden Standorte wurde mit zwei Glasfaserleitungen

realisiert, die zu Beginn mit jeweils 1 Gigabit pro Sekunde (1 Gbit/s, kurz 1G) betrieben wurden. Als diese Bandbreite 2006 an ihre Grenzen stieß, waren bereits 10G-Interfaces erhältlich, und der Upgrade-Pfad war entsprechend einfach.

Etwas komplizierter wurde es vier Jahre später, als 10G pro Link nicht mehr ausreichten. 100G-Technologie war noch nicht wirklich am Markt, 400G-Verbindungen wurden von der damaligen VIX-Plattform nicht unterstützt. Zusätzliche Glasfaserverbindungen hätten die Redundanz nicht verbessert, aber die laufenden Kosten in die Höhe getrieben.

Von passivem WDM ...

Die betrieblich und finanziell günstigste Möglichkeit der Bandbreitenerhöhung war die für uns damals neue Methode des passiven optischen Multiplexings (Wavelength-Division Multiplexing, kurz WDM). Dabei werden mit Hilfe von zwei sogenannten Multiplexern auf derselben Glasfaser mehrere unterschiedliche Wellenlängen transportiert – an einem Ende „eingefädelt“ und am anderen Ende wieder separiert. Mit dem damals üblichen CWDM (Coarse WDM) konnten auf diese Weise relativ simpel statt einem nun acht Kanäle genutzt werden. Das reichte immerhin zwei Jahre lang.



Schematische Gegenüberstellung von rein passiven und aktiven WDM-Verbindungen. Die untere Grafik zeigt das VIX-Setup 2021–2025: Lokale 100G-Verbindungen werden im aktiven WDM zu 200G mit unterschiedlichen Wellenlängen auf dem Metrolink konvertiert. (Grafik: ACOnet)

2013, beim nächsten Plattformwechsel, wurde auf DWDM (Dense WDM) mit 16 Kanälen umgestellt. Ab 2015 nutzten wir mit dieser Plattform auch 100G-Interfaces für Teilnehmeranschlüsse; für die Querverbindung der Standorte war die Technologie aber noch zu teuer und kompliziert. So kam es, dass beim „epochalen“ Upgrade-Schritt vor fünf Jahren (mehr dazu im ACOnet Jahresbericht 2021) bereits 32 Verbindungen mit jeweils 10G zwischen den Standorten NIG und Interxion parallel liefen.

... zu aktivem WDM ...

Beim Plattformwechsel 2021 stand außer Frage, dass die Geschwindigkeit der Querverbindungen künftig zumindest mehrfach 100G betragen muss. 400G-Interfaces waren zwar schon verfügbar, aber sehr teuer und mit zu geringer Portanzahl auf den Switches. 100G-Verbindungen waren damals für passives Multiplexing ungeeignet, weil dabei eigentlich 4x25G übertragen wurden – jedes Signal war also schon auf vier Kanäle verteilt und konnte nicht weiter aufgesplittet werden.

Darum wurden 2021 zwischen den mittlerweile drei VIX-Standorten aktive WDM-Komponenten installiert, die auf den bestehenden Glasfasern bis zu 96 parallele 100G-Verbindungen bereitstellen konnten. Das Setup wuchs dadurch um eine ganze Gerätefamilie: Statt wie früher einfach zwei Switches durch jeweils eine WDM-Optik zu verbinden, wurden nun Standardoptiken an den Switches sowie Standard- und WDM-Optiken an den WDM-Komponenten benötigt (siehe Grafik auf Seite 20). Damit erhöhte sich die Komplexität und die Fehlerwahrscheinlichkeit; dazu kam, dass die aktiven WDM-Komponenten konfiguriert und ihre Software entsprechend gewartet werden musste.

Zum Glück aber bleibt die Zeit nicht stehen, und seit 2021 hat sich technologisch viel getan. 2025 war es an der Zeit, am VIX auch 400G-Teilnehmerports anzubieten und die Kapazität zwischen den Standorten entsprechend zu erhöhen. Eine Verbindungsgeschwindigkeit von 400G erschien notwendig und machbar – einerseits hatten die neuen Core-Switches keine 100G-Interfaces mehr, andererseits gab es auch am Optik-Sektor sehr vielversprechende Entwicklungen. 2024, zu Beginn der Planungen, evaluierten wir zwei Varianten: entweder die bestehenden aktiven WDM-Komponenten durch neue, 400G-taugliche Geräte zu ersetzen – oder einen ganz anderen Ansatz zu wählen, in Richtung „back to the roots“.

... und zurück

Optiken, die längere Strecken bedienen können, müssen höhere Anforderungen erfüllen als solche, die nur wenige Kilometer abdecken: Neben einer höheren optischen Leistung (starker Laser) für die Überwindung der Distanz ist es auch nötig, die durch die Signalver-

zerrung der langen Glasfaser entstehenden Fehler zu korrigieren. Das bedingt einen hohen Platz- und Strombedarf (Hitze), weshalb früher für längere Strecken eigene aktive WDM-Komponenten betrieben werden mussten. Die fortschreitende Miniaturisierung im technischen Bereich hat in den letzten Jahren aber zumindest für Strecken bis ca. 80 km (für Ballungszentren geeignet, daher der Name „Metro-WDM“) eine entscheidende Verbesserung gebracht: Mittlerweile können sowohl die nötige optische Leistung als auch die Fehlerkorrektur in Optiken integriert werden, die in den Switches selbst betrieben werden – so wie früher mit der 10G-Technologie.

Die Datenblätter dieser Optiken ließen darauf schließen, dass es möglich sein müsste, mit dem Schritt zu 400G-Querverbindungen am VIX auf die aktiven WDM-Komponenten wieder zu verzichten. Beim regelmäßig gepflegten Erfahrungsaustausch mit Internet Providern waren zudem erste positive Rückmeldungen zu verzeichnen. Wir entschlossen uns also, solche Metro-WDM-Optiken in der VIX-Plattform zu testen, um eine fundierte Entscheidung für den nächsten Wachstumsschritt fällen zu können.

Diese Tests waren erfolgreich. Im Sommer 2025 wurden daher (für die Teilnehmer unterbrechungsfrei) alle Core-Switches des VIX getauscht, die aktiven WDM-Komponenten abgebaut und die neuen Optik-Typen in Betrieb genommen. Die bisherigen Core-Switches fanden eine neue Aufgabe in der Bereitstellung von 400G-Teilnehmerports.

Damit sind wir eine ganze Gerätefamilie losgeworden (inklusive Strom- und Wartungskosten) und konnten das Setup wieder so vereinfachen wie es früher war. Unsere aktuellen Geräte ermöglichen noch zweimal ein Verdoppeln der Kapazität zwischen den Standorten – das wird wieder für einige Zeit reichen!



Harald Michl
ACOnet



Services



Trusted Certificate Service: Die Wogen glätten sich

Das Trusted Certificate Service von GÉANT startete zu Beginn des Jahres 2025 mit einer neuen Certification Authority (CA) in seine fünfte Generation - etwas überstürzt, aber letztendlich sehr erfolgreich.

Der Anbieter, der beim Zertifikatsservice der vierten Generation (2020-2025) als CA fungierte, beendete im Herbst 2024 überraschend und einseitig das Vertragsverhältnis (mehr dazu im Artikel „TCS im Umbruch“ im ACOnet Jahresbericht 2024). Dadurch wurde es notwendig, das Service innerhalb weniger Monate neu aufzustellen.

Fliegender Wechsel

Die sehr kurze Zeitspanne zwischen der Ankündigung der Beendigung des Vertrags (Oktober 2024) und dem tatsächlichen Ende des Service (Anfang Jänner 2025) erlaubte keine Neuausschreibung - dafür reichte die verfügbare Zeit einfach nicht aus. Um das Service unterbrechungsfrei weiterführen zu können, mussten wir also eine Certification Authority finden, die innerhalb dieser kurzen Frist zumindest die notwendigsten Zertifikatstypen anbieten konnte. Die griechische CA HARICA (siehe Infobox unten) erfüllte diese Anforderung und schaffte es, den Grundstock an Zertifikatstypen inklusive aller für das TCS erforderlichen Rahmenbedingungen rechtzeitig zur Verfügung zu stellen.

Glücklicherweise erlaubte eine Ausnahmeregelung im europäischen Ausschreibungsrecht die Vergabe des Auftrags ohne Ausschreibung. Bei einer durch „Force Majeure“ begründeten Direktvergabe ist die Dauer des Vertragsverhältnisses allerdings auf maximal zwei

HARICA

HARICA (Hellenic Academic and Research Institutions Certification Authority) ist Griechenlands führender „Qualified Trust Service Provider“. Es handelt sich um eine gemeinnützige Einrichtung, die vom griechischen Universitätsnetzwerk GUnet finanziert und vom IT-Zentrum der Aristoteles-Universität Thessaloniki betrieben wird.

● www.harica.gr/en

Jahre begrenzt. Daher muss das Service Anfang 2026 neu ausgeschrieben werden; der Zuschlag ist für Spätsommer 2026 zu erwarten.

Phase 1: Das Startpaket

Nach einem arbeitsreichen Jahresende 2024 - sowohl für das mit TCS befasste Team von GÉANT als auch für das HARICA-Team - stand mit 8. Jänner 2025 die neue Generation des TCS zur Verfügung. Anfänglich waren ausschließlich DV-Zertifikate (DV = Domain Validated) für Server und Clients erhältlich. Bis Ende Jänner 2025 wurden dann nach und nach alle Organisationen validiert - insgesamt mehrere tausend im GÉANT-Kontext. Dadurch konnten recht bald auch OV-Zertifikate (OV = Organization Validated) für Server und Clients ausgestellt werden.

Die Anmeldung am HARICA-Portal war von Beginn an sowohl mit lokalen Accounts als auch mit förderierten Accounts im Rahmen von eduID/eduGAIN möglich, wobei alle administrativen Accounts mit einem zweiten Faktor (TOTP, Time-based One-time Password) abgesichert werden mussten.

Förderierte Accounts konnten in weiterer Folge auch für die Ausstellung von IV+OV Client-Zertifikaten (IV = Individual Validated) verwendet werden, sofern vom jeweiligen heimischen Identity Provider alle notwendigen Attribute übermittelt wurden.

Für die Signierung und Verschlüsselung von E-Mails waren von Anfang an zwei Zertifikatstypen verfügbar:

- **Email-only S/MIME-Zertifikate**

Dieser Zertifikatstyp bestätigt lediglich die Richtigkeit der Mailadresse.

- **IV+OV S/MIME-Zertifikate**

Dieser Zertifikatstyp bestätigt sowohl die Richtigkeit der im Zertifikat angegebenen Organisation als auch der angegebenen individuellen Details (vornehmlich Vor- und Nachname) sowie der Mailadresse.

Alle im IGTF-Umfeld (IGTF = Interoperable Global Trust Federation) nötigen Zertifikatstypen konnten ebenfalls noch im ersten Quartal 2025 zur Verfügung gestellt werden.

Phase 2: ACME & API

Im weiteren Verlauf des Jahres wurden auch die notwendigen technischen Voraussetzungen für die Zertifikatsausstellung mittels ACME-Protokoll implementiert. ACME (Automated Certificate Management Environment) ist der Standard, den CAs nutzen, um eine automatisierte Ausstellung von TLS/SSL-Zertifikaten zu ermöglichen. Bei HARICA wird ACME in zwei verschiedenen Ausprägungen angeboten:

- **ACME mit External Account Binding (EAB) und granularer Berechtigung pro Domain**

EAB ist eine spezifische Erweiterung von ACME. Sie wird eingesetzt, wenn eine CA sicherstellen muss, dass ein ACME-Account direkt mit einem bereits existierenden Kundenkonto in ihrem System verknüpft ist. Dazu muss vorab ein Konto erstellt werden, das sehr granular auf eine oder mehrere Domains eingeschränkt werden kann. Weiters kann festgelegt werden, ob der Account auch für Subdomains der erlaubten Domain verwendet werden kann. Mit den Zugangsdaten dieses Accounts - KID (Key Identifier) und HMAC Key - können dann ohne zusätzliche ACME Challenges Zertifikate ausgestellt werden.

- **ACME für alle angemeldeten Benutzer*innen mit gewissen Voraussetzungen**

Diese Funktion muss von einem Administrator vorab explizit aktiviert werden. Danach steht sie für alle angemeldeten Benutzer*innen, die der Organisation zugeordnet werden können, zur Verfügung. Im Gegensatz zu EAB-Accounts ist hier allerdings eine ACME Challenge (siehe Infobox rechts) notwendig. Weiters kann nur eine Domain angegeben werden, die mit der Organisation verknüpft ist. Diese Domain muss dann im Rahmen der ACME Challenge verifiziert werden.

Auch das API (Application Programming Interface) für die Verwaltung von Zertifikaten wurde von HARICA angepasst und steht seit Sommer 2025 in verbesserter und erweiterter Form zur Verfügung. Das erlaubt es den Systemadministrator*innen der einzelnen Organisationen, Zertifikate direkt in ihre eigenen Systeme zu integrieren und den manuellen Prozess der Zertifikatsverwaltung zu umgehen. Mittels API haben auch Dritthersteller die Möglichkeit, HARICA-Zertifikate in ihre Produkte einzubinden.

Daneben wurden auch das Portal und die Backend-Systeme von HARICA laufend weiterentwickelt - zum einen, um die Funktionalität zu erweitern und zu verbessern, zum anderen, um immer neue Anforderungen des CA/B Forums zu erfüllen (das „Certification Authority/Browser Forum“ definiert die Spielregeln im Umgang mit Zertifikaten und der Sicherheit im Internet in sogenannten „Baseline Requirements“).

Was ist eine ACME Challenge?

ACME Challenges sind Sicherheitsprüfungen, mit denen eine Zertifizierungsstelle (CA) sicherstellt, dass eine Domain auch wirklich unter der Kontrolle der/des Beantragenden ist.

ACME Challenges können entweder als HTTP-01 Challenge oder als DNS-01 Challenge durchgeführt werden. Bei beiden Challenges wird von der CA mittels ACME-Protokoll ein Token generiert und in einem weiteren Schritt verifiziert. Erst nach erfolgreicher Überprüfung des Tokens wird das Zertifikat ausgestellt.

- Bei einer **HTTP-01 Challenge** wird am entsprechenden Webserver eine spezielle Datei platziert, die den Token enthält. Dafür muss der Webserver jedoch auf Port 80 (HTTP) erreichbar sein, was oft nicht der Fall ist.

- Bei der **DNS-01 Challenge** wird ein spezieller Record, der den Token enthält, in der DNS-Zone der Domain platziert.

Fazit

In enger Zusammenarbeit mit HARICA und GÉANT ist es gelungen, trotz der von uns unverschuldeten Herausforderungen das Zertifikatsservice im Laufe des Jahres 2025 wieder vollumfänglich zur Verfügung zu stellen. Wir sind selbstverständlich entschlossen, es gemeinsam mit unseren Partnern auch zukünftig zu verbessern und zu erweitern. Aktuelle Informationen sind stets unter www.aco.net/tcs zu finden.



Kurt Bauer
ACOnet

Time Service im ACOnet

Ein wichtiger Netzwerkdienst, den ACOnet seit langem anbietet, ist das Time Service. Da das bewährte Protokoll NTP in den letzten Jahren um Sicherheitsaspekte erweitert wurde bzw. parallel auch präzisere Protokolle entstanden sind, arbeiten wir kontinuierlich daran, auch diese neuen Technologien im ACOnet verfügbar zu machen.

NTP

Das Network Time Protocol (NTP) wurde bereits 1985 etabliert und ist eines der am häufigsten genutzten Protokolle im Internet. NTP wurde ständig weiterentwickelt und verbessert, die letzte Version stammt aus dem Jahr 2010 und spezifiziert NTPv4 (RFC 5905). Es ermöglicht Systemen, die eigene Zeit mittels Abgleich über externe Quellen im Bereich von einigen 10 Millisekunden akkurat zu halten.

Das externe Zeitsignal kann über lokale Funkempfänger oder über NTP-Server aus dem Internet abgefragt werden. ACOnet betreibt zwei Timeserver, die ein Zeitsignal via NTP zur Verfügung stellen: ts1.aco.net und ts2.aco.net (Details siehe www.aco.net/timeserver).

NTS

Mit Network Time Security (NTS) folgte 2020 ein Protokoll, das die kryptografische Absicherung von NTP als RFC 8915 spezifiziert. Da es sich bei NTS um eine Erweiterung von NTP handelt, entspricht die Genauigkeit des Zeitsignals der von NTP. Seit 2021 bieten wir auf ts1.univie.ac.at auch NTS an, um ein fälschungssicheres Time Service zu gewährleisten.

PTP

Ein weiterer und viel präziserer Standard zur Zeitsynchronisation ist das Precision Time Protocol (PTP). Seine Anfänge gehen auf das Jahr 2002 zurück, in dem PTPv1 vom IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) als Standard IEEE 1588-2002 verabschiedet

wurde. Dieses Protokoll zielt darauf ab, ein Zeitsignal mit einer Genauigkeit im Bereich von Nanosekunden zu bieten, was nicht zuletzt im Hinblick auf den Mobilfunkstandard 5G von Bedeutung ist. Wir möchten den ACOnet-Teilnehmern daher neben NTP und NTS auch PTP zur Verfügung stellen. Zu diesem Zweck haben wir bereits einen als „PTP Grandmaster“ geeigneten Timeserver (Meinberg microSync RX202) implementiert und Software-Updates auf den ACOnet-Routern durchgeführt, um das Signal des Grandmasters mittels PTPv2 in den ACOnet-Backbone zu übernehmen. Im nächsten Schritt evaluieren wir nun, wie das Signal am besten über den Backbone verteilt und an interessierte Teilnehmerorganisationen weitergegeben werden kann. Das Ziel ist, 2026 einen Testbetrieb für PTP zu starten.

Das Zeitsignal erhält der PTP Grandmaster über eine sehr gängige Methode: GNSS, das Global Navigation Satellite System (unser Server kann GPS und das europäische Galileo-Signal empfangen). Um eine optimale Qualität des Zeitsignals garantieren zu können, prüfen wir aktuell auch verschiedene Möglichkeiten anderer Zeitquellen, z. B. via Atomuhren.



Arsen Stasic
Internet Domain Administration

Michael Perzi
ACOnet



OCRE 2024 Framework: Public Clouds für Forschung und Bildung

Unter dem Namen „OCRE 2024 Framework“ (OCRE steht für „Open Clouds for Research Environments“) ist seit Februar 2025 ein neues Public Cloud Rahmenvertrags-Portfolio von GÉANT für die europäische Wissenschaftsnetz-Community verfügbar.

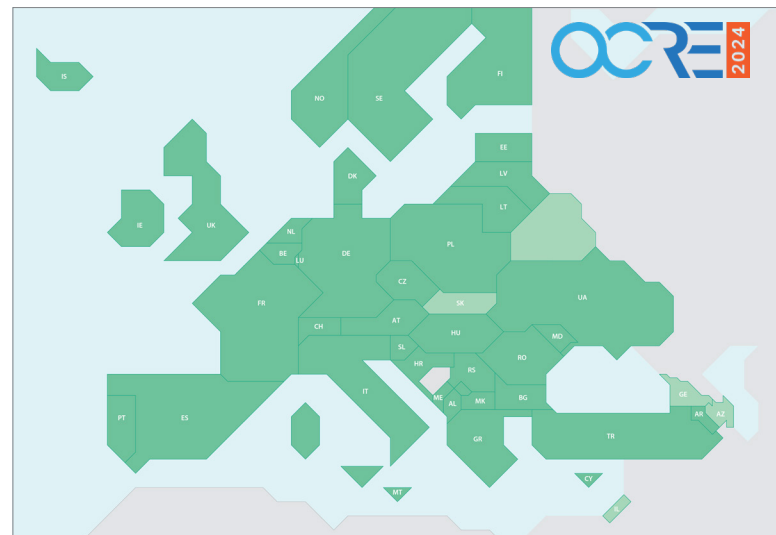
ACOnet-Teilnehmerorganisationen können bis Ende Jänner 2030 acht Cloud-Plattformen von verschiedenen Anbietern ausschreibungsfrei abrufen. Bestandsverträge aus dem vorherigen „2020 IaaS+ Framework“ sollten ehestmöglich in das neue Framework übertragen werden, da dieses umfangreicher ist und in den meisten Fällen bessere Konditionen bietet. Das neue Portfolio hat eine Laufzeit von fünf Jahren und umfasst wieder IaaS- (Infrastructure as a Service), PaaS- (Platform as a Service) und SaaS-Lösungen (Software as a Service). Nähere Informationen sind unter www.aco.net/ocre-2024 zu finden.

Neben den bekannten, weltweit agierenden Hyper-scalern stehen auch etliche europäische Anbieter zur Verfügung: CloudFerro, Exoscale, Open Telekom Cloud und Setcor (siehe www.aco.net/ocre-2024_anbieter).

ACOnet nimmt beim OCRE 2024 Framework wieder eine passive Referrer-Rolle ein. Das bedeutet: Die konkrete Anbieterauswahl liegt in der Verantwortung der Teilnehmer, und alle Abruf- und Nutzungsverträge werden (auf Basis österreichischen Rechts) direkt zwischen den Anbietern und den Teilnehmerorganisationen abgeschlossen. Dafür verzichtet ACOnet wieder auf eine „Cost Recovery Fee“, sodass die von den Anbietern gewährten Rabatte in vollem Umfang den Teilnehmern zugutekommen.

Vor bzw. begleitend zu Anbieterwahl und Vertragsabschluss kann bei Bedarf Unterstützung durch die ACOMarket GmbH in Anspruch genommen werden. Diese stellt im Auftrag von ACOnet (für ACOnet-Teilnehmerorganisationen kostenlos) Folgendes zur Verfügung:

- die entsprechenden „Call-Off“ Template-Verträge mit allen Anbietern in Österreich,
- bei Bedarf allgemeine rechtliche Prüfungen,
- die nötigen allgemeingültigen Rahmenvertragsunterlagen.



Die OCRE-Rahmenverträge sind in 39 Staaten verfügbar. (Grafik: GÉANT)

Bei der Auswahl der Cloud-Anbieter und bei großen Projekten sind für eine vergaberechtlich korrekte Beschaffung einige Besonderheiten zu beachten. Die entsprechenden Tools und Richtlinien werden von ACOMarket ebenfalls unterstützt. Darüber hinaus können ACOnet-Teilnehmerorganisationen auf eigene Kosten zusätzlichen individuellen Support bei der ACOMarket GmbH beauftragen.



Christian Panigl
ACOnet

Werkzeugkasten zur Vorfallsbewältigung

In der IT sind wir stets hochmotiviert, unsere Systeme und Services so zu bauen, dass sie Belastungen standhalten, gegen Angriffe gut gesichert sind und durch Monitoring und Ressourcenplanung zuverlässig funktionieren. Dass selbst bei den Besten dennoch gelegentlich Vorfälle passieren, ist ein Erfahrungswert, den man nicht ignorieren sollte.

Oft existieren Umschaltpläne, Pannenbehebungsanleitungen und – beispielsweise weil man sich an Sicherheitsstandards wie ISO 27001 oder an NIS orientiert – auch genaue Pläne und Vorgaben für verschiedene Kategorien von Vorfällen:

1. **Störung:** Etwas funktioniert nicht richtig.
2. **Notfall:** Das Problem kann vom normalen Betriebsteam nicht bewältigt werden.
3. **Krise:** Das Problem ist so schwerwiegend, dass die Organisation (z. B. Firma, Universität) bedroht ist.
4. **Katastrophe:** Die Organisation hat keinen Handlungsspielraum mehr, Blaulichtorganisationen oder andere nationale Akteur*innen müssen übernehmen.

Zur Natur solcher Pläne gehört ein definiertes Schema, wer wann wie eine dieser Eskalationsstufen ausrufen kann – und da fängt die Krux schon an: Die Hemmschwelle dafür ist erfahrungsgemäß sehr hoch und daher geschieht das viel zu selten. Wenn die vordefinierten Pläne aber nicht genutzt werden, sind sie wortwörtlich auch nicht nützlich. Abgesehen davon regeln diese Pläne – und das ist nicht zuletzt den einschlägigen Vorgaben geschuldet – oft eher die Formalia als sich auf die Unterstützung der faktisch Tätigen zu fokussieren.

In diesem Artikel wird daher der weiter gefasste Terminus „Einsatz“ verwendet: Hier soll es um die Aspekte der Situationsbewältigung gehen, die unabhängig von bzw. ergänzend zu den formelleren Plänen verwendet werden können. Die im Folgenden vorgestellten Methoden bzw. Werkzeuge sind vielleicht nicht nobelpreisverdächtig, fallen aber in der Hektik des Vorfalles viel zu leicht unter den Tisch.

Strukturiert vorgehen

Ein Einsatz kann zweckmäßigerweise in vier Phasen gegliedert werden: Erkennung, Analyse, Bewältigung, Nachbearbeitung. Diese Gliederung ist besonders nützlich, wenn man mögliche Einsätze im Vorfeld methodisch vorbereiten möchte.

1. **Erkennung:** Diese geschieht oft „zwangsläufig“ durch Monitoring und Helpdesk. Verbesserungen sind aber immer möglich – zum Beispiel ist für den Helpdesk nicht unbedingt offensichtlich, welche Wahrnehmungen wie zu bewerten sind und wohin sie gemeldet werden sollen.
2. **Analyse:** Problemanalyse liegt Admins im Blut wie Katzen der Jagdinstinkt und ist oft eng mit der Problemlösung verbunden. Wichtige Fragen dazu: Welche Auswirkungen darf ein Problem wie lange haben, bevor tiefer in die Werkzeugkiste gegriffen wird? Wie soll der „Tatort“ gesichert werden? Spätestens wenn ein Sicherheitsvorfall vermutet wird, sollte bei virtuellen Maschinen ein Snapshot gemacht werden; sonst ist zu überlegen, ob Systeme vom Netz isoliert werden und wie allfällige „Beweise“ gesichert werden, die eventuell später benötigt werden (unabhängig davon, ob eine juristische Verfolgung geplant ist).
3. **Bewältigung:** Hier beginnt der eigentliche Einsatz. Die technische Lösung kann unterstützt werden, indem geeignete Randbedingungen geschaffen werden – mehr dazu später. Wichtige Fragen sind: Welchen Umfang hat das Problem? Muss oder kann es eingegrenzt werden? Wer oder was ist innerhalb und außerhalb der Organisation betroffen? Hier kommen die hoffentlich frühzeitig gesicherten Artefakte (z. B. Snapshots) ins Spiel.
4. **Nachbearbeitung:** Nach dem Einsatz ist vor dem Einsatz. Drei Fragen sollten gestellt werden:
 - Welche Ursachen haben zum Einsatz geführt, was hat dazu beigetragen, und gibt es ähnliche Ursachen, die zu bedenken sind?
 - Welche Verbesserungen – technisch, prozessual, personell – können daraus abgeleitet werden?
 - Wie ist der Einsatz selbst gelaufen? Was könnte beim nächsten Einsatz besser sein – technisch, prozessual, personell?

Der Werkzeugkasten

Im Folgenden werden einige Werkzeuge bzw. Gesichtspunkte genannt, die je nach Situation im Einsatz hilfreich sein können und bewusst eingesetzt werden sollten. Diese orientieren sich an Rollen, die z. B. von Blaulichtorganisationen unter Begriffen wie „Führungsgrundgebiete“ bzw. „Stabsarbeit“ verwendet werden.

1. Einsatzleitung definieren: Es sollte Klarheit darüber herrschen, wer die Koordination und Führung des Einsatzes übernimmt. Hierbei geht es weniger um die technische Führung als darum, optimale Arbeitsbedingungen für diejenigen zu schaffen, die „an der Front“ tätig sind.

2. Kommunikation kanalisieren: Wenn ein Problem Außenwirkung hat, wollen Management, betroffene Anwender*innen und andere informiert werden. Die Techniker*innen von dieser Kommunikation zu befreien, ist wohl eine der wichtigsten Maßnahmen. Dazu vier Tipps:

- Informationskanäle und -zeiten festlegen: Es kann hilfreich sein zu definieren, dass Information in einem gewissen Format erfolgt – sei es eine Webseite, ein Online-Talk, ein Chat-Kanal. Wenn auch der Zeitpunkt des nächsten Updates bekanntgegeben wird, können sich Interessierte darauf einstellen. Damit sollen Anfragewellen eingedämmt werden.

- Meldepflichten nach DSGVO, NIS etc. werden möglicherweise besser von (oder mit Unterstützung von) anderen Stellen erfüllt, z. B. der Rechtsabteilung.

- Es hilft sowohl der Community als auch dem eigenen Ruf, wenn Informationen über Angriffsvektoren, angreifende IP-Adressen etc. auf geeignete Weise weitergegeben werden, damit sich andere besser schützen können. Das AConet-CERT ist hier in einer besonders guten Position: Über diese Einrichtung können solche Daten anonymisiert weitergegeben werden. Unter Umständen ist das CERT auch in der Lage, nach eventuellen weiteren Betroffenen Ausschau zu halten.

3. Lagebild führen: Im Lagebild werden die technischen Sachverhalte zusammengefasst und abstrahiert. Es kann die Grundlage für die Kommunikation (siehe oben) bilden und sollte zumindest folgende Fragen beantworten:

- Seit wann besteht das Problem, und ist ein mutmaßlicher Zeithorizont für die Behebung bekannt?

- Welche Dienste, welche Nutzer*innenkreise etc. sind betroffen? In welchem Umfang?

- Sind Daten verloren gegangen? Sind Daten unbefugt abgeflossen?

- Welche Maßnahmen wurden ergriffen (allgemein formuliert)?

- Gibt es Empfehlungen – beispielsweise auf einen anderen Dienst auszuweichen?

Darüber hinaus sollte eine Timeline erstellt werden, die einen Überblick darüber gibt, welche Maßnahmen wann getroffen wurden und welche Erkenntnisse gewonnen wurden.

4. Ressourcen bereitstellen: Je nach Situation kann es hilfreich sein, die Beschaffung von Dienstleistungen (z. B. Forensik), Hardware oder personeller Unterstützung bestimmten Personen zu übertragen.

5. Arbeitsfähigkeit erhalten: Der schon erwähnte Jagdinstinkt führt immer wieder dazu, dass sich Beteiligte übermäßig auspowern. Das sollte man im Auge behalten und gegebenenfalls für Essen sorgen oder auch einfach Kolleg*innen ins Bett schicken, selbst wenn das leichten Zwang erfordert.

Allzeit bereit

Vieles von dem hier Dargestellten wird zumeist intuitiv irgendwie abgedeckt werden. Besser ist es aber, diese Punkte bewusst zu planen, niederzuschreiben und ein paar Szenarien durchzudenken – welche der Funktionen aus dem Werkzeugkasten wären erforderlich, wer würde sie übernehmen? Ab wann ist es sinnvoll, eine dedizierte „Notfall-Task-Force“ zu etablieren?

Zur Bereitschaft gehören noch zwei Dinge: Erstens, die Einstiegshürde möglichst niedrig zu halten. Um einen Einsatz abzuwickeln und Werkzeuge daraus zu anzuwenden, braucht es keinen Notfall, ja nicht einmal unbedingt eine Störung. Ein Anwendungsfall wäre zum Beispiel ein langfristiger DoS-Angriff, der noch nicht zu Ausfällen geführt hat, aber ständige Beobachtung und Abwehrmaßnahmen erfordert.

Und der vielleicht wichtigste Punkt zum Schluss: Üben! Wenn (zum Glück) die echten Vorfälle rar sind, sollten Einsätze geübt werden. Das Spektrum reicht von der einstündigen „Wir spielen das mal durch“-Besprechung bis hin zu aufwendigen Übungen – siehe dazu Seite 30.



Alexander Talos-Zens
Teamleiter AConet-CERT

Challenge accepted: ACOnet übt den Krisenfall – supported by GÉANT

Krisenübungen sind die Penetration Tests für die eigenen Notfallpläne. Gute Vorbereitung, ein realistisches Szenario und das richtige Mindset helfen dabei, sich auf den Ernstfall vorzubereiten. Bei einer ACOnet-Krisenübung schärften der Krisenstab der Universität Wien und die Abteilung ACOnet & VIX ihr gegenseitiges Rollenverständnis. Dabei wurden konkrete Erkenntnisse zu Redundanzlücken und alternativen Kommunikationswegen gewonnen.

Durch die NIS1-Verpflichtung des vom ACOnet-Team betriebenen Vienna Internet eXchange (VIX) besteht die Anforderung, regelmäßige Krisen- und Notfallübungen durchzuführen. Im Rahmen eines GÉANT-Projekts eröffnete sich die einmalige Gelegenheit, eine Krisenübung durchzuführen, die auf unser einzigartiges universitäres Setup zugeschnitten wurde. Ein erfahrenes Team rund um Krisenübungs-Mastermind Charlie van Genuchten (GÉANT) entwickelte ein Übungssetup, bei dem die Notfall- und Krisenpläne von ACOnet & VIX auf ihre Praxisnähe getestet wurden.

Vorbereitung

Eine gute Krisenübung nimmt viel Vorbereitungszeit in Anspruch. Zunächst wurde viel Energie und Kreativität in die Entwicklung eines realistischen Szenarios investiert. Bei einem derart redundanten Konzept, wie es der VIX mit seinen drei Standorten bietet, ist es gar nicht so einfach eine Situation zu simulieren, die eine Krise auslöst. Viele Ideen wurden zu Beginn mit den Worten „das wäre kein Problem für uns“ verworfen.

Alle, die schon einmal eine Krisenübung durchgeführt haben, kennen die Vorbehalte und Ängste gegenüber einer derartigen Übung. Ist das eine Prüfung? Werden wir bewertet? Was, wenn wir etwas falsch machen? Fällt das auf uns zurück?

Solche Bedenken sind verständlich. Daher wurde von Beginn an klargestellt, dass es nicht darum geht, Personen, Abteilungen oder Notfallpläne an den Pranger zu stellen. Ziel der Übung war, die Zusammenarbeit an der Universität Wien zu verbessern und ein Bewusstsein für die Zuständigkeiten zu schaffen. Das wurde allen Beteiligten im Vorfeld kommuniziert, um etwaigen Bedenken vorzubeugen.

Universitäres Krisensetup

Die Zusammensetzung der Zuständigkeiten ist an der Universität Wien sehr speziell: Der VIX mit seiner NIS-Pflicht braucht definierte Krisen- und Notfallpläne. Im Falle einer Krise wird jedoch auf den allgemeinen Krisenstab der Universität Wien zurückgegriffen. Der Krisenstab ist für die Universität als Gesamtheit zuständig. Er managt also nicht nur IT-Krisen, sondern beispielsweise auch Besetzungen des Audimax und Pandemien wie COVID-19.

Bei einem Vorfall am Vienna Internet eXchange würde zunächst noch versucht werden, den Vorfall mit den vorhandenen Notfallplänen zu bewältigen. Sollte er sich jedoch zu einer Krise ausweiten, muss der universitäre Krisenstab hinzugezogen werden.

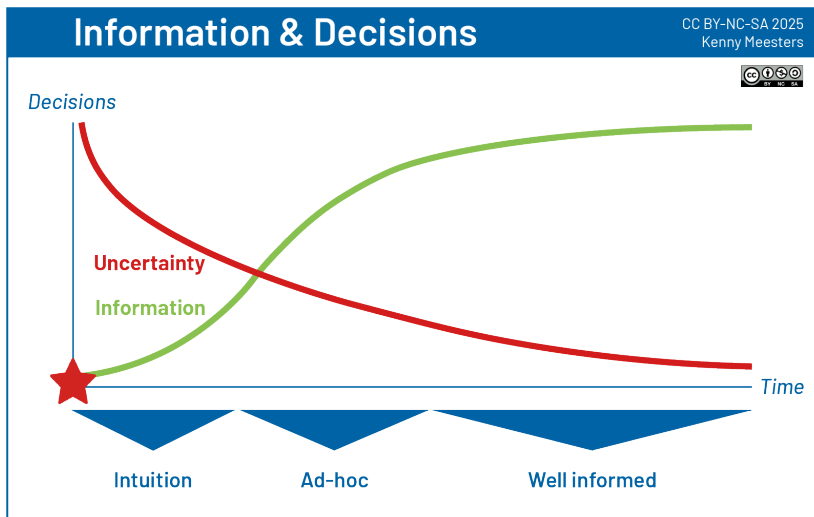
Durch dieses spezielle Setup wurde die Übung auch dazu verwendet, in der Abteilung ACOnet & VIX das Bewusstsein dafür zu schärfen, dass wir im Krisenfall auf den Krisenstab der Universität Wien angewiesen sind – und gleichzeitig im Krisenstab das Bewusstsein zu schaffen, dass er auch für die Bearbeitung einer IT-Krise zuständig ist.

Im Falle einer Krise ist eine Kontaktaufnahme leichter, wenn man sich vorher schon einmal begegnet ist und diverse Zuständigkeiten und Kompetenzen vorab in den Köpfen aller Beteiligten verankert wurden.

Mindset einer Krisenübung

Sich vor einer Krisenübung zu fürchten und Respekt vor der künstlich erzeugten Aufgeregtheit und Unruhe zu haben, ist durchaus legitim. Das Wunderbare an solchen Übungen ist: Je öfter man sie durchführt, desto mehr verschwinden diese Ängste und Bedenken.

Noch mehr hilft es, wenn alle Teilnehmer*innen die Übung sportlich nehmen und sie als Herausforderung betrachten. Alle Arten von Erkenntnissen im Rahmen einer Übung sind wichtig, da sie dann nicht im Krisenfall auftreten, sondern schon in der Vorphase abgefangen werden. Fehler dürfen und sollen aufgezeigt werden, um die eigene Resilienz zu verbessern und im Krisenfall Prozesse routiniert anwenden zu können.



Es ist nahezu unvermeidbar, zu Beginn einer Krise aufgrund von Informationsmangel intuitive Entscheidungen zu treffen. Der Anstieg von Wissen und die damit verbundene Reduktion von Unsicherheiten macht gesetzte Schritte fundierter. (Grafik: Kenny Meesters, grafisch adaptiert von ACOnet | CC BY-NC-SA 2025 - <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

Findings

Nach Beendigung jeder Übung ist eine Feedback- und Evaluationsphase sinnvoll, in der alle Übungsteilnehmer*innen im Plenum Rückmeldung geben, welche Maßnahmen gut funktioniert haben. Im nächsten Schritt wird überprüft, ob es Verbesserungspotenzial gibt und welche Prozesse optimiert werden können.

Auch in unserem Fall wurde nach dieser Methode vorgegangen und einige Findings ermittelt. Neben der Erkenntnis, dass einige Rand-Services noch nicht in die hohe Redundanz integriert waren, waren vor allem die Kommunikationskanäle im Falle einer Unerreichbarkeit des Mailservers spannend.

Krisenübung

Im Vorfeld wurde genau definiert, welche universitären Stellen an der Übung teilnehmen, aber auch, welche bewusst ausgenommen bleiben. Schnittstellen mussten frühzeitig definiert sein; interne wie externe Stakeholder wurden vom GÉANT-Team professionell simuliert. Als Setup wurden folgende Umstände angenommen:

- Alle beteiligten Teams befinden sich an verschiedenen Orten (können aber im Rahmen der Übung entscheiden, dass sie sich an denselben Ort begeben).
- Der Versand und das Empfangen von E-Mail funktioniert in dem Szenario nicht, der Mailserver ist nicht erreichbar.
- Festnetzanschlüsse funktionieren nicht.

Ein wichtiger Teil der Krisenübung war die Kommunikation nach außen. Presseanfragen, Antworten auf Social-Media-Beiträge und Aussendungen an ACOnet-Teilnehmer wurden vom Kommunikationsteam formuliert und den jeweiligen Stakeholdern zugeteilt.

Auf genaue Details über den Ablauf der Krisenübung können wir hier verständlicherweise nicht eingehen, aber so viel sei gesagt: Ein simulierter Notfall ist eingetreten, alle Pläne und Prozesse wurden durchlaufen und alle Beteiligten wurden unter Druck gesetzt, bis die Köpfe rauchten und eine Krise ausgerufen wurde. Die Krise wurde systematisch bewältigt und nach der Beendigung der Übung wurde das Szenario aufgelöst.

Gibt es Kundendaten und Kontaktinformationen auch offline? Gibt es ein schnell zugreifbares Backup der Mailinglisten? Wenn der Kanal „E-Mail“ nicht mehr funktioniert, welche Kommunikationskanäle gibt es dann noch? Gibt es im schlimmsten Fall, wenn alles dunkel wird, die Notfalladressen auch in Papierform?

Fazit

Krisen können nicht alleine bewältigt werden. Eine Übung macht deutlich, wie wichtig etablierte Strukturen, klare Kommunikation und geübte Abläufe für ein wirksames Krisenmanagement sind. Dabei werden Stärken erkannt, Lücken sichtbar gemacht und konkrete Maßnahmen eingeleitet. So wächst die Fähigkeit, im Krisenfall besonnen und wirksam auf Unvorhergesehenes zu reagieren.



Romana Cravos
ACOnet & VIX
NIS-Projektleitung



Community



Meetings & Workshops

25. Februar

26. KUKIT-Stammtisch

WIEN

8.-9. Mai

51. ArgeSecur-Meeting

WIEN

25.-27. März

Peering Days 2025

SPLIT

KUKIT - Kunst, Kultur & IT

26. KUKIT-Stammtisch

25. Februar 2025

Wien Museum, Wien

27. KUKIT-Stammtisch

21. Oktober 2025

Volkskundemuseum Wien

Das Wien Museum am Karlsplatz wurde 2023 nach einer umfangreichen Sanierung und Erweiterung wiedereröffnet. Durch die Führungen haben wir nicht nur das spektakuläre Gebäude kennengelernt, sondern Einblicke in das umfangreiche Programm des Hauses gewonnen. Drei Expert*innen, die maßgeblich für die Umsetzung der täglichen Agenden verantwortlich sind, haben diese ersten Einblicke durch spannende und offene Vorträge verdichtet:

Hans Christian Feßl (Stabsstelle IT) gab uns einen Überblick über die digitale Infrastruktur des Museums und teilte Erfahrungswerte über das von Notion unterstützte Prozessmanagement. Evi Scheller (Digitale Strategien, stv. Leiterin Publikationen und Digitales Museum) vermittelte tiefe Einblicke in komplexe Strategieentscheidungen. Christine Koblitz (Stabsstelle Engagement Management) vollendete die Vortragsreihe mit der Präsentation des interaktiven Projekts

„Ein geteiltes Geheimnis - das AR Escape Game im Uhrenmuseum“. Das Uhrenmuseum ist übrigens einer von 17 Standorten des Wien Museums - wie die Otto Wagner Kirche, der wir beim 27. KUKIT-Stammtisch begegnet sind.

Diesen haben wir an einem sonnigen Herbstnachmittag im Otto Wagner Areal auf der Baumgartner Höhe verbracht, wo das Volkskundemuseum Wien während der Sanierung seines Stammhauses eine temporäre Heimat gefunden hat. Unsere Gastgeber*innen haben ihr aktuelles Refugium im Pavillon 1 vorgestellt und eine Führung durch den einzigartigen Jugendstil-Gebäudekomplex organisiert. Nicht nur diese Wanderung hat die KUKIT-Teilnehmer*innen glücklich gemacht (0-Ton), sondern auch der darauffolgende Vortrag von Maria Lohmann. Die auf IT-Recht spezialisierte Juristin arbeitet derzeit vor allem an Fragestellungen, die sich aus der EU-Verordnung zur Künstlichen Intelligenz („EU AI Act“) ergeben. Sie hat dieses Thema umfassend und aus mehreren Perspektiven für uns beleuchtet und damit eine lebhaftige Diskussion angeregt.

Neben ihrer Tätigkeit bei der RTR-GmbH ist Maria Lohmann auch Obfrau des Vereins FunkFeuer - einer offenen, nicht-kommerziellen Initiative für freie Netzwerke, die kurz vor unserem Besuch einen ihrer Knoten am Dach des Pavillon 1 installiert hat. Patrick Widhofner-Schmidt, IT-Leiter des Volkskundemuseums, war ein wunderbarer Gastgeber, obwohl er derzeit die Digitalisierungsagenden von zwei Standorten gleichzeitig zu meistern hat. Kompliment, und herzlichen Dank!

16.-17. Juni
71. TBPB-Sitzung
KLAGENFURT

18. Juni
ACONET Infoveranstaltung
GRAZ

12.-13. Mai
24. ArgeStorage-Meeting
WIEN

17. Juni
ACONET Infoveranstaltung
KLAGENFURT

Peering Days 2025

25.-27. März 2025
Split | Kroatien

Die seit 2013 alljährlich von nix.cz (Tschechien), bix.hu (Ungarn) und vix.at (Österreich) organisierte Konferenz hat abermals einen Teilnehmerrekord zu verzeichnen: 307 Personen informierten sich in Split über technische Neuerungen und tauschten Erfahrungen im Netzwerkbetrieb aus. Die Veranstaltung beinhaltet Workshops, Vorträge und zwei Halbtage, an denen bilaterale Meetings gebucht werden können (siehe peeringdays.eu).

Zielgruppe der Peering Days sind Servicebetreiber der weltweiten Internetlandschaft. Hersteller relevanter Produkte können sich als Aussteller/Sponsoren beteiligen und so das Informationspaket abrunden.



Monika Schneider präsentierte den Vienna Internet eXchange bei den Peering Days 2025 (Foto: Harald Michl)

ArgeStorage

24. ArgeStorage-Meeting
12.-13. Mai 2025
TU Wien

Abweichend vom üblichen Schema gab es 2025 nicht zwei, sondern nur ein ArgeStorage-Meeting – und zwar am Standort Arsenal der TU Wien, an dem auch der Vienna Scientific Cluster (VSC) betrieben wird (neuer Name seit Juni 2025: Austrian Scientific Computing, kurz ASC). Wie gewohnt deckte das Themenfeld des 24. ArgeStorage-Meetings wieder ein äußerst breites Spektrum ab, von Storage für Proxmox über TrueNAS bis zu Gaia-X. Die 30 Teilnehmer*innen diskutierten zudem ausführlich über eine wichtige Frage, die fast alle ACOnet-Teilnehmerorganisationen betrifft: „What’s new with VMware Licensing?“

Ein Novum bei dieser Veranstaltung war der Umstand, dass gleich zwei Führungen am Programm standen: Am Abend des ersten Tages durften wir in der Universitätssternwarte im Türkenschanzpark das Elektronenmikroskop der Forschungsgruppe „Physik Nanostrukturierter Materialien“ (Universität Wien) besichtigen, das beim 23. ArgeStorage-Meeting in einem Vortrag vorgestellt worden war. Im Anschluss an den zweiten Halbtage des Meetings genossen wir dann eine weitere spannende Führung durch die Supercomputing-Infrastruktur des ASC im Arsenal.

21. Oktober
27. KUKIT-Stammtisch
WIEN

6.-7. November
72. TBPG-Sitzung
WIEN

30.-31. Oktober
52. ArgeSecur-Meeting
LEOBEN

Technische Betriebs- und Planungsgruppe

71. TBPG-Sitzung
16.-17. Juni 2025
Universität Klagenfurt

72. TBPG-Sitzung
6.-7. November 2025
Weltmuseum Wien

Die 71. Sitzung der ACOnet-TBPG fand im Süden Österreichs an der Universität Klagenfurt statt. Inhaltlich war die Sitzung am ersten Tag geprägt durch Berichte über die Erneuerung von Netzwerkinfrastruktur im Datacenter sowie über Technologiewechsel im LAN-Bereich. Am zweiten Tag standen gleich vier Vorträge zu tatsächlichen Alarmen bzw. zu Notfallübungen am Programm.

Bei der 72. TBPG-Sitzung im Herbst 2025 war der KHM-Museumsverband unser Gastgeber. Teilnehmerseitig waren spannende Vorträge über Optimierungen bei Logging und WLAN zu hören. Zudem wurde über das neue Universitätsdatennetz in Wien sowie über die AI-Infrastruktur bei AITHYRA (ÖAW) berichtet. Der übliche gemeinsame Abend fiel etwas aus der Reihe: ACOnet feierte im Weltmuseum Wien sein 35-jähriges Bestehen und lud daher auch viele Weggefährt*innen zum gemeinsamen Feiern ein (siehe Seite 37).

ACONET Infoveranstaltungen

Klagenfurt
17. Juni 2025
Universität Klagenfurt

Graz
18. Juni 2025
Universität für Musik und darstellende Kunst Graz

Mit unserer vierteiligen Vortragsreihe „ACOnet Infoveranstaltung + PHAIDRA“ waren wir 2024 bereits in Linz und Salzburg präsent und 2025 in Klagenfurt und Graz. Das Programm richtet sich bewusst an alle, innerhalb und außerhalb der ACOnet-Community, die interdisziplinäre Digitalisierungsprozesse umsetzen. Da sich die Serviceportfolios und Strukturen der NRENs (National Research and Education Networks) in den letzten Jahren stark verändert haben, ist es sinnvoll, immer wieder einen frischen Blick auf die Angebote zu werfen und attraktive Kooperationsmöglichkeiten zu entdecken – institutions- und abteilungsübergreifend, national und international. Das Open-Source-basierte Digital Asset Management System PHAIDRA ist ebenfalls weltweit vernetzt und kann zum Thema „Digitales Ressourcenmanagement | Wissen teilen“ spannende Ansätze und Erfahrungen präsentieren. Herzlichen Dank an Peter Gruber (Universität Klagenfurt) und Philipp Rammer (Kunstuniversität Graz) für ihre Unterstützung, die auch 2025 weiterführende Kooperationen bewirkt hat!

35 Jahre ACOnet!

Beim 30. Geburtstag von ACOnet im Jahr 2020 kam eine angemessene Feier leider nicht in Frage. Daher war es uns umso wichtiger, das nächste Jubiläum nicht ebenfalls sang- und klanglos vorüberziehen zu lassen.

Um so viele Kolleg*innen wie möglich versammeln zu können, haben wir das „35 Jahre ACOnet“-Geburtsfest mit der Herbst-Sitzung der ACOnet-TBPG (siehe Seite 36) kombiniert. Zusätzlich zu den TBPG-Teilnehmer*innen wurden zahlreiche ehemalige Wegbegleiter*innen und externe Partner*innen eingeladen. Erfreulicherweise haben sich sehr viele davon am 6. November 2025 im Weltmuseum Wien zu einem vergnüglichen Abend eingefunden.

Nach Grußworten von Vizerektor Ronald Maier und einem kurzen historischen Rückblick wurden im offiziellen Teil des Programms auch einige Personen gewürdigt, die uns besonders verbunden sind - allen voran das Infrastruktur-Team der A1 Telekom Austria AG und unser Abteilungsleiter Christian Panigl, der ACOnet von Beginn an maßgeblich mitgestaltet hat.

Der Großteil des Abends war aber gutem Essen und geselligem Beisammensein gewidmet. Für zusätzliche Unterhaltung sorgten Fotos und Erinnerungsstücke aus den vergangenen Jahrzehnten sowie ein Zauberer, der von Tisch zu Tisch wanderte und das Publikum mit seinen Tricks verblüffte.

Es war ein rundum gelungenes Fest, und wir bedanken uns herzlich bei all unseren Gästen fürs Mitfeiern! Die schönsten Fotos der Veranstaltung sind unter www.aco.net/gallery zu bewundern.



Harald Michl
ACOnet



35 Jahre ACOnet (Fotos: KHM-Museumsverband)

net:art coordination center: Objekte der Begierde im digitalen Zeitalter

Neue Hardware-Technologien und Software-Anwendungen, die teilweise erst durch riesige Serverkapazitäten möglich werden, sind aufgrund ihrer Gestaltungspotenziale auch für künstlerisch-technische Communities Objekte der Begierde. Von Extended Reality (XR) bis zu Artificial Intelligence (AI) bieten sich faszinierende Chancen, physische Kunsträume zu erweitern.

Eine Einladung des Österreichischen Kulturforums nach Warschau im April 2025 war einer der Höhepunkte einer mehrjährigen Kooperation zwischen dem net:art coordination center von ACOnet, dem Wiener Künstler*innenkollektiv ECHTZEITKUNSTWELT sowie dem PSNC art & science lab und der Adam Mickiewicz Universität in Poznan/Polen. Gefördert durch das BMKÖS und unterstützt durch Pionier*innen digitaler Performancekunst wie dem Kònic thtr aus Barcelona haben wir uns gemeinsam weiterentwickelt, haben monate-

lang via Videokonferenz und in persona EU-Förderungen durchforstet und verifiziert, um die Zusammenarbeit auf eine solide Basis zu stellen. Die bürokratischen und administrativen Anforderungen ließen letztendlich keine praktikable Kooperation zu. Durch die finanzielle Unterstützung des Österreichischen Kulturforums Warschau konnten wir dennoch gemeinsame interaktive Produktionen, Workshops und Präsentationen an verschiedenen Orten in Polen und in Wien realisieren - zuletzt in den Räumlichkeiten des Österreichischen Kulturforums Warschau, wo wir vier VR-/XR-Stationen mit unterschiedlichem audiovisuellen Content bespielten. Mit im Gepäck: die neuesten „Meta Quest 3“ VR-Headsets als temporäre Leihgabe des Ludwig Boltzmann Instituts für Netzwerkmedizin.

Zeit für ein Resümee

Wir haben in ACOnet Jahresberichten immer wieder Kooperationsprojekte des net:art coordination center vorgestellt. Den dazugehörigen roten Faden wollen wir

XR-Produktionen 2022–2025

ECHTZEITKUNSTWELT (VR|AR|XR|MR)

- **06/2022:** Premiere | Schubert Theater, Wien
- **09/2022:** Network Performing Arts Production Workshop (NPAPW) | Estonian Academy of Music and Theatre, Tallinn
- **10/2022:** Eröffnung | ORF musikprotokoll, Graz
- **02/2023:** Future Lab | Schubert Theater, Wien
- **05/2023:** Virtual Reality Extravaganza | Werk X-Petersplatz, Wien
- **06/2024:** Workshop | PSNC art & science lab und Adam Mickiewicz Universität, Poznan
- **12/2024:** VR danceperformance interactive | Future Art Lab der mdw - Universität für Musik und darstellende Kunst, Wien und Palac Dabrowski, Winnej Górze
- **04/2025:** VR/XR Stationentheater | Österreichisches Kulturforum, Warschau

aaron's law (VR|AR|AI)

- **02/2023:** Insight:Aaron – Digitaler Raum im Virtuellen Puppenmuseum (schuberttheater.at/virtuelles-puppenmuseum) | Schubert Theater, Wien
- **06–08/2023:** Spaziergang für die Figur III: Der Zeit voraus | Schubert Theater, Wien
- **09/2023:** aaron's law – A Tribute to Aaron Swartz | Ars Electronica Festival 2023, Linz
Puppenbildnerin Annemarie Arzberger (Puppenbüste), Medienkünstler Ilkhan Selçuk (VR, Mozilla Hubs), Litto und Jascha Ehrenreich – Artificial Museum (AR-Artefakte) sowie Hidéo Snés (AI-Stimme) erforschten unter der Leitung von Lisa Zingerle (Schubert Theater) das Leben von Aaron Swartz.
Mehr Infos: ars.electronica.art/who-owns-the-truth/de/aarons-law



Ankündigung des ECHTZEITKUNSTWELT VR/XR Stationentheaters im Österreichischen Kulturforum Warschau, April 2025 (Foto: Renate Kreil)

nun mit einer chronologischen Darstellung nachliefern: In der Infobox auf Seite 38 sind alle Projekte der letzten Jahre im Kontext XR aufgelistet, mit denen wir Publikum jeden Alters innerhalb und außerhalb von National Research and Education Networks (NRENs), national wie international, erreichen und in vielen Fällen bezaubern konnten. Zwischen den Zeilen lässt sich vielleicht erahnen, wie verzahnt wir als Teams agieren mussten, um budgetäre Hürden zu überwinden.

Zum Einsatz kamen dabei folgende Technologien:

- VR – Virtual Reality
- AR – Augmented Reality
- XR – Extended Reality
- MR – Mixed Reality
- AI – Artificial Intelligence

Die interaktiven Möglichkeiten dieser Technologien sind atemberaubend (in Bezug auf ästhetische und räumliche Inszenierungen, das Spiel mit dramaturgischen Zwischenwelten, die Hybridisierung von Kunstformen u.v.m.), ab und zu aber auch durchaus beängstigend. So hatten wir in unseren Projekten immer wieder mit Medien zu tun, die sich in rasanter Geschwindigkeit entwickelten und/oder ohne Vorwarnung plötzlich verschwanden – und damit nicht nur temporäre Probleme in künstlerisch-technischen Prozessen bewirkten, sondern auch die Fragilität des Systems demonstrierten.

Bei den Präsentationen von VR-, AR-, XR- oder MR-Projekten treffen Entwickler*innen, Akteur*innen und Publikum oft unmittelbar aufeinander. Entsprechend direkt gestaltet sich auch der Austausch, über erlebte Wahrnehmungen ebenso wie zu ethischen Aspekten der verwendeten Technologien. Viel Zeit sollte übrigens für Systemupdates eingeplant werden – und für das Aufpassen auf Teilnehmer*innen mit VR-Head-

sets, damit diese die virtuellen Welten in vollen Zügen genießen können, ohne gegen reale Wände zu laufen.

NPAPW 2025

Unsere Projekte werden auch regelmäßig beim Network Performing Arts Production Workshop (NPAPW) vorgestellt, der jährlich von GÉANT, dem Dachverband europäischer NRENs, und seinem US-amerikanischen Pendant Internet 2 veranstaltet wird. Der NPAPW 2025 hätte im November in der New School in New York stattfinden sollen. Trotzmonatelanger Anstrengungen des Programmkomitees und immenser Vorfreude auf das Meeting musste es schließlich aufgrund der politischen Situation und verschärfter Einreisebestimmungen kurzfristig in ein Webinar umgewandelt werden.

ACOnet und die Leidenschaft für Kunst

Kunst und Kultur sind seit vielen Jahren fixe Bestandteile des ACOnet-Universums. Die Schwerpunkte unserer Arbeit sind:

- das enorme Potenzial der Hochleistungsdatennetze und Entwicklungen von NRENs (insbesondere im Bereich Low-Latency-Technologien) für digitale Kunstproduktion zu kommunizieren (siehe www.netart.cc),
- die aktive Zusammenarbeit mit Institutionen der Kunst und Kultur kontinuierlich zu leben (siehe www.aco.net/kukit-stammtisch) und
- die interdisziplinären Stärken zu vermitteln, die Technologie, Kunst und Wissenschaft synergetisch bereichern (siehe www.aco.net/infoveranstaltungen).

„Kunst & Kultur als Menschenrecht & Gemeingut im digitalen Zeitalter“ (so der Titel eines Future Talks des Schubert Theaters im Jahr 2023) bleibt aber auf jeden Fall eine der großen Herausforderungen im Kontext Digitalität – in allen Welten.



Renate Kreil

ACOnet | Kunst- und Kulturkommunikation
Projektmanagement net:art coordination center

EOSC Support Office Austria: Auf dem Weg zu einem Austrian EOSC Node

Open Science braucht mehr als gute Ideen: Sie braucht verlässliche Strukturen, einheitliche Standards und funktionierende Infrastrukturen. Das EOSC Support Office Austria koordiniert seit 2021 die österreichischen Aktivitäten rund um die European Open Science Cloud (EOSC) und verbindet europäische Entwicklungen mit den Bedürfnissen der nationalen Forschungscommunity.

Wie können wir Open Science langfristig und gemeinsam mit der Forschungscommunity verankern? Diese Frage steht im Zentrum der European Open Science Cloud (EOSC) und prägt die Arbeit des EOSC Support Office Austria (EOSC SOA). Seit Beginn der EOSC-Umsetzung engagieren sich österreichische Institutionen aktiv, um Transparenz, Zugänglichkeit und Exzellenz in der Forschung zu stärken. Das EOSC SOA koordiniert die österreichischen Aktivitäten, fungiert als zentrale Schnittstelle zwischen europäischen Strukturen und der nationalen Forschungslandschaft und bündelt bestehende Services. Aktuell sind rund 20 Partnerorganisationen beteiligt, darunter 11 öffentliche Universitäten sowie außeruniversitäre Forschungseinrichtungen und Infrastrukturanbieter.

Was ist die European Open Science Cloud?

Die European Open Science Cloud, kurz EOSC, ist kein einzelnes IT-System und keine zentrale europäische Cloud. Vielmehr ist sie ein strategischer Enabler auf europäischer Ebene, der bestehende Infrastrukturen und Ressourcen verbindet und weiterentwickelt. Ziel ist es, Forschungsdaten, Rechenressourcen und digitale Services über Länder- und Fachgrenzen hinweg auffindbar, zugänglich und interoperabel zu machen.

EOSC ist eng in zentrale EU-Strategien eingebettet, darunter die ERA Policy Agenda zur Stärkung des Europäischen Forschungsraums, die europäische Strategie für Forschungs- und Technologieinfrastrukturen

sowie zunehmend auch Initiativen im Bereich Künstliche Intelligenz, etwa im Zusammenspiel mit sogenannten AI Factories. Der gemeinsame Nenner all dieser Strategien ist klar: Öffentliche Investitionen in Forschung sollen besser genutzt, Wissen effizienter geteilt und Innovation beschleunigt werden.

EOSC als Föderation: Ein „System von Systemen“

Ein zentrales Prinzip der EOSC ist ihr föderativer Aufbau. Die EOSC-Föderation funktioniert als „System of Systems“: Sie ersetzt keine bestehenden Infrastrukturen, sondern vernetzt sie über einheitliche Standards und Schnittstellen (<https://eosc.eu/building-the-eosc-federation/>).

Zur EOSC-Föderation gehören:

- Basiskomponenten, etwa für Authentifizierung, Monitoring oder Suche,
- nationale EOSC Nodes,
- thematische Nodes aus Fachcommunities sowie
- bestehende e-Infrastrukturen auf nationaler und institutioneller Ebene.

Für Universitäten und Forschungseinrichtungen ist dieses Modell entscheidend. Bestehende Investitionen bleiben erhalten, werden aber europäisch sichtbar und nutzbar gemacht. Nationale Stärken können so gezielt in einen europäischen Kontext eingebracht werden.

Auf dem Weg zum Austrian EOSC Node

Im April 2025 hat das Bundesministerium für Frauen, Wissenschaft und Forschung (BMFWF) das Mandat erteilt, die Vorbereitungen für einen Austrian EOSC Node zu starten. Damit wurde ein wichtiger strategischer Schritt gesetzt, um Österreich nachhaltig in der EOSC-Föderation zu positionieren.

Aktuell arbeitet das EOSC SOA an der Abstimmung mit bestehenden EOSC Nodes in anderen Ländern sowie

5. Generalversammlung der Austrian EOSC Mandated Organisation, TU Wien, 18. November 2025 (Foto: Livia Beck)



Austrian EOSC Mandated Organisation

- Der **ACONET Verein** unterstützt als Rechts-träger und vertritt die nationale Community in der EOSC Association.
- Das **BMFWF** finanziert Aufgabenbereiche des EOSC Support Office Austria.
- Das **EOSC Support Office Austria** ist operativ tätig, koordiniert die nationale Ausrichtung an den EOSC-Zielen, fungiert als Dachstruktur für den Austrian EOSC Node und sichert Österreichs Beteiligung an der Aufbauphase der EOSC-Föderation.
- **Info:** <https://eosc-austria.at/>
- **Kontakt:** contact@eosc-austria.at

an der Klärung der rechtlichen Trägerschaft. Zentrale Anforderungen sind die Fähigkeit, als Community-Gateway zu fungieren, klar definierte operative Rollen und die aktive Einbindung mehrerer Institutionen. Von Beginn an ist klar: Der Austrian EOSC Node ist kein reines IT-Projekt, sondern ein Governance- und Kooperationsprojekt.

Im Herbst 2025 wurden potenzielle Node-Services erhoben. Die Ergebnisse zeigen eine starke Ausgangsbasis: Zahlreiche Services in den Bereichen Compute- und Cloud-Ressourcen, Forschungsdatenmanagement, Analyse-Tools sowie Skills und Training sind bereits vorhanden. Viele dieser Angebote verfügen über einen hohen Reifegrad und werden langfristig betrieben. Der Mehrwert liegt in der gemeinsamen Nutzung, Koordination und Sichtbarkeit bestehender Angebote – nicht in der Verpflichtung, neue Infrastrukturen aufzubauen.

Für die zweite Jahreshälfte 2026 ist geplant, einen Antrag auf die Integration des Austrian EOSC Node in die EOSC-Föderation bei der EOSC Federation Build-up Group einzureichen.

Mehrwert für Forschung und Standort

Strategisch bietet der (künftige) Austrian EOSC Node einen klaren Mehrwert: Er stärkt die Position Österreichs im europäischen Forschungsraum, ermöglicht die aktive Mitgestaltung von Standards und Policies

und trägt zur digitalen Souveränität bei, indem Kompetenzen, Entscheidungen und Infrastrukturen national verankert bleiben. Gleichzeitig fungiert er als verbindendes Element zwischen der europäischen EOSC-Föderation und der nationalen Forschungslandschaft.

Für Forschende bedeutet EOSC vor allem einen vereinfachten, einheitlichen Zugang zu hochwertigen digitalen Ressourcen. Über den Austrian EOSC Node werden bestehende nationale Services, von Forschungsergebnissen und Rechenressourcen bis hin zu Analyse-Tools, gebündelt, sichtbar gemacht und besser nutzbar. Zugleich eröffnet er den Zugang zu Angeboten anderer EOSC Nodes, etwa disziplinspezifischen Services, und erweitert damit die verfügbaren Tools für Forschung und Innovation.

Für den Forschungsstandort Österreich schafft der Austrian EOSC Node ein gemeinsames Instrument der Universitäten und Forschungseinrichtungen zur Koordination und Weiterentwicklung bestehender Aktivitäten in den Bereichen Forschungsinfrastrukturen, Shared Services und Forschungsdatenmanagement. Das ermöglicht eine effizientere Nutzung öffentlicher Investitionen, reduziert Parallelstrukturen und stärkt die internationale Vernetzung.

EOSC ist damit kein zusätzlicher Aufwand, sondern ein strategischer Hebel, um vorhandene Stärken zu bündeln, sichtbar zu machen und nachhaltig weiterzuentwickeln: gemeinsam, offen und zukunftsorientiert.

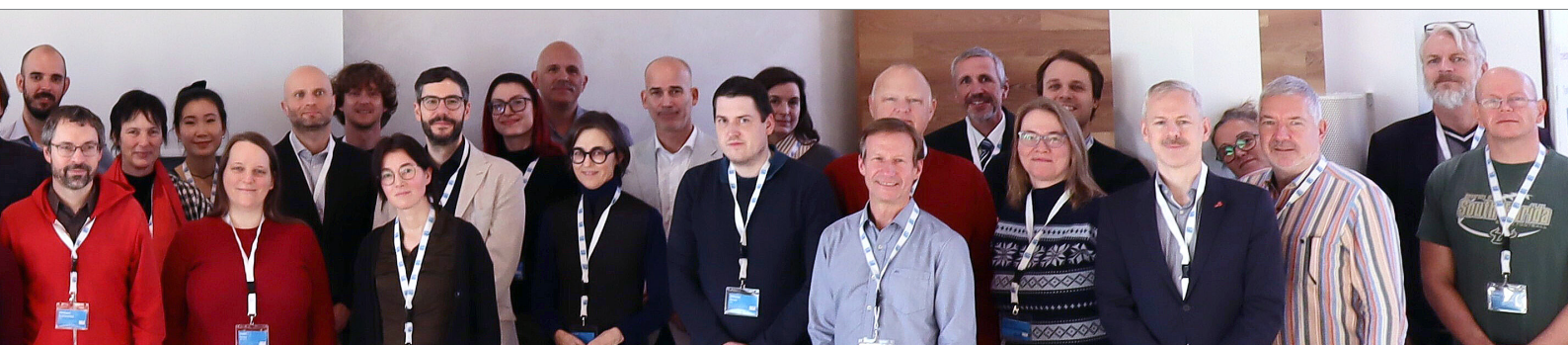


Ilire Hasani-Mavriqi

TU Graz

EOSC SOA, Sprecherin der Generalversammlung

ilire.hasani-mavriqi@tugraz.at





Aus unserem Teilnehmerkreis



Neue ACOnet-Teilnehmer 2025

- HTA Austria – Austrian Institute for Health Technology Assessment GmbH
- AITHYRA – Research Institute for Biomedical Artificial Intelligence
- Battery4Life GmbH
- Bundesministerium für Wohnen, Kunst, Kultur, Medien und Sport (BMWKMS)

AQUnet: Ein optischer „Quanten-Takt“ für Österreich

Im Jahr 2025 hat das durch die FFG geförderte Forschungsprojekt „Austrian Quantum Fiber Network (AQUnet)“ den Aufbau einer Metrologie-Glasfaserstrecke Wien-Linz-Salzburg-Innsbruck fertiggestellt. Ein hochstabiler Laser schwingt 194 Billionen Mal in der Sekunde und synchronisiert Messinstrumente der Grundlagenforschung entlang der Glasfaserstrecke. Auch die weltweit erste Atom-Kern-Uhr ist angeschlossen.

Die Quantenmechanik beschreibt die diskreten Energiezustände von Atomen, Molekülen, Festkörpern, auf der mikroskopischen Ebene. Um diese Energiezustände genau zu vermessen oder zur Speicherung von Informationen zu verwenden, müssen sehr exakte Resonanzfrequenzen eingestrahlt werden. Äußere Kräfte wie Magnetfelder, Spannungen in Materialien oder Gravitation verschieben die Resonanzfrequenzen leicht, was in der Quantensensorik verwendet wird. Dieses Feld findet zunehmend praktische Anwendungen, von der Detektion von Hirnströmen bis zur Lokalisierung

von Bodenschätzen über eine Vermessung der geografischen Variationen der Erdanziehungskraft.

Energie E und Frequenz f sind über das Planck'sche Wirkungsquantum h mit $E = h \times f$ fest verknüpft, das sogar auf Plancks Grabstein in Göttingen steht. Somit werden (Quanten-)Energien über Frequenzen gemessen, und eine möglichst exakte Frequenz-Eichung der verwendeten Messinstrumente ist unabdingbar. Doch woher kommt die „richtige“ Frequenz zur Kalibrierung der Geräte?

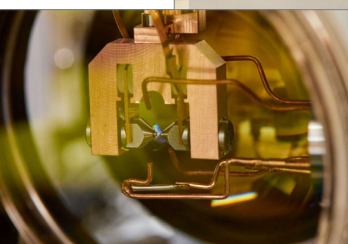
Die erste optische Atomuhr in Österreich

Die aktuelle Definition der Sekunde basiert auf einer Resonanzfrequenz, welche auf einen Mikrowellenübergang im Cäsium-Atom abgestimmt ist, mit exakt 9.192.631.770 Schwingungen in der Sekunde. Diese Eichfrequenz wird vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) seit Jahrzehnten mit hoher Genauigkeit bereitgestellt und beispielsweise zur Synchronisation unserer Computersysteme über das Network Time Protocol (NTP) verwendet. Für wissenschaftliche Anwendungen, insbesondere im Bereich Quantenkommunikation und Quantensensorik, ist diese Schwingung jedoch viel zu langsam bzw. damit geichete Messgeräte zu ungenau.

Im September 2025 wurde daher im Rahmen einer Kolaboration der TU Wien mit dem BEV die erste optische Atomuhr Österreichs am Standort Arltgasse 35, 1160 Wien installiert. Diese verwendet einen Quantenübergang eines einzelnen gefangenen Ytterbium-Atoms zur Stabilisierung eines Lasersystems, das 195 Billionen Mal in der Sekunde, also 20.000-mal schneller, schwingt. Die Zeit wird sozusagen in noch wesentlich feineren Intervallen, und damit viel genauer, gemessen.

AQUnet zur Verteilung des Eichsignals

Wissenschaftliche Forschungsgeräte, erste Quantencomputer oder präzise Quantensensoren sind große und empfindliche Aufbauten, die nicht, und schon gar nicht regelmäßig, zur Kalibrierung in die Arltgasse gebracht werden können. Das Forschungsprojekt AQUnet hat es sich daher zur Aufgabe gemacht, das optische Eichsignal den österreichischen Forschungsinstitutionen über Glasfasern zur Verfügung zu stellen. Dazu wird in einem ersten Schritt das Signal vom BEV über eine Glasfaser zu einer zentralen Laser-Verteilstelle an der TU Wien am Karlsplatz 14 geschickt und von hier sternförmig weiterverteilt.

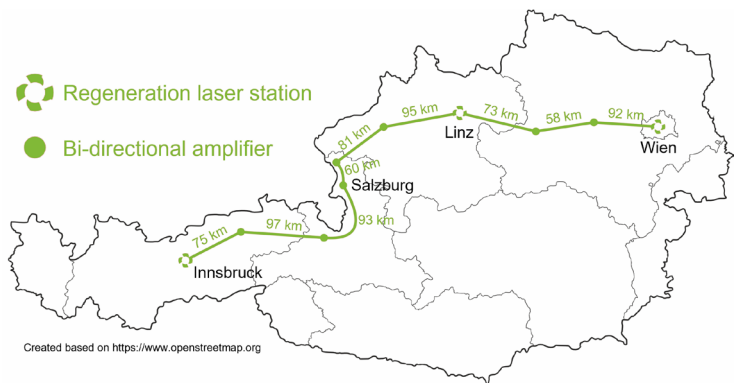


oben: optische Ytterbium-Atomuhr am BEV-Standort Arltgasse 35, 1160 Wien
links: Aufnahme der Einzel-Atom-Falle im Inneren der Anlage
(Fotos: Thomas Riebner, TU Wien/BEV)

unten: Glasfaser-Verteiler am Karlsplatz 14. Die thermische Isolierung schützt die Metrologie-Leitung vom BEV, die in den Glasfaserlink nach Innsbruck eingespeist wird.

rechts: AQUnet Metrologie-Glasfaserverbindung Wien-Innsbruck mit Zwischen-Verstärkern und Signalregeneration in Linz

(Foto und Grafik: Benedikt Gerstenecker, TU Wien)



„Keep the phase“: Eine durchgehende Sinuswelle zwischen Wien und Innsbruck (und zurück)

Die Glasfaserstrecke Wien-Innsbruck-Wien über Linz und Salzburg hat eine Länge von rund 1.450 km. Das am Karlsplatz 14 eingespeiste Signal wird durch Dämpfungen innerhalb der Glasfasern mit der Distanz schwächer und muss daher regelmäßig alle 50–100 km verstärkt werden („Bi-directional amplifier“ in der Grafik oben rechts). Diese Verstärkung reduziert jedoch die Signalqualität, weshalb in Linz in einer „Regeneration laser station“ die Eichfrequenz gemessen und ein neuer Laser weiter nach Innsbruck geschickt wird.

Um die Qualität des transportierten Signals kontinuierlich zu überwachen, wird ein Teil des Laserlichts in Innsbruck ausgekoppelt und über eine parallele Faser wieder zurück nach Wien geschickt – wiederum mit Verstärkern und Regeneration in Linz. In Wien wird eine Schwebungsmessung zwischen eingespeistem und zurückgesandtem Licht durchgeführt, um sicherzustellen, dass weder die Frequenz noch die Schwingungsphase des Signals gestört wurde. Selbst winzige Längenänderungen der Glasfaser durch Temperaturschwankungen oder Erschütterungen werden aktiv kompensiert. So gewinnt man zusätzlich interessante Informationen über seismische Aktivitäten entlang der Strecke. Für einen vollen Umlauf Wien-Innsbruck-Wien braucht das Licht gerade mal 4,8 Millisekunden.

Der Aufbau der Strecke sowie des parallelen Out-of-Band-Managements erfolgte in enger Abstimmung der TU Wien mit ACOnet und der A1 Telekom Austria AG. In Innsbruck nutzen die Quantenforschungsgruppen der Universität Innsbruck sowie das Unternehmen Alpine Quantum Technologies das Referenzsignal.

Von der Atomuhr zur Atom-Kern-Uhr

Auch innerhalb Wiens wird das optische Eichsignal verteilt und genutzt: Vom Karlsplatz 14 geht es weiter ans Atominstitut der TU Wien. Hier arbeitet die Forschungsgruppe Quanten-Metrologie bereits an einem Eichsignal bei noch höherer Frequenz. Statt Energiezuständen von Elektronen in Atomen oder Molekülen werden hier quantenmechanische Übergänge in Atomkernen verwendet. Konkret wird an der weltweit ersten Thorium-Atomkern-Uhr gearbeitet, die dann 2 Billionen Mal in der Sekunde schwingt. Die AQUnet-Glasfaserinfrastruktur wird dazu genutzt, um erstmalig eine Atom-Kern-Uhr und eine Atomuhr zu vergleichen. Ein Gangunterschied könnte Hinweise darauf geben, dass sich die physikalischen Grundkräfte im Kern und in der Elektronenhülle im Vergleich zueinander verändern, was von mehreren aktuellen Theorien zu dunkler Materie vorhergesagt wird.

Wie geht es weiter?

Das FFG-Infrastrukturprojekt „AQUnet“ läuft im Sommer 2026 aus. Die bestehenden Verbindungen können voraussichtlich bis Ende 2027 betrieben werden. Nach einer Anschlussfinanzierung für den weiteren Betrieb wird aktuell noch gesucht.



Thorsten Schumm

TU Wien, Atominstitut

Leiter Forschungsbereich Quanten-Metrologie

thorsten.schumm@tuwien.ac.at

QACI: Ein produktiver Quantencomputer für Forschung und Lehre

Im Projekt „Quantum Accelerated Computing Infrastructure“ beschafft der Forschungsschwerpunkt Scientific Computing der Universität Innsbruck einen Quantencomputer. Im Gegensatz zu einem Laborexperiment wird dieser dauerhaft in die HPC-Infrastruktur integriert. Das Ziel ist es, den österreichischen Forschenden einen produktiven Quantencomputer für Forschung und Lehre zur Verfügung zu stellen.

Die österreichischen Universitäten und im Speziellen die Universität Innsbruck haben eine lange Tradition in Bezug auf Quantencomputer. Dementsprechend verfügen einzelne Institutionen der Universität über mehrere funktionsfähige Forschungssysteme. Allerdings handelt es sich dabei um experimentelle Systeme, die nur einem sehr eingeschränkten Nutzerkreis zugänglich sind. Vor diesem Hintergrund wurde das Projekt Quantum Accelerated Computing Infrastructure (QACI) im Jänner 2023 gestartet. Finanziert wird das Projekt im Rahmen der Aufbau- und Resilienzfazilität (ARF) von NextGenerationEU über die FFG.

Das Projekt verfolgt im Wesentlichen das Ziel, einen Quantencomputer als Service auf österreichischer Ebene zur Verfügung zu stellen. Dabei wird das QC-System (QC = Quantum Computing) in ein bestehendes HPC-System (HPC = High Performance Computing) integriert und so eine hybride Infrastruktur geschaffen, die flexibel eingesetzt werden kann. Durch die Integration in das HPC-System können etablierte Arbeitsweisen verwendet werden, um die fächerübergreifende Forschungs- und Lehraktivität mit Quantenressourcen zu erweitern.

Standort

Der Standort Innsbruck ermöglicht die optimale Einbindung und Ergänzung einer starken Quantenforschung. Zusätzlich haben sich in und um Innsbruck mehrere Startups bzw. etablierte Firmen niedergelassen, die in Quantentechnologien sehr erfolgreich tätig sind. Damit ergeben sich einzigartige Möglichkeiten zur Kooperation und Integration verschiedenster Initiativen. Natürlich ist die Kooperation nicht auf Innsbruck beschränkt. Dadurch, dass Innsbruck einer der drei Standorte von MUSICA ist (mehr dazu auf Seite 55),



Fakten zum Quantencomputer „OTTER“

- **Bis zu 20 Qubits:**
vollständig verbundene Qubits
- **Einzel- und Zweiqubitgattertreue:**
> 99 %
- **Charakterisierung durch anwendungsspezifische Metriken:**
u.a. Grover-Algorithmus, Toffoli Gatter und Quantum Approximate Optimization Algorithmus (QAOA)
- **Arbeitszyklus:**
> 20.000 Schaltkreise pro Stunde, abhängig von der Schaltkreistiefe
- **Stromverbrauch:**
max. 2 kW

Der Quantencomputer „OTTER“ von AQT findet in zwei herkömmlichen 19-Zoll-Serverschränken Platz und umfasst eine Ionenfalle (links unten) sowie hochstabile Lasersysteme (rechts). (Foto: Dieter Kühl, AQT)

kann der Quantencomputer innerhalb des ASC-Konsortiums (ASC = Austrian Scientific Computing) in die österreichische Infrastruktur eingebunden werden.

HPC-Anbindung

Durch die direkte Integration in ein HPC-System ergibt sich ein hybrides QC/HPC-System. Damit können Forschungsvorhaben die Vorteile beider Systeme nutzen. Der Quantencomputer kann als ein Beschleuniger für spezifische Aufgaben betrachtet und angesteuert werden. Dabei ist die Idee der Anbindung ähnlich wie bei einer Grafikkarte, die spezielle Aufgaben eigenständig übernimmt.

Die Integration in den HPC-Workload-Manager hat den Vorteil, dass diese knappe Ressource effizient ausgelastet werden kann. Das HPC-System kann also für Vor-/Nach- oder Hybridverarbeitung verwendet werden – damit ergeben sich weitere Synergien. Die Anbindung ist so konzipiert, dass sie sich nahtlos in die bestehenden Strukturen einbettet, um die Nutzung so einfach wie möglich zu gestalten.

Der Quantencomputer

Beim QC-System handelt es sich um einen Ionenfallen-Quantencomputer der Firma Alpine Quantum Technologies GmbH (AQT). Die in Innsbruck angesiedelte AQT stellt einen starken österreichischen Ansprechpartner für Quantencomputer und damit verbundene Technologien dar. Der Ionenfallen-Quantencomputer der AQT kommt mit max. 2 kW Leistung aus. Im Gegensatz zu anderen Quantensystemen sind keine speziellen Kühlsysteme, Schwingungsisolierungen oder dergleichen nötig. Die Hardware ist mit den gängigen Software-Frameworks Qiskit, Cirq und PennyLane über quasi-standardisierte Schnittstellen kompatibel. Das QC-System ist auf Stabilität und Verlässlichkeit ausgelegt. Bei typischen Quantengatterzeiten in der Größenordnung von 10 bis 100 μ s bleibt die Quanteninformation für bis zu 1.000 Quantengatteroperationen erhalten. Dabei liegen alle Fehlerraten der Einzelqubitgatter unterhalb der fehlertoleranten Schwelle (weitere Details siehe Infobox auf Seite 46).

Forschung und Lehre

Um den Quantencomputer früh in der österreichischen Forschungsinfrastruktur zu etablieren, fand in der zweiten Jahreshälfte 2025 eine Ausschreibung für Forschungsprojekte statt. Ein ausgewähltes Projekt erhielt frühzeitigen Zugang zum AQT-Quantencomputer „IBEX“, der als Cloudservice verfügbar ist, um dessen Forschungsfragen zu bearbeiten.

Auch in der Lehre wurde mit „IBEX“ bereits im Wintersemester 2025/26 ein Quantencomputer in einer fächerübergreifenden Lehrveranstaltung eingesetzt. In dieser Veranstaltung wurde die Theorie um prakti-

Projektübersicht

- **Projektleitung:**
FSP Scientific Computing
www.uibk.ac.at/scientific-computing
- **Projekt:**
Jänner 2022 – März 2026
- **Produktivbetrieb:**
ab April 2026
- **Finanzierung:**
EU-Aufbauplan über FFG
- **Programm:**
Quantum Austria,
2. Ausschreibung (2022/2023)
- **Wer soll von dem Projekt profitieren:**
alle in Österreich ansässigen Forschenden und Lehrenden

sche Projekte ergänzt, in denen Studierende ihre Aufgaben mithilfe des Quantencomputers lösen.

Die Projekte der Studierenden und Forschenden kommen dabei aus verschiedensten Disziplinen wie Chemie, Biologie, Finanzmathematik, (Astro-)Physik, Informatik und vielen mehr.

Zugriff

Der Quantencomputer soll sowohl in der Forschung als auch in der Lehre neue Möglichkeiten eröffnen und so dazu beitragen, in Österreich eine Generation von quantenbewussten Forscher*innen und Ingenieur*innen aufzubauen. Um dies zu ermöglichen, wird das System an die vorbereitete Schnittstelle zur Infrastruktur des Austrian Scientific Computing (ASC) angebunden. Der Zugriff wird über MUSICA abgewickelt.



Peter Kandolf

Universität Innsbruck – FSP Scientific Computing
Senior PostDoc & technischer Projektleiter
peter.kandolf@uibk.ac.at

Anwendungen für die Zukunft: Quantum Key Distribution im Regierungsnetz

Im Rahmen eines Forschungsprojekts wurde in Wien ein quantensicheres Netzwerk zwischen Regierungs- und Forschungseinrichtungen installiert. Die nahtlose Integration von Quantenverschlüsselung in die bestehenden Netzwerkstrukturen ermöglichte die Demonstration von praxisnahen Anwendungen.

Quantensichere Kommunikation gewinnt zunehmend an Bedeutung, weil unsere heutige digitale Welt mehr denn je auf verlässlichen Schutz sensibler Daten angewiesen ist. Allerdings basieren klassische Verschlüsselungsverfahren darauf, dass bestimmte mathematische Aufgaben nur mit enormem Aufwand zu lösen sind. Diese Annahme hält jedoch nicht ewig: Mit dem Fortschritt in der Rechenleistung – insbesondere durch zukünftige Quantencomputer – sind solche Verfahren wesentlich leichter zu knacken.



Abb. 1: Ein Netzwerkknoten mit QKD-Geräten, KMS und Netzwerkverschlüsseler (von unten nach oben | Foto: AIT)

Genau hier setzt die Quantum Key Distribution (QKD) an und geht einen völlig neuen Weg, um die Vertraulichkeit digitaler Kommunikation langfristig abzusichern. QKD nutzt grundlegende quantenphysikalische Eigenschaften einzelner Photonen, um kryptographische Schlüssel zu erzeugen, die später zur Verschlüsselung von Daten verwendet werden. Der entscheidende Vorteil: Diese Photonen können nicht unbemerkt abgefangen oder kopiert werden. Jeder Abhörversuch führt zum Zerstören der Quanteninformation und somit zu messbaren Veränderungen, die sofort sichtbar werden. Dadurch bietet QKD nicht nur Schutz gegen heutige Angriffsmethoden, sondern auch gegen zukünftige Bedrohungen durch Quantencomputer – unabhängig davon, wie leistungsfähig diese einmal werden. Die QKD-Technologie fügt sich dabei in bekannte Netzwerkinfrastrukturen ein und dient als Baustein, um Schlüsselmaterial zwischen zwei Standorten sicher auszutauschen, welches dann zur Datenverschlüsselung mit herkömmlicher Hardware verwendet wird.

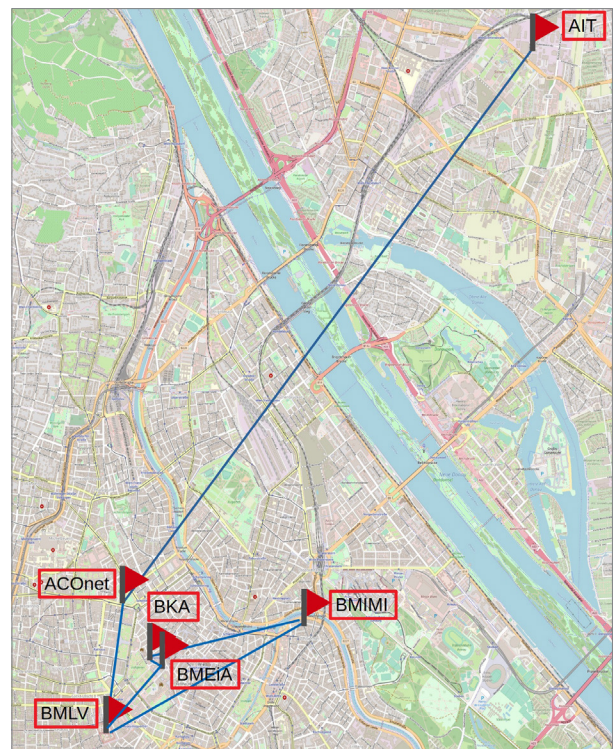


Abb. 2: QKD-Netzwerk und Knotenpunkte in Wien (Grafik: AIT)

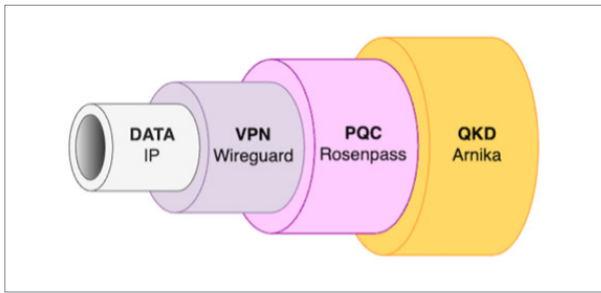


Abb. 3: Schematische Darstellung der quantensicheren Verschlüsselung von Daten mit dem Arnika-System (Grafik: AIT)

Somit kann bestehende Glasfaserinfrastruktur verwendet werden, wie sie zum Beispiel von ACOnet betrieben wird. Die einzelnen Teilstücke werden mithilfe von Knoten zu größeren Netzwerken verbunden. Abb. 1 zeigt das Innenleben eines typischen QKD-Netzwerkknotens mit QKD-Geräten, Key Management System (KMS) und Netzwerkgeräten zum Verschlüsseln der Nutzdaten. Das KMS dient dazu, die Punkt-zu-Punkt-Schlüssel aufzunehmen und im Netzwerk zu verteilen, wodurch Ende-zu-Ende-Schlüssel zwischen jedem Knoten im Netzwerk entstehen.

Die QKD-Technologie hat bereits eine hohe technologische Reife und wird weltweit in ersten Pilotnetzen eingesetzt. So auch in Österreich, wo im Rahmen des Forschungsprojektes QCI-CAT (unter der Leitung des AIT Austrian Institute of Technology und unter Mitwirkung österreichischer Industrie, Forschungs- und Regierungseinrichtungen) das erste nationale QKD-Netzwerk in Betrieb genommen wurde.

Das Wiener Quantenkommunikation-Netzwerk

Die Wahl der Netzwerktopologie in Wien fiel auf ein Ringnetzwerk, das drei Ministerien und das Bundeskanzleramt miteinander verbindet, sowie eine zusätzliche Anbindung des AIT an dieses Netzwerk über den ACOnet-Standort an der Universität Wien (siehe Abb. 2). Österreichweit wurde das Netzwerk in den Süden nach Graz bzw. in den Westen nach Salzburg erweitert, um die Einsatzfähigkeit von QKD auch in Weitverkehrsnetzwerken über hunderte von Kilometern zu demonstrieren. Das österreichische Netz zeichnet sich auch dadurch aus, dass QKD-Geräte der verschiedensten europäischen Hersteller installiert wurden, um zusammen mit dem KMS des AIT Multi-Vendor-Interoperabilität zu demonstrieren.

Anwendungen

Im Laufe des Projektes wurden die folgenden drei Use Cases demonstriert:

- **Secret-Sharing**

Das sichere Speichern und Teilen von Dateien ist essenziell für den kollaborativen Arbeitsalltag. In dem Projekt wurde hierfür eine quantensichere Lösung demonstriert. Diese basiert auf der Secret-Sharing-

Technologie, die gespeicherte Daten („data at rest“) quantensicher verschlüsselt und bereitstellt. Vier Appliance-Cluster der Firma fragmentiX Storage Solutions GmbH wurden im Netzwerk installiert. Diese verbinden sich mit auf mindestens drei Standorte verteilten Speichersystemen und senden quantensichere Fragmente über QKD-gesicherte Verbindungen. Die fragmentiX CLUSTER sind leistungsstarke Plattformen für Behörden und Großorganisationen, die digitale Souveränität durch DSGVO-konforme Speicherung, Datenschutz und Ausfallsicherheit gewährleisten.

- **Sichere Videokonferenz-Integration**

Video- und Chatprogramme für mehrere Nutzer*innen sind aus dem Alltag nicht mehr wegzudenken, daher wurde im Projekt auch hierfür eine quantensichere Lösung erarbeitet. Sie basiert auf der Open-Source-Software Jitsi und wurde von der X-Net Services GmbH weiterentwickelt, sodass der Chat Client, der über das KMS quantensichere Schlüssel abrufen, den Videostream Ende-zu-Ende verschlüsselt. Hierbei kommen auch PQC-Algorithmen (PQC = Post-Quanten-Kryptographie) hybrid zum Einsatz.

- **HSM-Backup mit Software-Verschlüsseler**

Vor allem in Behörden, aber auch in Banken kommen sogenannte Hardware-Sicherheitsmodule (HSM) zum Einsatz. In Banken sichern diese (und die auf ihnen gespeicherten Daten) wie kryptographische Schlüssel Transaktionen ab. In QCI-CAT wurden diese Backup-Daten quantensicher zwischen zwei Standorten übertragen. Hierfür wurde eigens ein Software-Netzwerkverschlüsseler von der CANCOM Austria GmbH entwickelt und quelloffen veröffentlicht. Dieses „Arnika-System“ verwendet mehrere ineinander verschachtelte Verschlüsselungstechnologien (siehe Abb. 3), um die höchstmögliche Sicherheit zu erreichen.



Florian Kutschera | Senior Technician
Stephan Laschet | Research Engineer
 AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Alle Infos zum Projekt: <https://qci-cat.at/>

ACOnet Participant Portrait: Institute of Science and Technology Austria (ISTA)

ISTA performs world-class research, trains the next generation of scientific leaders, and promotes science education and tech transfer. Cutting-edge research depends on world-class IT infrastructure and forward-thinking digital services. In response to these demands, the Institute has launched an ambitious multi-year transformation programme to redesign its digital landscape.

The Institute of Science and Technology Austria (ISTA, www.ista.ac.at) is a PhD-granting research institution located in Klosterneuburg, 18 km from the centre of Vienna. ISTA employs professors on a tenure-track model, post-doctoral researchers, and PhD students. The international Graduate School of ISTA offers fully funded PhD positions to highly qualified candidates with a Bachelor's or Master's degree in biology, mathematics, computer science, physics, chemistry, and related areas.

Since opening in 2009, the Institute has grown to around 90 research groups and some 1,300 employees. By 2036, it is expected to expand to 150 groups and over 2000 employees. While dedicated to the principle of curiosity-driven research, ISTA also aims to deliver scientific findings to society through technological transfer and science education.

Research groups on campus span a wide range of topics, from AI to astrophysics and from climate to quantum mechanics. A key to ISTA's success is that traditional boundaries between disciplines are broken down and interdisciplinary collaboration between groups is strongly encouraged. In 2019, *Nature* ranked ISTA third among the world's best academic research institutions (normalised by size). 80% of ISTA's professors currently under contract have received prestigious grants from the European Research Council (ERC).

From unresolved scientific mysteries ...

While curiosity-driven research spans all scientific disciplines, few questions better exemplify the power of pure intellectual inquiry than the cosmic puzzles that have emerged from our attempts to understand the universe itself. One of the greatest unresolved mysteries in modern physics is the physical nature of

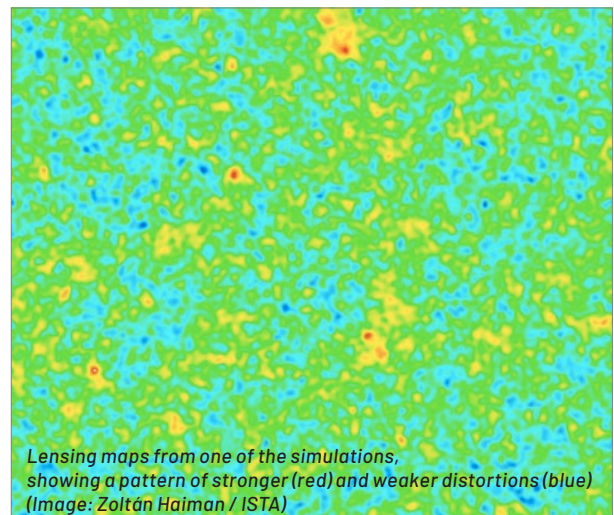
dark energy and dark matter. This is a research focus of Zoltán Haiman, astronomer at ISTA.

Dark energy comprises 70% of the universe's mass-energy density, accelerating its expansion over billions of years. Despite its significance, its physical nature remains a mystery, with speculation linking it to various phenomena like quantum fluctuations or modifications of general relativity.

Dark matter makes up most of the remaining 30% and is key to cosmic structure formation, but its identity is unknown, possibly involving exotic particles or primordial black holes. Solving these mysteries likely involves astronomical observations and experiments, with dark matter potentially detectable in labs, while



Zoltán Haiman, astronomer (Photo: ISTA)



Lensing maps from one of the simulations, showing a pattern of stronger (red) and weaker distortions (blue) (Image: Zoltán Haiman / ISTA)



dark energy's impact is observable only through the universe's expansion. Both rely on statistical analyses of large datasets.

One of the most promising methods is called weak gravitational lensing (or simply 'weak lensing'). Weak lensing is the slight distortion in the images of background galaxies, as the photons they emit travel on the slightly curved paths predicted by general relativity through the inhomogeneous mass distribution, before they enter our detectors.

This tends to cause a 'shear': If an intrinsically circular galaxy is placed behind a massive foreground lump, its image will appear stretched into an ellipse. In reality, we do not know the intrinsic shape of any individual galaxy, and we have to resort to statistical measurements of the shapes of large numbers of galaxies. Current surveys have measured the shapes of tens of millions of galaxies, but next-generation surveys can do this for billions of galaxies. The statistical properties of the shape distortions depend on the physical nature of both dark energy and dark matter.

In its work, Haiman's group has been creating the tools to predict the expected weak lensing distortion patterns in detail, and began comparing these to observations. So far, the results are consistent with the most popular models in which dark energy arises from the energy density of the vacuum, and with most models of dark matter.

A key aspect of the group's work has been to share synthetic data with the research community. This is particularly important because there is no one statistical method to compare such numerical simulations to observations.

By sharing datasets with the community, others had the opportunity to come up with their own novel ideas, and try them out on the mock universes Haiman's group

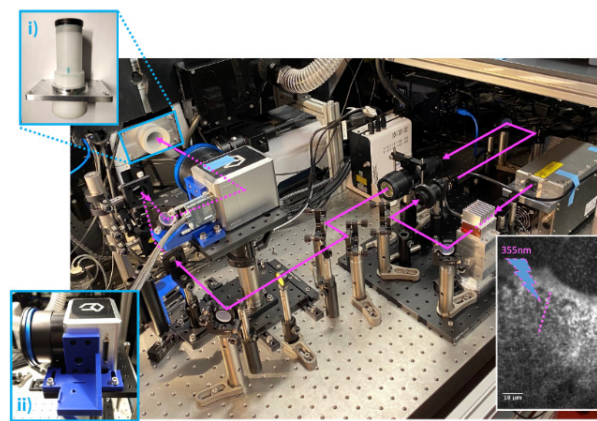
has produced over the years. These mock datasets consist of approximately 100 TB worth of two- and three-dimensional maps of the mass distribution in the expanding universe, and of the lensing effects produced in each case. Since 2018, twenty different research groups have requested and downloaded the group's data, and most have produced and published their own original scientific results with these datasets.

... to state-of-the-art lab facilities

To ensure that research groups can focus on their research, ISTA hosts a significant infrastructure to support scientists on a technological level. The Scientific Service Units (SSUs) consist of ten facilities that house cutting-edge equipment and expert staff. They offer expert support and instrumentation to meet the scientific needs of existing research groups and to support new faculty members. These Scientific Service Units provide an infrastructure for efficiently sharing high-value equipment. This approach ensures that the provided technologies operate within given specifications, that equipment is professionally maintained, and researchers are trained to master the operation of advanced instrumentation.

An example is the Imaging & Optics Facility that provides a state-of-the-art infrastructure for advanced (optical) imaging applications. The machine park of the Imaging & Optics Facility covers almost 600 sqm across five buildings, and consists of high-end microscope equipment, flow cytometry devices and diverse image analysis. This allows scientists across disciplines (e.g., chemistry, material science, physics, and life sciences) to utilise equipment that is at the forefront of currently available technologies.

Equipment in the Imaging & Optics Facility includes a wide range of (optical) imaging platforms such as widefield, confocal, multiphoton, spinning disk, TIRF, light sheet, force probing, (bio-)luminescence imaging as well as fluorescence-assisted cell analysers



On the left: Imaging data are crucial | On the right: In-house developed UV laser ablation system (Photos: ISTA)

and sorters. Additional accessories, optical tools, and high-end objectives are available through an automated rental system. In total, the machine park houses over 45 instruments.

The experimental data generated on the instruments of the facility mostly consist of digital images. The multi-location machine park, consisting of diverse instruments, requires a reliable digital infrastructure to facilitate both on-premises and off-campus data exchange as well as remote access for maintenance and knowledge exchange. Hence, 16 dedicated image analysis workstations and a virtual desktop infrastructure with diverse advanced software applications and analysis tools for force probing, material characterisation, and rheology measurements are available for processing the data.

The total amount of data produced by the instrumentation of the Imaging & Optics Facility amounts to 0.5 petabytes per year. Data production of instruments varies widely, some generating 80 terabytes per month, while others produce merely a few gigabytes per month; some produce 8,000 files per month while others only a few hundred files; some have file sizes of terabytes, some only a few megabytes.

This diversity of data volume and data types combined with the varying requirements for data analysis form a demanding set of requirements for the network, computational, and storage infrastructure. To overcome these challenges, data are automatically streamed from instruments to a central storage backend, which allows efficient data flows and downstream analysis workflows. Continuous improvement efforts aim at optimising the computational services by intensified cooperation with ISTA's Scientific Computing Facility.

Both the Imaging & Optics Facility and the Electron Microscopy Facility are members of Austrian Bioimaging, an association of Austrian universities and leading research institutions, offering access to cutting-edge research infrastructures in biological and preclinical imaging to researchers. Austrian Bioimaging functions as a national node of Euro-BioImaging, a European Research Infrastructure Consortium (ERIC). Through these platforms, or direct agreements, ISTA's main

imaging platforms are made accessible to researchers from other research institutions. In such a cross-institutional research environment, data exchange and shared repositories are crucial.

High-bandwidth network connectivity

From astrophysics to the Imaging & Optics Facility, data-driven research has become increasingly critical in our modern world as we now generate, and have access to, unprecedented volumes of information across nearly every domain of human activity. This wealth of data allows researchers to uncover patterns, test hypotheses, and make predictions with greater precision than ever before. Data-driven approaches enable us to identify subtle correlations that might otherwise go unnoticed, validate or challenge long-held assumptions, and make more informed decisions. Moreover, as the challenges we face become more complex and interconnected the ability to systematically analyse vast datasets has transformed from a competitive advantage into an essential capability.

For a research institute with numerous international partnerships and a large number of collaborative projects, making datasets accessible to fellow researchers and using research infrastructure across the world is essential. Transferring data in the double-digit petabyte range requires a state-of-the-art, high-bandwidth, reliable internet connectivity.

Hence, in early 2026, ISTA will implement an internet connection through ACOnet, Austria's national research and education network. The connectivity of the campus in Klosterneuburg will be upgraded to 100 Gbps. Decisive factors for this step include not only the high bandwidth, but also ACOnet's extensive expertise and the collaboration and exchange with other national research institutions and universities.

The partnership with ACOnet is particularly relevant for ISTA, as ACOnet offers excellent international connections to other science networks as well as to the global internet, ensures reliable and high data throughput on the local and regional levels, and includes security services. Moreover, ACOnet maintains a range of strong communities for topics related to research IT environments.

The network is the basis

For ISTA, however, it is not just about upgrading the internet connection. ISTA's growth trajectory made it necessary to rethink which IT infrastructure and digital services a modern research institute needs. Scalability and adhering to international best practices are key, while consolidating the existing portfolio and offering integrated digital services are essential for sustainable IT operations and a high level of user satisfaction.

The IT & Digital Transformation Strategy of the Institute aims to deliver a world-class ecosystem of integrated, intuitive and reliable solutions. It includes infrastructure upgrades for enabling the planned growth, e.g., expanding the storage capacity on premises by several petabytes, adding server capacity, and upgrading existing data centres. The renewal of the network infrastructure is an opportunity to redesign the network architecture and gradually implement a zero-trust network access (ZTNA) approach. This results in a fine-grained, secure network design ensuring users have a high level of security, regardless of their location and the device they are using. Although difficult to implement, this method ensures that important data are adequately protected while maintaining the openness needed in a research environment.

Another part of this strategy is to introduce new solutions for the digital workplace and for collaboration to facilitate both communication and work within the Institute and with external partners. At the core of this initiative are the use of cloud-based services and the centralised management of standardised IT equipment and software.

The Institute's fast growth requires efficient and, above all, scalable administrative processes. Hence, digital solutions and automation play a crucial role. In all tools and processes to be implemented in the future, the usage of AI-based functionality will be evaluated to enable productivity gains.

None of these initiatives would be feasible without a high-quality network connectivity. Therefore, ISTA's joining AConet is an integral part and the foundation of the IT & Digital Transformation Strategy.

Experiencing cutting-edge research

Beyond expanding its research capacity and its digital landscape, the Institute is also committed to bringing science closer to the public and reaching outward to inspire the next generation of researchers. Opened in 2025, the VISTA Science Experience Center is located in the middle of ISTA's campus.

Far more than a museum or a visitor centre, the VISTA Science Experience Center is a vibrant meeting place where scientific research, curiosity, artistic exploration, and open dialogue come together. Visitors – from primary school to old age – experience science not as a collection of facts, but as a dynamic process shaped by questions, creativity, and collaboration.

The VISTA Science Experience Center reveals what happens at the edge of our knowledge, how new research questions arise, and how science strives to find answers. Admission is free, registration can be done via www.vistascience.at.



Josef Kolbitsch

ISTA | Head of IT & Digital Transformation
josef.kolbitsch@ista.ac.at

Co-authors:

Zoltán Haiman, ISTA | Professor,
Black Hole Astrophysics and Cosmology
Gabriel Krens, ISTA | Manager of
Imaging & Optics Facility



VISTA Science Experience Center
(Photo: Herta Hurnaus / ISTA)

Ein neuer HPC auf der Hohen Warte

Der neue HPC (High Performance Computer) der GeoSphere Austria hat Anfang 2025 den operationellen Vollbetrieb aufgenommen. Er wurde 2024 vom Hersteller Hewlett Packard Enterprise (HPE) installiert und konnte nach einem mehrmonatigen Parallelbetrieb im Januar 2025 die Produktion vom alten HPC übernehmen.

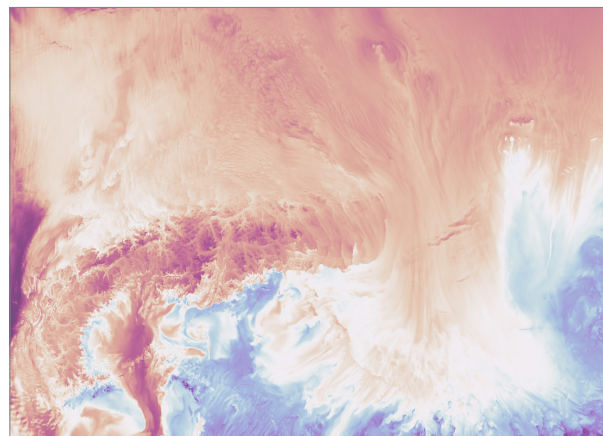
Als nationaler Wetterdienst von Österreich betreibt die GeoSphere Austria (vormals ZAMG) seit 2001 auf der Wiener Hohen Warte einen eigenen HPC, um mit numerischen Wettervorhersagemodellen kleinräumige Kurzfristwetterprognosen für Österreich und den Alpenraum zu berechnen. Zu den Anwendungsgebieten zählen unter anderem die staatliche Krisenvorsorge, Vorhersagen und Warnungen bei Extremwetterereignissen, Modellierung von Stadtklimaszenarien, Berechnungen zur Luftqualität und Prognosen für erneuerbare Energieformen.

Der aktuelle HPC ist ein CRAY-XD2000-Cluster bestehend aus 100 Rechenknoten, welche mit je 2 AMD-Genoa-Prozessoren (à 96 Cores) ausgestattet sind. Mit 19.200 CPU-Cores erbringt der HPC eine theoretische Rechenleistung von 870 TFLOPs (Peak). Seine Hauptmerkmale sind:

- **Hochverfügbarkeit und Ausfallssicherheit**, redundante Auslegung kritischer Komponenten (no single point of failure)
- **effiziente Direktflüssigkühlung** und geschlossene, wassergekühlte Racks, die alle Abwärme über Kühlwasser abführen
- **HPC-Architektur für Höchstleistung bei Wettermodellen:**
 - CPU (AMD-Genoa): 100 Knoten / 200 CPUs / 19.200 Cores
 - RAM (DDR5): 384 GB pro Knoten / 38 TB gesamt
 - Highspeed-Interconnect: HPE-Slingshot, Dragonfly Topology
 - Storage: CRAY-ClusterStor, Lustre, 200 TB

Der neue Cluster ist bereits der fünfte HPC seit 2001 auf der Hohen Warte; der operationelle Betrieb mit diesem HPC ist bis 2030 geplant. Für den operationellen Betrieb der HPC-Systeme wird eine Betriebszeit von 5 bis 7 Jahren angenommen, bis die Ablöse durch ein neues System anfällt. Denn mit zunehmendem Betriebsalter wird die Sicherstellung eines störungsfreien 24/7-Betriebes schwieriger; zudem wachsen die Leis-

Hochauflösende Simulation des GeoSphere C-LAEF Alpe Adria Wettermodells, berechnet am HPC der GeoSphere Austria: Im Zuge eines Kaltluftvorstoßes fließen kalte und trockene Luftmassen (rote Farbtöne) um die Alpen nach Süden. (Grafik: GeoSphere Austria)



tungsanforderungen laufend, u.a. durch Weiterentwicklungen der Wettermodelle.

Der neue HPC – auch „Krisenrechner“ genannt – leistet aktuell einen wesentlichen Beitrag zur staatlichen Krisenvorsorge und markiert gleichzeitig den Übergang von einem primär on-premises betriebenen High Performance Computing hin zu neuen hybriden Betriebsmodellen. Dazu Andreas Schaffhauser, Wissenschaftlicher Generaldirektor der GeoSphere Austria: „Im Rahmen der IT-Strategie 2030 wird unser High Performance Computing auf Basis von Best Practices europäischer Wetterdienste und Forschungsinstitute weiterentwickelt – gefördert, kooperativ und skalierbar.“



**GeoSphere
Austria**

Matthias Langer
GeoSphere Austria
Head of HPC & vGPU
matthias.langer@geosphere.at

MUSICA – Multi-Site Computer Austria

Der neue verteilte HPC-Cluster MUSICA verachtacht die verfügbare Rechenleistung für Österreichs Forschung. Performante H100-GPUs ermöglichen anspruchsvolle KI und beschleunigen traditionelle HPC-Anwendungen. Die verteilte Architektur erlaubt eine effiziente Nutzung und erhöht die Resilienz des Systems.

In der Welt der Wissenschaft ist Rechenleistung längst zur Grundvoraussetzung für Fortschritt geworden. Ob in der Klimamodellierung, den Materialwissenschaften oder in der Analyse riesiger Datenmengen mit Hilfe von KI – der Bedarf an High-Performance Computing (HPC) steigt exponentiell. Mit MUSICA setzt Österreich einen Meilenstein in der Bereitstellung dieser kritischen Ressourcen durch ein innovatives, standortübergreifendes Verbundmodell, das die Grenzen des bisher Machbaren verschiebt und den Weg für bahnbrechende Neuerungen ebnet.

Neue Ansätze für HPC

Ein wesentliches Innovationsmerkmal von MUSICA ist die Verschmelzung von klassischem Supercomputing

mit modernen Cloud-Technologien. Neben traditionellen Batch-Verarbeitungsprozessen integriert MUSICA eine föderierte Cloud-Infrastruktur.

Dieser hybride Ansatz erlaubt Anwender*innen nicht nur den Zugriff auf massive CPU- und GPU-Leistung (wie 1088 Nvidia H100-GPUs), sondern auch die Nutzung interaktiver Workflows. Besonders für Bereiche wie Künstliche Intelligenz (KI) und Machine Learning bietet diese Cloud-Native-Umgebung die notwendige Agilität für die Datenexploration, gepaart mit der Performance eines High-End-Clusters.

Redundante 100G-ACOnet-Verbindungen

Die größte Herausforderung einer „Multi-Site“-Architektur liegt in der nahtlosen Verbindung der geografisch getrennten Standorte – bei MUSICA Wien, Linz und Innsbruck. Hier fungiert ACOnet als unverzichtbares Rückgrat des Projekts. Um das System als eine logische Einheit operieren zu lassen, ist eine Netzwerkinfrastruktur mit extrem hohen Bandbreiten und minimalen Latenzzeiten erforderlich. Nur durch leistungsstarke 100G-Glasfaserleitungen können Daten zwischen den Standorten so effizient ausgetauscht werden, dass für die Endanwender*innen eine konsistente Rechenumgebung entsteht. Die Ring-Topologie der Glasfaserverbindungen erlaubt den Ausfall einzelner Strecken und erhöht dadurch die Verfügbarkeit des gesamten Systems.

Projekt MUSICA

Das Projekt MUSICA wird durch eine enge Kooperation österreichischer Bildungseinrichtungen getragen und steht unter der Koordination der TU Wien. Als weitere Kernpartner fungieren die Universität Wien, die Universität Innsbruck, die Johannes Kepler Universität Linz, die BOKU University und die TU Graz. Diese gebündelte Expertise stellt sicher, dass die Infrastruktur den spezifischen Anforderungen verschiedenster Forschungsdisziplinen gerecht wird.

Finanziell ermöglicht wurde das wegweisende Vorhaben durch die Forschungsinitiative „Quantum Austria“ (im Rahmen des Aufbau- und Resilienzplans der Europäischen Union), koordiniert durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) und das Bundesministerium für Frauen, Wissenschaft und Forschung (BMFWF).

Mehr Infos und technische Details:
<https://asc.ac.at/systems/musica/>

ASC | Austrian
Scientific
Computing

Elias Wimmer & Markus Hickel

ASC Research Center, TU Wien
HPC-Administratoren
elias.wimmer@tuwien.ac.at
markus.hickel@tuwien.ac.at

Stärkung der Cybersicherheit:



ASOC – Academic Security Operations Center

Die fortschreitende Digitalisierung von Forschung, Lehre und Verwaltung macht Universitäten zunehmend zu attraktiven Zielen für Cyberangriffe. Gleichzeitig sind akademische IT-Landschaften durch ihre Größe, Offenheit und föderale Struktur besonders komplex.

Das Forschungsprojekt **ASOC (Academic Security Operations Center)** adressiert genau diese Herausforderung und entwickelt innovative Konzepte, Technologien und Rahmenbedingungen für eine **kooperative, universitätsübergreifende Cybersicherheitsarchitektur**.

Zielsetzung und Ansatz

ASOC verfolgt das Ziel, ein föderiertes Security Operations Center (SOC) für den Hochschulbereich zu konzipieren und prototypisch umzusetzen. Im Mittelpunkt steht dabei nicht ein zentrales nationales SOC, sondern ein **kooperativer Ansatz**, der den autonomen Charak-

ter der Universitäten respektiert und gleichzeitig einen strukturierten Austausch von Sicherheitsinformationen ermöglicht.

Der Projektansatz verbindet

- technologische Innovation,
- organisatorische Konzepte,
- rechtliche und soziale Rahmenbedingungen und legt besonderen Wert auf **Datenschutz, Skalierbarkeit und Praxistauglichkeit**.

Zentrale Ergebnisse

Ein Kernresultat ist ein umfassendes High-Level-Konzept für ein universitätsübergreifendes SOC, das gemeinsam mit den Projektpartnern entwickelt wurde. Dieses Konzept beschreibt, wie Universitäten Sicherheitsinformationen effizient austauschen, Bedrohungen gemeinsam analysieren und koordiniert darauf reagieren können – ohne ihre institutionelle Eigenständigkeit aufzugeben. Ergänzt wird das Konzept durch ein **Reifegradmodell**, das Hochschulen eine schrittweise Weiterentwicklung ihrer Sicherheitsfähigkeiten ermöglicht.

Projekterkenntnisse

Während ASOC naturgemäß auf die technische Realisierbarkeit eines SOC-Verbundes auf Open-Source-Basis abzielt, zeigt die praktische Projektarbeit sehr deutlich, dass die größten Herausforderungen nicht primär technischer Natur sind. Die eingesetzten Technologien sind grundsätzlich verfügbar, leistungsfähig und skalierbar. Entscheidender sind vielmehr organisatorische Voraussetzungen und strukturelle Rahmenbedingungen innerhalb der jeweiligen Institutionen.

In der operativen Umsetzung treten insbesondere Fragen der Governance, der Verantwortlichkeiten und der strategischen Verankerung von Cybersicherheit in den Vordergrund. Bereits grundlegende Entscheidungen – etwa zur Auswahl geeigneter Technologien, zur Einbindung externer MSSP-Leistungen oder zur Ausgestaltung eines föderierten Betriebsmodells – setzen ein klares Rollenverständnis und definierte Entscheidungsprozesse voraus. In vielen Organisationen fehlen jedoch standardisierte Abläufe für Incident Handling, Eskalation, Reporting oder Lessons Learned.

Teilnehmer am Forschungsprojekt ASOC

- ACOmarket GmbH
- AIT Austrian Institute of Technology GmbH
- Bundesministerium für Frauen, Wissenschaft und Forschung (BMFWF)
- condignum GmbH
- EDV-Design Informationstechnologie GmbH
- Research Institute AG & Co KG
- SCHOELLER network control Datenverarbeitung GmbH
- TACEO GmbH
- Universität für Weiterbildung Krems – Department für E-Governance in Wirtschaft und Verwaltung
- Universität Innsbruck
- Universität Wien – Fakultät für Informatik, Forschungsgruppe Security and Privacy

Ein zentrales Thema ist darüber hinaus der personelle Reifegrad: Die Frage, wie viele qualifizierte Security-Analyst*innen tatsächlich benötigt werden, wo dieses Personal rekrutiert werden kann und wie eine nachhaltige Finanzierung sichergestellt wird, stellt für viele Universitäten eine strukturelle Hürde dar. Der Fachkräftemangel im Bereich Cybersecurity wirkt hier besonders stark.

Ebenso zeigt sich, dass die notwendigen Vorbereitungsarbeiten für den erfolgreichen Betrieb eines SOC häufig unterschätzt werden. Ein effektives Security Operations Center setzt einen gewissen Mindestgrad an organisatorischer Struktur voraus:

- aktuelle und vollständige **Asset-Transparenz**,
- dokumentierte **Netz- und Systemarchitekturen**,
- definierte **Zuständigkeiten**,
- standardisierte **Logging-Strategien**,
- abgestimmte **Incident-Response-Prozesse**.

Gerade in historisch gewachsenen, föderal organisierten Universitätsstrukturen ist dieser Reifegrad nicht überall in ausreichendem Maß gegeben. Ohne diese Grundlagen besteht die Gefahr, dass ein SOC zwar technisch implementiert wird, jedoch seine operative Wirkung nicht entfalten kann.

ASOC zeigt damit deutlich: Der Aufbau eines SOC ist weniger ein reines IT-Projekt als vielmehr ein **organisationsweiter Transformationsprozess**. Technologische Lösungen können nur dann ihr Potenzial entfalten, wenn sie von klaren Prozessen, ausreichenden Ressourcen und einer strategischen Priorisierung von Cybersicherheit begleitet werden.

Das im Projekt entwickelte **Reifegradmodell** gewinnt vor diesem Hintergrund besondere Bedeutung. Es ermöglicht Hochschulen, ihre Ausgangssituation realistisch zu bewerten und schrittweise organisatorische, technische und personelle Voraussetzungen zu schaffen, bevor ein vollwertiger SOC-Betrieb angestrebt wird.

Wirkung und Ausblick

ASOC leistet einen wesentlichen Beitrag zur nachhaltigen Stärkung der Cybersicherheit im österreichischen Wissenschaftsraum – nicht nur auf technologischer, sondern insbesondere auf struktureller und organisatorischer Ebene. Das Projekt zeigt klar, dass leistungsfähige Security-Architekturen im Hochschulbereich nur dann erfolgreich etabliert werden können, wenn **technologische Innovation mit organisatorischer Reife, klarer Governance und strategischer Verankerung von Cybersicherheit** zusammengedacht wird.

Ein zentrales Wirkungselement von ASOC liegt daher nicht allein in der prototypischen Umsetzung eines föderierten SOC-Ansatzes, sondern in der Entwicklung

eines ganzheitlichen **Transformationsrahmens**. Das erarbeitete Reifegradmodell, die Governance-Konzepte sowie die praxisnah erprobten Labor- und Ausbildungsumgebungen schaffen eine belastbare Grundlage für eine schrittweise, realistische Weiterentwicklung der Sicherheitsstrukturen an Universitäten.

Darüber hinaus demonstriert das Projekt, dass kooperative, offene und forschungsnahe Ansätze eine strategisch sinnvolle Alternative oder Ergänzung zu rein kommerziellen Sicherheitslösungen darstellen können – insbesondere in einem Umfeld, das von föderalen Strukturen, heterogenen IT-Landschaften und begrenzten personellen Ressourcen geprägt ist. Die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse zur Bedeutung organisatorischer Voraussetzungen liefern dabei wertvolle Orientierung für Entscheidungsträger*innen in Hochschulen und Politik.

Im Ausblick eröffnet ASOC die Perspektive einer langfristig etablierten, universitätsübergreifenden Sicherheitskooperation. Die geschaffenen Konzepte, Prototypen und Ausbildungsformate bilden die Grundlage für eine mögliche institutionelle Verstetigung sowie für weiterführende nationale und europäische Initiativen im Bereich akademischer Cybersicherheit.

Insgesamt zeigt ASOC, dass nachhaltige **Cyberresilienz** im Hochschulsektor weniger durch Einzelmaßnahmen als durch koordiniertes, strategisch abgestimmtes Handeln entsteht. Das Projekt liefert dafür ein übertragbares Modell, das weit über die unmittelbare technische Implementierung eines SOC hinaus Wirkung entfalten kann.



Markus Klemen

SBA Research gGmbH

Geschäftsführer

mklemen@sba-research.org

ACO-TEC: ACO meets Market

Bereits zum vierten Mal veranstaltete die ACOmarket GmbH am 10./11. September 2025 die ACO-TEC. Diesmal fand die IT-Konferenz für den Bildungs-, Forschungs- und Wissenschaftsbereich Österreichs im Kuppelsaal und Festsaal der TU Wien statt.

Mehr als 30 IT-Anbieter präsentierten ihre Lösungen an Infoständen und bei Vorträgen (Details siehe www.acomarket.ac.at/de/events). Diesen Firmen ist es auch zu danken, dass die Veranstaltung zustande kommt: Da sie die Veranstaltung finanzieren, können wir die Konferenz für Teilnehmer*innen kostenlos anbieten.

Es ist eine zentrale Aufgabe von ACOmarket, die Institutionen des österreichischen Bildungs-, Forschungs- und Wissenschaftsbereichs über die Lösungen am Markt zu informieren und durch Bündelung der Anforderungen bestmögliche Konditionen zu erreichen. In den letzten Jahren hat ACOmarket über 30 Rahmenverträge abgeschlossen – sehr oft mit besonders günstigen Konditionen, die außerhalb des Bildungsbereichs nicht möglich sind. Inzwischen werden Umsätze von über 9 Mio. Euro (ohne USt) pro Jahr über die ACOmarket GmbH abgewickelt.

Die ACO-TEC 2025

Nach der Begrüßung der Konferenzteilnehmer*innen durch Vizerektor Wolfgang Kastner (TU Wien) hielt Vizerektor Ronald Maier (Universität Wien) die spannende Keynote über „Shifting Gears: Kooperation als Standard für Hochschulen in der digitalen Transformation“ im prächtigen Festsaal der TU Wien.

Insgesamt waren fast 200 Teilnehmer*innen aus allen Bereichen der ACOnet-Community anwesend. Sogar Gäste aus Deutschland und der Schweiz durften wir begrüßen.

Es gab 21 Vorträge zu verschiedensten Themen und Produkten: von Cloud-Angeboten (Exoscale, Oracle, VMware, Atlassian, Azure, Conova) über KI-Lösungen (Google Gemini, Bubble Explorer, KPMG, Adobe), Datenmanagement- und Backup-Lösungen bis hin zu Erfahrungsberichten von Universitäten. Besonders hervorzuheben ist der Vortrag des Schweizer NRENS Switch, in dem uns die Switch Cloud vorgestellt wurde – die souveräne Cloud für die Schweiz, die auch für Österreich ein Vorbild sein könnte.

Am zweiten Tag begeisterte Birgit Phillips, Leiterin der Abteilung Learning, Innovation and Technology an der FH Joanneum, mit ihrer Keynote „Von Science Fiction zur Realität: Ethische Herausforderungen der KI“.

SAVE THE DATE: ACO-TEC 2026

- 23.–24. September 2026
- Technische Universität Graz, Hörsaal I & II
- Rechbauerstraße 12, 8010 Graz
- Infos: www.acomarket.ac.at/de/events

Während der Veranstaltung waren auch die Mitarbeiter*innen von ACOmarket stets präsent und konnten zahlreiche interessante Gespräche führen und neue Kontakte knüpfen. Generell haben wir versucht, viel Raum für Networking bereitzustellen. Die Verpflegung durfte natürlich ebenfalls nicht zu kurz kommen: Es ist uns wichtig, bei der Konferenz ein hochwertiges Catering anzubieten – dementsprechend heiß begehrt war das Buffet.

Wie schon in den Vorjahren gab es auch 2025 wieder ein Gewinnspiel mit attraktiven Preisen. Die Gewinnerin des Hauptpreises durfte sich über ein iPad freuen, das von der Firma Cancom gespendet wurde.

Vormerken & Nachsehen

2026 wird die Konferenz erstmals nicht in Wien, sondern in Graz stattfinden: Unser Gastgeber TU Graz hat uns freundlicherweise Räumlichkeiten zur Verfügung gestellt (siehe Infobox oben). Anmeldungen sind unter www.acomarket.ac.at/de/events möglich. Hier finden Sie auch Rückblicke auf die Konferenzen der Vorjahre.

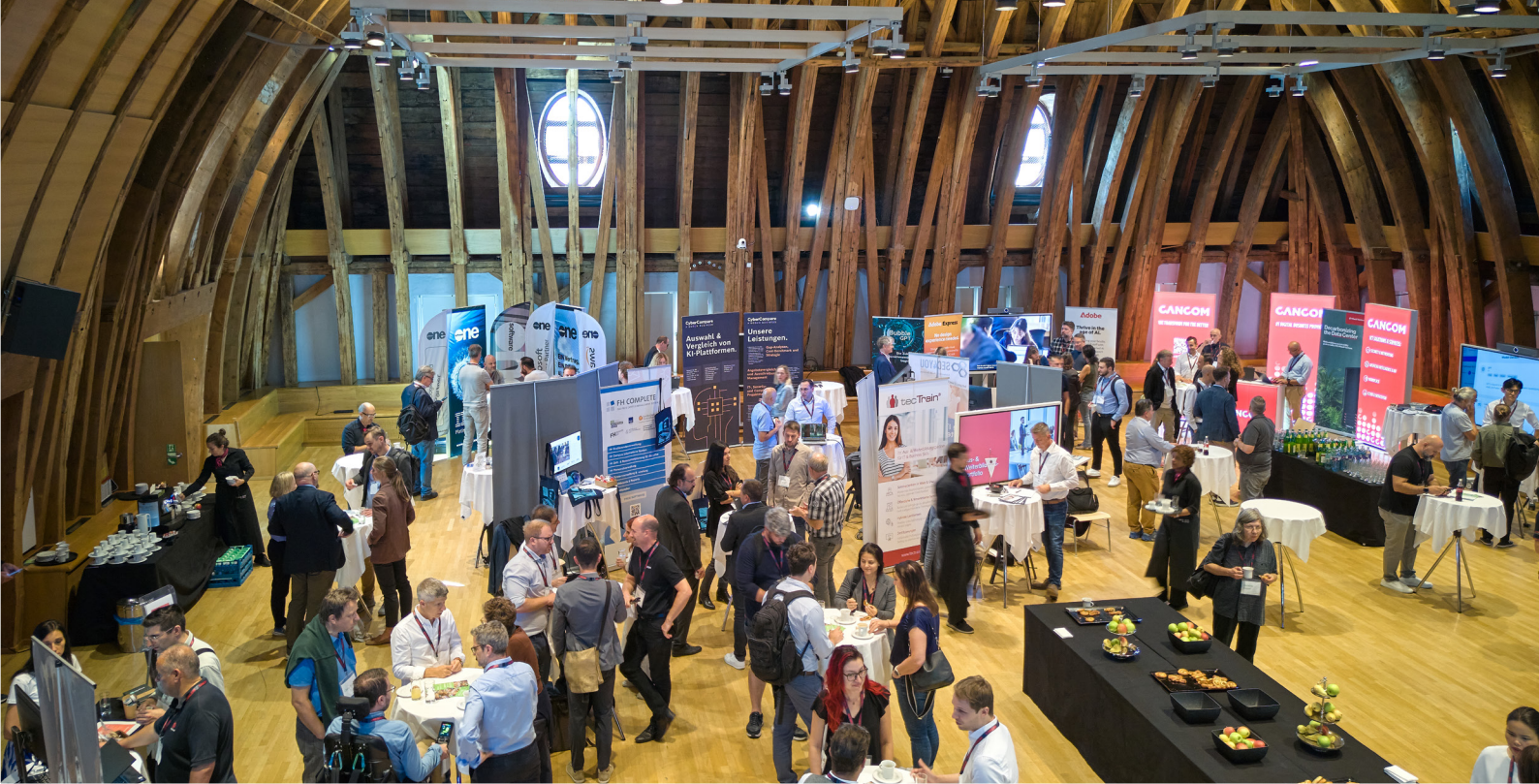


Johann Ehm

ACOMarket GmbH

Geschäftsführer

johann.ehm@acomarket.ac.at



Eindrücke von der ACO-TEC 2025 an der TU Wien
 oben: Infostände und Buffet im Kuppelsaal
 links: Keynote von Vizerektor Ronald Maier im Festsaal
 darunter: die strahlende Gewinnerin des Hauptpreises
 unten: Andrang beim Buffet
 ganz unten: das Team der ACOmarket GmbH
 (Fotos: Reinhard Helmer / nolimitsadvertising.at)



Das Team von ACOmarket freut sich darauf, Sie bei der ACO-TEC 2026 in Graz begrüßen zu dürfen!



Impressum

Universität Wien
Zentraler Informatikdienst
Abteilung ACOnet & VIX
Universitätsstraße 7
1010 Wien, Österreich
www.aco.net | admin@aco.net | +43 1 4277-14030

Visuelles Konzept & Designvorlage: Goran Golik | www.golik.at
Redaktion & Gestaltung: Elisabeth Zoppoth
Druck: Onlineprinters GmbH
ISSN: 2616-7972
www.aco.net/jahresberichte

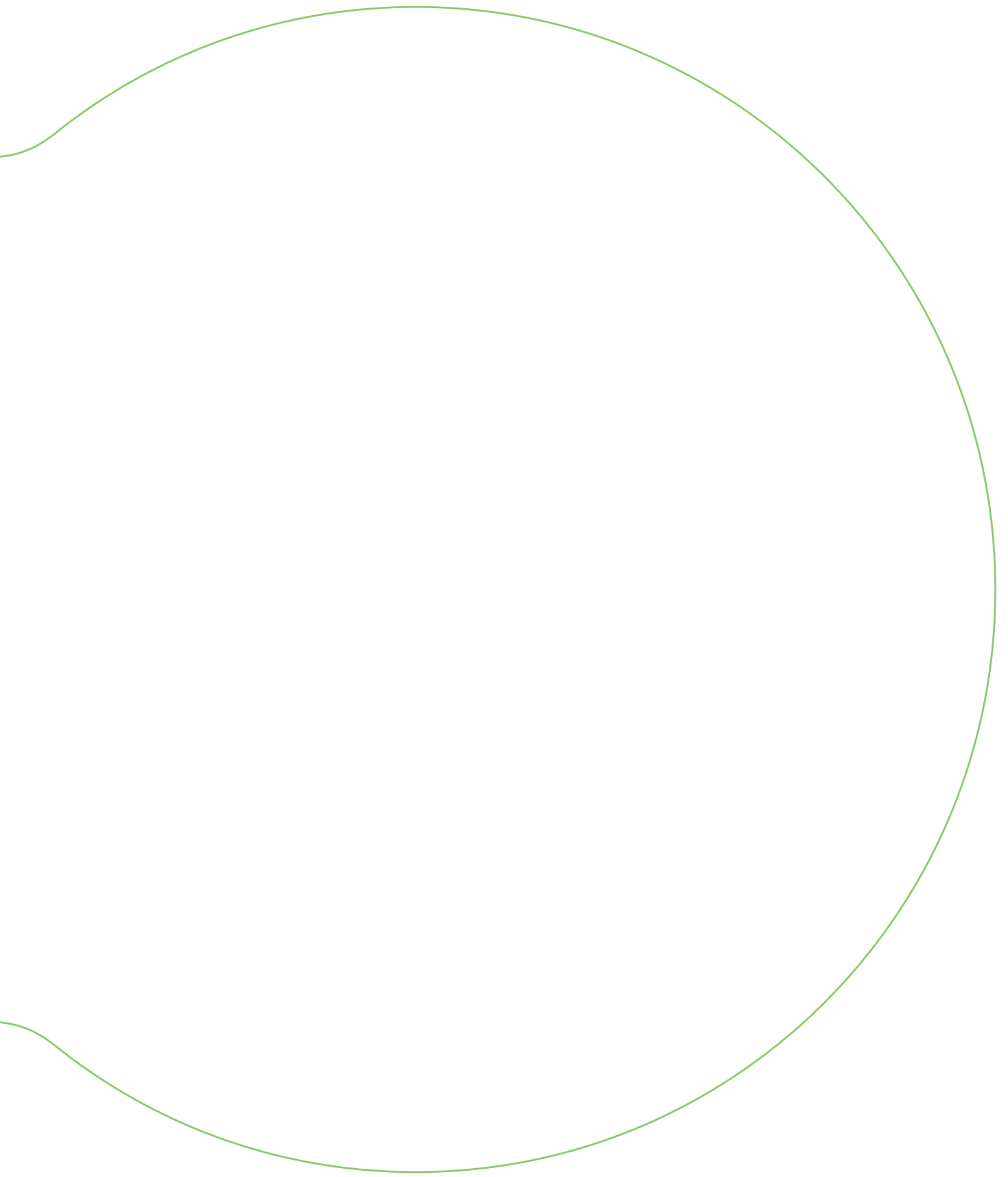
Gastautor*innen

Wir danken den folgenden Personen für ihre Beiträge zu diesem Jahresbericht:

- Bernd Logar, Petra Karlhuber & David Urbaner, ACONET Verein
- Ilire Hasani-Mavriqi, TU Graz / EOSC Support Office Austria
- Thorsten Schumm, TU Wien
- Peter Kandolf, Universität Innsbruck
- Florian Kutschera & Stephan Laschet, AIT Austrian Institute of Technology GmbH
- Josef Kolbitsch, Zoltán Haiman & Gabriel Krens, Institute of Science and Technology Austria (ISTA)
- Matthias Langer, GeoSphere Austria
- Elias Wimmer & Markus Hickel, ASC Research Center
- Markus Klemen, SBA Research gGmbH
- Johann Ehm, ACOmarket GmbH

Fotos & Grafiken

Titelseite: Dieter Kühn, AQT | Seite 6/7: Shutterstock | Seite 9: ACOnet | Seite 10/11: Günther Großbauer | Seite 15: melita - Adobe Stock | Seite 16/17: iStock | Seite 18: Leonardo Cineca | Seite 20: ACOnet | Seite 22/23: Shutterstock | Seite 26: wicha - Adobe Stock | Seite 27: GÉANT | Seite 31: Kenny Meesters, adaptiert von ACOnet | Seite 32/33: iStock | Seite 35: Harald Michl | Seite 37: KHM-Museumsverband | Seite 39: Renate Kreil | Seite 40/41: Livia Beck | Seite 42/43: Shutterstock | Seite 44: Thomas Riebner, TU Wien/BEV | Seite 45 (Foto und Grafik): Benedikt Gerstenecker, TU Wien | Seite 45 (Porträtfoto): TU Wien | Seite 46: Dieter Kühn, AQT | Seite 48-49: AIT | Seite 50: ISTA (oben), Zoltán Haiman / ISTA (unten) | Seite 51: Anna Stöcher / ISTA | Seite 52: ISTA | Seite 53: Mathias Klötzler / ISTA (Porträtfoto), Hertha Hurnaus / ISTA (Foto) | Seite 54: GeoSphere Austria | Seite 57 (Porträtfoto): Niklas Schnaubelt | Seite 59: Reinhard Helmer / nolimitsadvertising.at





Universität Wien
Zentraler Informatikdienst
Abteilung ACOnet & VIX
Universitätsstraße 7
1010 Wien, Österreich
www.aco.net

