

aconet  
austrian academic computer network

2021

JAHRESBERICHT



# ACOnet Jahresbericht 2021



[www.aco.net](http://www.aco.net) | [www.vix.at](http://www.vix.at)





# Inhalt

Vorwort .....	4
<b>Über ACOnet</b>	
Unser Team .....	8
Zahlen, Daten, Fakten .....	12
ACONET-Verein: Schwerpunkte 2021 .....	13
ACOnet Next Generation .....	14
<b>Netzwerk</b>	
ACOnet Standortporträt: NÖ Landesverwaltung – modern und flexibel .....	18
Breitbandinitiative an Bundesschulen .....	20
Backbone-Upgrades 2021 .....	21
VIX Next Generation .....	22
Eingebunkert: GovIX-Server am ZAS .....	23
<b>Community</b>	
Meetings & Workshops .....	26
IaaS+ Kickoff Webinar   ArgeStorage   Technische Betriebs- und Planungsgruppe   KUKIT – Kunst, Kultur & IT	
EOSC: Entwicklungen 2021 .....	28
HPC in Österreich .....	30
Perspektiven. Innovation. Kunst. ....	33
<b>Beiträge von ACOnet-Teilnehmern</b>	
Ein Open-Source-Netzwerk für die FH Technikum Wien .....	36
AQUnet: Startschuss für ein „Quanten-Internet“ .....	38
IT aspects of opening a new campus in Vienna .....	41
ACOMarket GmbH: Eine Erfolgsgeschichte .....	42
Impressum .....	44

# Vorwort

Liebe Leser\*innen!

Auch 2021 stand bekanntlich ganz im Zeichen der COVID-19-Pandemie. Für das ACONet-Team bedeutete das ganzjähriges Homeoffice, nur unterbrochen von sechs Wochen sogenannter „Normalität“ im Oktober/November. Nachdem selbst in dieser Zeit stets nur ein Teil des Teams im Büro anwesend war, hatten wir 2021 genau eine Gelegenheit, fast alle Kolleg\*innen zu treffen: im Juli bei einem Teamausflug in den Schlosspark Laxenburg (siehe Foto). Wie leicht zu erkennen ist, war die Wiedersehensfreude groß – auch wenn sich der lange geplante Termin als heißester Tag des Jahres entpuppte und die Wanderung bei 38° eher beschaulich ausfiel.

Zum Glück passt aber eine Anmerkung aus dem Vorwort des ACONet Jahresberichts 2020 auch auf das vergangene Jahr: Allen Widrigkeiten zum Trotz konnten wir wieder etliche Projekte erfolgreich abschließen.

## VIX Next Generation

Das wohl umfangreichste dieser Vorhaben beschäftigte das ACONet-Team in seiner Doppelrolle als Betreiber des Vienna Internet eXchange (VIX). Hier war eine komplette Hardware-Erneuerung notwendig geworden, die uns dank monatelanger minutiöser Vorbereitung schließlich innerhalb weniger Tage im laufenden Betrieb gelang. Einen kurzen Bericht dazu finden Sie auf Seite 22.

Zusätzlich zu diesem Plattform-Wechsel erhielt auch der öffentliche Auftritt des VIX eine Auffrischung. Ein neues Logo haben wir bereits 2020 vorausge-

schickt; 2021 wurde das PR-Material angepasst und eine neue Website vorbereitet, die im ersten Halbjahr 2022 online gehen soll ([www.vix.at](http://www.vix.at)).

Da der Vienna Internet eXchange als wesentlicher Dienst im Sinne der EU-weit gültigen NIS (Network Information Security)-Richtlinie eingestuft ist und von der österreichischen NIS-Behörde einen diesbezüglichen Bescheid erhalten hat, arbeiten wir zudem intensiv daran, die entsprechenden Auflagen zu erfüllen – ein durchaus aufwendiges Unterfangen, von dem aber zweifellos auch ACONet profitieren wird.

Was uns leider nicht gelungen ist: den 25. Geburtstag des Vienna Internet eXchange noch im Jubiläum 2021 angemessen zu feiern. Das wollen wir nachholen, sobald es die Pandemie erlaubt – voraussichtlich im Juni 2022 gemeinsam mit der ISPA (Internet Service Providers Austria), die in diesem Jahr ihr 25-jähriges Bestehen feiert.

## ACONet Next Generation

Nicht minder komplex und langwierig wie die VIX-Umstellung ist ein Projekt, das ebenfalls seit langem vorbereitet wird: die Erneuerung des ACONet-Backbone, die durch das Auslaufen unserer Infrastruktur-Verträge mit der A1 Telekom Austria AG im Jahr 2022 bedingt ist. Eine Markterkundung wurde bereits im Herbst 2020 abgewickelt. 2021 erfolgte die Ausschreibung, 2022 soll die Umstellung durchgeführt werden. Einzelheiten dazu erfahren Sie auf Seite 14. Unsere neue Infrastruktur wird auch für künftige Anforderungen wie Quantenkommunikation gerüstet sein; mehr dazu auf Seite 38.



Foto: Michael Perzi

## Und sonst?

Über weitere Neuerungen aus dem vergangenen Jahr informieren wir Sie auf den folgenden Seiten. Manche Verbesserungen wurden auch ohne viel Aufhebens hinter den Kulissen umgesetzt. Stellvertretend sei hier die Einführung von CDS genannt (Child Delegation Signer, definiert in RFC 7344 und 8078), mit der DNSSEC in den Zonen .ac.at und .gv.at auf die nächste Stufe gehoben werden konnte. AConet ist damit in einer Vorreiterrolle: Derzeit bieten nur wenige Domain-Registrierungsstellen (wie .ch, .cz und .se) dieses Service an. Ein Beitrag dazu ist für den nächsten Jahresbericht vorgesehen.

## Neue Mitarbeiter, neue Teilnehmer

Die beste Nachricht zuerst: Nach über einem Jahr konnte die freigewordene Stelle im AConet-CERT endlich nachbesetzt werden. Seit Anfang April 2021 unterstützt Kevin Dorner mit viel Fachwissen und Engagement unser Security-Team. Herzlich willkommen!

Im Vorstand des ACONET-Vereins kam es ebenfalls zu einer Veränderung: Andreas Schildberger, ZID-Leiter der BOKU Wien, hat den Vereinsvorstand auf eigenen Wunsch verlassen. Sein von der Mitgliederversammlung gewählter Nachfolger ist Johann Wilfling, ZID-Leiter der Uni Klagenfurt.

Unser Teilnehmerkreis wächst weiterhin beständig an: 2021 konnten wir 14 zusätzliche Institutionen begrüßen, mehr als je zuvor (siehe Seite 34).

Auch heuer möchte ich mich an dieser Stelle bei meinen Mitarbeiter\*innen und bei der gesamten AConet-Community für ihren Einsatz und ihre Kooperationsbereitschaft herzlich bedanken. Ein großes Dankeschön auch an alle Gastautor\*innen! Besonders hingewiesen sei auf zwei Gastbeiträge in der Rubrik „Community“: Ab Seite 28 werden die aktuellen Entwicklungen in den Bereichen European Open Science Cloud (EOSC) und High Performance Computing (HPC) ausführlich vorgestellt.

Zuletzt noch eine Anmerkung in eigener Sache: Unser Jahresbericht wird weiterhin nur auf Bestellung in Papierform versendet. Alle PDF-Ausgaben und Hinweise zur Bestellung der Printausgabe sind unter [www.aco.net/jahresberichte](http://www.aco.net/jahresberichte) zu finden.

Ich wünsche Ihnen eine interessante Lektüre!



Christian Panigl

Abteilungsleiter AConet & VIX



A teal circle containing the text 'Über ACOnet' is centered on a white background. Below the circle, two orange horizontal bars extend outwards, each with a curved end that fits into the bottom of the teal circle.

Über ACOnet



# Unser Team

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

---

Panigl Christian                      Abteilungsleiter

---

## ACOnet & Vienna Internet eXchange (VIX)

---

Michl Harald                      Teamleiter, Betriebskoordination, Netzwerk-Betrieb

---

Bauer Kurt                      Identity Federation, Zertifikatsservice, Netzwerk- und Server-Betrieb

---

Cravos Romana                      Projektmanagement, Eventmanagement (Peering Days)

---

Dürr Elias                      Server-Betrieb

---

Genser Christoph                      Webentwicklung, Öffentlichkeitsarbeit

---



v.l.n.r.: Erwin Rennert | Robert Wein | Elias Dürr | Elisabeth Zoppoth | Christian Panigl | Peter Schober | Rainer Vorauer | Romana Cravos

Perzi Michael	LIR, Teilnehmeradministration, Netzwerk- und Server-Betrieb
Radulescu Liviu-Radu	Softwareentwicklung
Rennert Erwin	Netzwerk-Betrieb
Schneider Monika	Netzwerk-Betrieb
Schober Peter	Identity Federation, Server-Betrieb
Stadlmann Tina	Assistenz
Vorauer Rainer	Netzwerk-Betrieb
Wein Robert	Monitoring, Netzwerk- und Server-Betrieb

**Freie Mitarbeiterinnen:**

Kreil Renate	Kunst- und Kulturkommunikation
Zoppoth Elisabeth	Webredaktion, Öffentlichkeitsarbeit



Harald Michl | Liviu Radulescu | Monika Schneider | Michael Perzi | Kurt Bauer | Tina Stadlmann | Christoph Genser

## ACOnet-CERT



Alexander  
Talos-Zens



Christoph  
Campregher



Kevin Dörner



Markus Raditsch

## Internet Domain Administration

Ansprechpersonen für ACOnet-Teilnehmer:



Gerhard Winkler



Arsen Stasic



## Computer Emergency Response Team (CERT)

Talos-Zens Alexander	Teamleiter
Campregher Christoph	CERT-Betrieb
Dorner Kevin	CERT-Betrieb (ab 1. April 2021)
Raditsch Markus	CERT-Betrieb

## Internet Domain Administration

Winkler Gerhard	Teamleiter
Adam Achim	Software- und Systementwicklung
Dorner Clemens	Software-Qualitätssicherung
Englisch Holger	.ac.at-Domains, Kundensupport
Ferra-Reicher Markus	Monitoring und Datenvisualisierung
Freisleben Ulrich	Software- und Systementwicklung
Heimhilcher Markus	DNS-Administration
Hofstetter Mark	Software- und Systementwicklung
Hörtnagl Christian	Systemadministration
Papst Andreas	Projektmanagement
Reutner-Fischer Bernhard	Software- und Systementwicklung
Schmidt David	Software- und Systementwicklung
Stasic Arsen	ACOnet-Services, GovIX

# Zahlen, Daten, Fakten

ACOnet-Teilnehmeranschlüsse gesamt (Stand 31. Dezember 2021) **271**

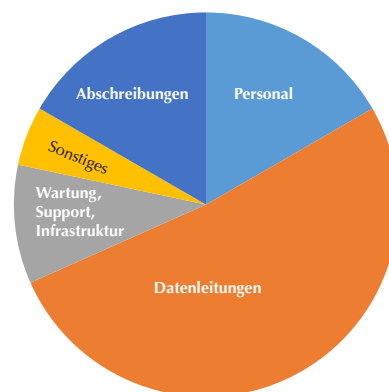
• Akademische Organisationen (37 Universitäten, 19 Fachhochschulen, 17 sonstige Bildungseinrichtungen)	73
• Studierendenheimträger (mit insgesamt 109 an ACOnet angebundenen Studierendenheimen)	55
• Einrichtungen der öffentlichen Verwaltung	38
• Forschungseinrichtungen	44
• Kulturorganisationen	16
• Regionale EDUnet-Teilnehmer	9
• Gesundheitsinstitutionen	7
• Sonstige	29
<b>davon:</b>	
• <b>ACONET-Vereinsmitglieder</b>	<b>41</b>
• <b>GovIX-Teilnehmer</b>	<b>35</b>

**Backbone-Standorte** **20**

**Glasfaser in km** **3.300**

Finanzielle Kennzahlen in Mio. € (Stand 17. März 2022)	2020	2021
<b>+ Erlöse</b>	<b>6,3</b>	<b>6,7</b>
<b>- Aufwendungen</b>	<b>5,9</b>	<b>6,1</b>
• Personal	0,9	1,0
• Datenleitungen	3,3	3,2
• Wartung, Support, Infrastruktur	0,6	0,6
• Sonstiges	0,2	0,3
• Abschreibungen	0,9	1,0
<b>= Ergebnis</b>	<b>0,4</b>	<b>0,6</b>
<b>Anlagenanschaffungen</b>	<b>0,1</b>	<b>0,6</b>

Aufwendungen 2021



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

ACONET-Verein:

# Schwerpunkte 2021

**ACONet ist ein unverzichtbarer Teil unserer Infrastruktur und nicht mehr aus dem Leben unserer – aber auch zahlreicher anderer – Organisationen wegzudenken. Obwohl das Jahr 2021 nach wie vor von der COVID-19-Pandemie geprägt wurde, haben wir als Vorstand des ACONET-Vereins mit Blick nach vorne versucht, auch weiterhin die Basis für Kontinuität und Innovation im ACONet sicherzustellen.**

Der „Verein zur Förderung eines österreichischen, wissenschaftlichen Datennetzes (ACONET)“ wurde am 13. Dezember 1986 gegründet und begleitet das ACONet somit seit 35 Jahren. Die Pandemie-Situation erlaubte es leider nicht, diesen Umstand noch im Winter gebührend zu feiern. Das soll aber 2022 nachgeholt werden – gemeinsam mit einer Vorstellung der Überlegungen zur Strategie des Vereins für die nächsten Jahre.

## Neuer Backbone

Die im Dezember 2021 erfolgreich durchgeführte Vergabe des Rahmenvertrags für den ACONet-Backbone ab 2022 (mehr dazu auf Seite 14) kann zu Recht als Brücke zwischen Kontinuität und Innovation gesehen werden: Einerseits ist es dem ACONet-Betriebsteam hierbei gelungen, mit dem bisherigen verlässlichen Partner A1 Telekom Austria AG ein attraktives Paket zu schnüren, das auch für die nächsten 10 Jahre und darüber hinaus eine solide Basis für die neue Generation des ACONet bilden wird. Gleichzeitig konnte sichergestellt werden, dass die neue Infrastruktur den Einsatz modernster Technologien langfristig ermöglicht – und somit auch in Zukunft in der Lage sein wird, die weiterhin stark steigenden Anforderungen zu bewältigen und innovative Projekte aus Wissenschaft und Kultur adäquat zu unterstützen.

## Neue Themen

In Fortführung der Bemühungen der letzten Jahre, neue Themenfelder aktiv mitzugestalten, wurden

2021 auf nationaler und internationaler Ebene Vertretungsfunktionen für die wissenschaftliche und universitäre Community übernommen.

So konnte von einem Konsortium unter dem Dach des ACONET-Vereins erstmals erfolgreich eine Infrastruktur-Förderung der FFG eingeworben werden: Im Rahmen des hochinnovativen „AQUnet“-Projekts (Austrian Quantum Fiber Network) wird nun auf Grundlage der ACONet-Infrastruktur ein österreichweites Netzwerk für die Verteilung von Quanteninformationen und metrologischen Präzisionssignalen aufgebaut (siehe Seite 38).

Auf internationaler Ebene hat der ACONET-Verein als Rechtsperson nicht nur seine Vertretung Österreichs bei PRACE um ein weiteres halbes Jahr verlängert (siehe Seite 30), sondern auch die Vertretung Österreichs bei der European Grid Infrastructure ([egi.eu](http://egi.eu)) sowie die Rolle der „Austrian Mandated Organisation“ im Rahmen der European Open Science Cloud ([eosc.eu](http://eosc.eu)) übernommen. Beides erfolgte auf Wunsch der jeweiligen Bedarfsträger und in enger Abstimmung mit diesen. Mehr zum Thema EOSC erfahren Sie auf Seite 28.



Bernd Logar

ACONET-Verein  
Vorsitzender des Vereinsvorstands  
✉ [verein@aco.net](mailto:verein@aco.net)

# ACOnet Next Generation

**In Abstimmung mit dem ACOnet-Lenkungsausschuss wurde die Backbone-Infrastruktur von ACOnet im Jahr 2021 neu ausgeschrieben und als unbefristeter Rahmenvertrag vergeben. Der neue (und zugleich alte) Vertragspartner ist die A1 Telekom Austria AG.**

Vorbereitend – und basierend auf dem 2019 erarbeiteten ACOnet-Strategierahmen (siehe ACOnet Jahresbericht 2019, Seite 21) – wurde Ende 2020 eine öffentlich bekannt gemachte Markterkundung durchgeführt. Es folgte eine Rahmenvertragsausschreibung als zweistufiges Verhandlungsverfahren. Diese Ausschreibung konnte im Dezember 2021 mit einem Zuschlag an die A1 Telekom Austria AG abgeschlossen werden. Begleitet und unterstützt wurde der gesamte Ausschreibungsprozess durch die Rechtsanwaltskanzlei Schiefer.

## Der neue Backbone-Rahmenvertrag

Der resultierende Rahmenvertrag ist grundsätzlich unbefristet, wird jedoch mit einem beiderseitigen Kündigungsverzicht von 10 Jahren abgeschlossen. Der Basisvertrag bezieht sich auf die österreichweite Glasfaserinfrastruktur (Dark Fibre). Zusätzlich wird das Optical Transmission Equipment (OTE, DWDM-System) als „Managed Service“ beauftragt. Somit unterscheidet sich der neue Rahmenvertrag für die ersten 10 Jahre betrieblich kaum von dem Mitte 2022 auslaufenden Vertrag. Die Leistungsfähigkeit wird freilich durch die Migration auf ein modernes, flexibles DWDM-System deutlich erhöht – statt der bisherigen 10G-Basistechnologie werden künftig frei konfigurierbare Übertragungskomponenten eingesetzt, die 100G+ ermöglichen.

Weiters haben wir uns im neuen Rahmenvertrag die Nutzungsrechte an den Verstärkerstandorten gesichert. Dadurch können wir einerseits bei Bedarf nach 10 Jahren auf ein eigenes OTE-System umstellen und dürfen andererseits – das ist bereits kurz- bis mittelfristig relevant – Spezialverstärker für Forschungsprojekte (beispielsweise im Bereich

der Quantenkommunikation, siehe Seite 38) auf den Backbone-Verbindungen installieren.

Der neue Rahmenvertrag kann darüber hinaus auch wieder genutzt werden, um Glasfaseranbindungen an den ACOnet-Backbone für Teilnehmerorganisationen abzurufen.

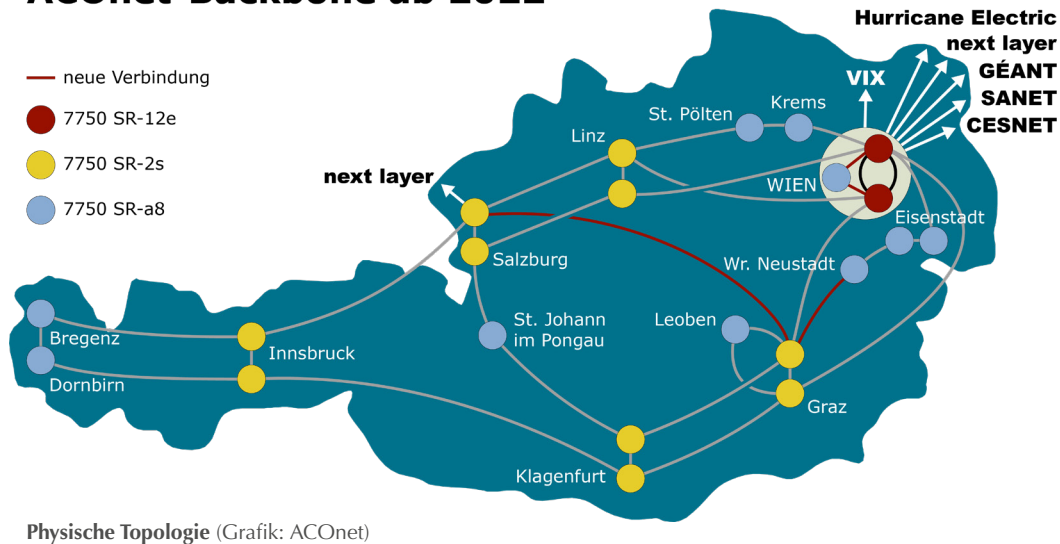
Rahmenvertragsinhaber ist wie bisher die Universität Wien als Rechtsträger für den ACOnet-Betrieb. Zusätzlich ist diesmal auch die ACOmarket GmbH als abrufberechtigte Rechtsperson im Rahmenvertrag verankert und könnte somit als „Vertriebspartner“ tätig werden.

## Die Migration

Aufgrund der Tatsache, dass wir beim bisherigen Vertragspartner bleiben, ist eine relativ einfache, mit nur einem Partner einvernehmlich abzustimmende Migrationsplanung gewährleistet. An der Glasfaser-Topologie ändert sich wenig; vorhandene Reservefasern können für einen Parallelaufbau und somit für eine weitestgehend unterbrechungsfreie Umstellung genutzt werden. Auch der Zeitplan ist flexibel, da wir nicht mit einem harten Vertrags- und somit Leistungsende konfrontiert sind. Das hat vor allem in der aktuellen Situation mit nahezu unplanbaren Lieferzeiten für Hardwarekomponenten große Bedeutung.

Nachdem die Backbone-Technologie von 10G auf 100G+ (jeweils pro optischem Übertragungskanal) erneuert wird, bringt das auch die Notwendigkeit mit sich, die ACOnet-Router an den Backbone-Standorten bereits im Vorfeld durch 100G-fähige Geräte zu ersetzen. Die bisherigen Router (Nokia 7750SR-a8) können an den kleineren Standorten

## ACOnet-Backbone ab 2022



weiterhin verwendet werden. Die neuen Router (Nokia 7750SR-2s) wurden bereits im Dezember 2021 über die Bundesbeschaffung GmbH (BBG) bestellt – aber auch hier ist mit vollständiger Lieferung und Inbetriebnahme kaum vor Herbst 2022 zu rechnen. Alles in allem wird sich die Migration voraussichtlich bis ins Jahr 2023 ziehen. Wir erwarten dennoch keine Probleme für den Produktionsbetrieb und lassen die verkehrsstärksten Relationen (Wien–Linz und Wien–Graz) vorbeugend um zusätzliche 10G-Verbindungen erweitern.

### Die Kosten

Trotz signifikanter Leistungssteigerung und Erweiterung der Backbone-Standorte (je ein zusätzlicher Standort in Wien und Eisenstadt) konnte ein günstigeres Ergebnis erzielt werden als 2007! Sowohl die Einmalkosten als auch die laufenden Kosten liegen deutlich unter den Aufwendungen für den bestehenden Vertrag. Ob das dauerhaft so bleibt, ist angesichts der zu erwartenden inflationsbedingten Wertanpassungen allerdings ungewiss.

### Strategische Ausrichtung und Mission

Die Kernkompetenz des AConet-Teams ist und bleibt der gemeinnützige und zuverlässige Betrieb der gemeinsamen Netzwerkinfrastruktur (in Kooperation mit den Standortbetreuer\*innen) sowie der Betrieb der zugehörigen Middleware-Services.

Bei der Weiterentwicklung von Infrastruktur und Services haben Nachhaltigkeit, Qualität und Flexi-

bilität höchste Priorität. Darüber hinaus betrachten wir folgende Punkte als Grundlage unserer Tätigkeiten:

- Der aktive Austausch zwischen den 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 Bildungssektor.
- Spezifische Anforderungen an die Netzwerkinfrastruktur, zum Beispiel von Forschungsprojekten und von Benutzergruppen mit besonders hohen Qualitätsansprüchen, können und sollen künftig noch besser unterstützt werden.



Christian Panigl

Abteilungsleiter AConet & VIX





Netzwerk

ACOnet Standortporträt:

# NÖ Landesverwaltung – modern und flexibel

**Das Land Niederösterreich feiert im Jahr 2022 sein 100-jähriges Bestehen. In dieser Zeit entwickelte es sich vom historischen Kernland Österreichs zu einem selbstbewussten und erfolgreichen Bundesland mit einer modern und schlagkräftig organisierten Verwaltung. Eine zentrale Rolle spielt dabei die Informationstechnologie des Amtes der NÖ Landesregierung mit ihren zentralen IT-Diensten.**

## Die Geschichte

Österreichs Wiege liegt in Niederösterreich. Vom Mittelalter bis zum Ende der Monarchie 1918 war es das Kernland Österreichs. Mit annähernd 20.000 km<sup>2</sup> und fast 1,7 Millionen Menschen ist es das flächenmäßig größte Bundesland.

Im Jahr 2022 feiert das Land Niederösterreich sein 100-jähriges Bestehen. Fast 500 Jahre lang wurde die niederösterreichische Politik in Wien gemacht. Auch nach der Trennung der beiden Bundesländer im Jahre 1922 blieben Landtag und Regierung Niederösterreichs in Wien. Als Ergebnis der Volksbefragung 1986 wurde St. Pölten zur Landeshauptstadt. Ab 1992 war das Bauprojekt „Regierungsviertel“ die größte Hochbau-Baustelle Mitteleuropas und sicherte 6.500 Arbeitsplätze. Innerhalb von nur fünf Jahren entstand an den Ufern der Traisen am östlichen Stadtrand ein zeitgemäßes Regierungs- und Verwaltungszentrum, dessen markante Höhepunkte das über einem Wasserbecken schwebende Landtagsschiff und der Klangturm mit Aussichtsplattform sind.

## Das Regierungsviertel

27 barrierefreie Gebäude – davon 5 Kulturbauten – bilden auf 14 ha Grund mit einer Büronutzfläche von 150.000 m<sup>2</sup> das Regierungsviertel. Es wurde

vom österreichischen Architekten Ernst Hoffmann gemeinsam mit der NÖ-Plan in der Bauzeit von 1992 bis 1997 unter Einhaltung der Errichtungskosten von € 630 Millionen realisiert. In 1.800 Büroräumen mit 4.500 Fenstern und 65 Aufzügen arbeiten dort 3.000 Beschäftigte für Niederösterreich.

Die Hauptsitze der Niederösterreichischen Versicherung sowie der Hypobank NÖ im Norden sind ebenso Teil des Stadtviertels wie der ORF NÖ und das Wirtschaftszentrum im Süden.

## Der ACOnet-PoP in St. Pölten

Das Amt der NÖ Landesregierung ist seit 2009 ACOnet-Teilnehmer. Im Glasfaserausbauplan des ACOnet-Backbone war ursprünglich keine spezielle Infrastruktur für NÖ vorgesehen – die Anbindungen der niederösterreichischen ACOnet-Teilnehmer führten direkt zu ACOnets Points of Presence (PoPs) in Wien. Erst durch die starke Entwicklung des tertiären Bildungssystems (Universitäten und Fachhochschulen) in NÖ wurde im Jahr 2009 auf Betreiben der NÖ Bildungsgesellschaft m.b.H. ein eigener ACOnet-Ring mit zwei PoPs in Niederösterreich errichtet (Universität Wien – Amt der NÖ Landesregierung St. Pölten – Donau-Universität Krems – Interxion Wien). ACOnet-Teilnehmer in NÖ konnten durch diese lokalen Anschlussmöglichkeiten Providerkosten für ihre „Last Mile“ sparen.





Regierungsviertel in St. Pölten (Foto: NLK Filzwieser)

Der Erstausbau wurde mit Metro-DWDM-Verbindungen mit einer Bandbreite von 1 Gbit/s realisiert. Mit dem Redesign des AConet-Backbone im Jahr 2017 wurde der NÖ-Ring aufgelöst; St. Pölten und Krems wurden als gleichwertige PoP-Standorte in die AConet-Infrastruktur integriert.

## Landesamtsdirektion- Informationstechnologie

Die Abteilung Informationstechnologie beim Amt der NÖ Landesregierung ist der umfassende IT- und TK-Dienstleister für die Politik und Verwaltung des Bundeslandes. Das Aufgabengebiet spannt sich von der Planung und Beschaffung von IT-Komponenten über die Software-Entwicklung bis hin zum gesamten Server-, Client- und Netzwerkbetrieb. Das Netzwerk mit über 180 Standorten der Verwaltung, 50 Pflege- und Betreuungszentren, 6 Sozialpädagogischen Betreuungszentren und rund 7.500 internen Benutzer\*innen ist hierbei eine große Herausforderung. Die Services werden zentral in mehreren Rechnerräumen an zwei Standorten ausfallsicher betrieben. Alle externen Standorte sind zentral in St. Pölten angebunden.

## Was ist uns wichtig?

Der GovIX (Government Internet eXchange) spielt im Behördenbetrieb eine bedeutende Rolle: Da alle wesentlichen Partner im Behörden-Portalverbund GovIX-Teilnehmer sind, erfolgen die täglichen Zugriffe über dieses Service. Die Dienststellen der öffentlichen Verwaltung sind somit unabhängig vom Internet bzw. vom Internet-Provider. Das garantiert einen reibungslosen Betrieb und stellt speziell in Krisenzeiten eine wichtige Stütze dar.

Das GovDNS (Government Domain Name System) ist ein weiterer Baustein, um vom Internet unabhängiger zu werden. Es gewährleistet auch bei Ausfällen des öffentlichen Internet eine Namensauflösung für die .at-Domain und somit die Kommunikation zwischen den Behörden (Portalverbund, E-Mail) via GovIX. Die Integration von GovDNS ist in Niederösterreich derzeit in Umsetzung.

Das Basisservice von AConet – die Internetanbindung – wird selbstverständlich ebenfalls genutzt. Der primäre Internetzugang der NÖ Landesregierung erfolgt über einen landesnahen Provider; AConet dient als Internet-Backup. Die IP-Routen werden über BGP entsprechend priorisiert.

In den letzten Jahren verwenden wir zudem immer stärker das Zertifikatsservice von AConet anstelle von kommerziellen Zertifikatsanbietern – und konnten dadurch schon sehr viel Geld einsparen.



### Mag.ª Petra Stummer

Amt der NÖ Landesregierung  
Leitung Abteilung LAD1-IT  
✉ [post.lad1it@noel.gv.at](mailto:post.lad1it@noel.gv.at)



### Alexander Miserka

Amt der NÖ Landesregierung  
Abteilung LAD1-IT  
Planung Infrastruktur  
✉ [post.lad1itpi@noel.gv.at](mailto:post.lad1itpi@noel.gv.at)

# Breitbandinitiative an Bundesschulen

**Die Digitalisierung im Bildungswesen erfährt derzeit durch den breiten Einsatz digitaler Endgeräte für Schüler\*innen sowie durch flächendeckende Glasfaser-Anbindungen und WLAN/LAN-Ausstattungen in allen Unterrichtsräumen einen nachhaltigen Impuls.**

Der kompetente Umgang mit digitalen Medien und der gezielte Einsatz von Technologien unterstützen individuelle Lernprozesse sowie schülerzentrierte Phasen des selbstgesteuerten Lernens. Dadurch wird ein Beitrag zur Steigerung der digitalen Kompetenzen und Qualifikationen geleistet und ein breites Spektrum an Skills gefördert.

Im Rahmen eines 8-Punkte-Plans erfolgt seitens des Bildungsministeriums für den Zeitraum 2020 bis 2023 eine Digitalisierungsoffensive zur flächendeckenden Ausrollung und Implementierung des digital unterstützten Lehrens und Lernens. Zu den Infrastrukturmaßnahmen gehören einerseits die Bereitstellung von digitalen Endgeräten und andererseits der Breitbandausbau sowie eine leistungsfähige WLAN-Ausstattung in den jeweiligen Unterrichtsräumen.

## Glasfaserausbau

Alle Bundesschulen, die noch über Kupfer- und Richtfunkanschlüsse angebunden sind, werden bis Ende des Schuljahres 2022/23 mit Glasfaseranschlüssen ausgestattet (in den ersten beiden Ausbautranchen 2020/21 konnte der Anteil der Schulgebäude mit Glasfaseranbindung bereits von 80,6 % auf 94,4 % erhöht werden). Damit soll der zunehmende Bedarf an ultraschnellem Internet mit Breitbandkapazitäten von über 100 Mbps bis zu 1 Gbps nachhaltig abgedeckt werden. Als Breitband-Backbone dient den Schulen das Wissenschaftsnetz ACOnet – in jedem Bundesland gibt es hierfür einen EDUnet-Anschlussknoten.

Für den Pflicht- und Privatschulbereich steht für feste und mobile Gigabit-Anschlüsse die Initiative „Breitband Austria 2030“ mit einer Förderquote von 90 % zur Verfügung.

## Inhouse- und WLAN-Infrastruktur

Eine bedarfsorientierte und leistungsfähige Inhouse-Infrastruktur und WLAN-Ausstattung in den einzelnen Schulgebäuden hängt nicht nur von den baulichen Gegebenheiten und den installierten WLAN-Komponenten ab, sondern auch von der Anzahl der jeweils eingesetzten digitalen Endgeräte und Anwendungen.

Ziel ist es, bis Ende des Jahres 2023 alle Unterrichtsräume ausreichend mit leistungsfähigen WLAN-Anschlüssen auszurüsten. In der ersten Ausbautranche 2021 konnten bereits 148 AHS-Unterstufen (55 %), die an der IT-Geräteinitiative teilnahmen und noch unzureichend ausgestattet waren, entsprechend versorgt werden. Für 2022 ist ein weiterer Ausbauschnitt vorgesehen: 112 Bundesschulen sollen in diesem Jahr eine angemessene WLAN-Infrastruktur erhalten.



**DI Dr. Robert Kristöfl**

Bundesministerium für Bildung,  
Wissenschaft und Forschung

CIO Bildung

✉ [robert.kristoefl@bmbwf.gv.at](mailto:robert.kristoefl@bmbwf.gv.at)

# Backbone-Upgrades 2021

**Bedingt durch den ungebrochen wachsenden Bandbreitenbedarf haben wir auch im vergangenen Jahr Upgrades und Erweiterungen im ACONet-Backbone vorgenommen, um die zukünftigen Anforderungen unserer Teilnehmer erfüllen zu können.**

Im ersten Halbjahr 2021 lag unser Fokus auf der Verstärkung der Außenverbindungen des ACONet-Backbone: Jeweils verdoppelt wurden die Anbindung an den Upstream-Provider Hurricane Electric (auf 20 Gbit/s) sowie die Bandbreite des Glasfaserdreiecks Bratislava–Brno–Wien (auf 40 Gbit/s). Die Anbindung an den Vienna Internet eXchange wurde im Vergleich zum Vorjahr sogar verfünffacht (auf 2x100 Gbit/s; siehe dazu auch Seite 22).

## Mehr 100-Gbit/s-Kapazitäten in Wien

Der neue „ACOnet-Backbone 2022+“ (Seite 14) bringt den Umstieg von 10-Gbit/s- auf 100-Gbit/s-Technologie mit sich. Um die beiden Wiener Core-Router darauf vorzubereiten, haben wir deren bisherige 100-Gbit/s-Komponenten im Sommer 2021 durch eine neue Generation von Interface-Karten ersetzt. Unsere 100-Gbit/s-Kapazitäten in Wien haben sich dadurch versechsfacht: Auf jedem der beiden Core-Router sind nun 24 100-Gbit/s-Anschlüsse verfügbar. Zudem bietet das Upgrade die Möglichkeit, die Anzahl der Ports mittels zusätzlicher Module nochmals zu verdoppeln.

Damit können wir nicht nur einen zukünftigen Backbone mit 100 Gbit/s bedienen, sondern diese Anschluss-Technologie auch ACONet-Teilnehmern zur Verfügung stellen. Die Technische Universität Wien und die Medizinische Universität Wien haben als erste Teilnehmer bereits Interesse bekundet, ihre Anbindung auf die nächste Stufe zu heben.

## Mehr Redundanz beim Upstream

Das Thema Blackout war 2021 stets präsent, und auch wir haben uns dieser Thematik angenommen. Trotz hervorragender Redundanzen innerhalb von

Wien – zwei unabhängige Standorte, Brückenredundanz für die Glasfaserverbindungen, unabhängige Anbindung der Bundesland-Verbindungen an beide Wiener Core-Standorte, internationale Anbindungen an beiden Core-Routern – würde ein größerer Blackout in der Ostregion Österreichs den gesamten ACONet-Backbone und somit auch die Teilnehmer außerhalb Wiens treffen.

Aus diesem Grund haben wir die Möglichkeiten einer weiteren internationalen Anbindung außerhalb der Bundeshauptstadt evaluiert. Gemeinsam mit unserem langjährigen Partner next layer wurde der ACONet-Standort Salzburg 1 (Techno-Z) ausgewählt, um einen zusätzlichen Upstream mit einer Bandbreite von 20 Gbit/s zu realisieren. Damit sind das ACONet und dessen Teilnehmer selbst bei einem großflächigen Ausfall in Wien nach wie vor international angebunden. Im Normalbetrieb wird über diese Verbindung allerdings kein Datenverkehr geführt – sie dient rein als Backup-Lösung.

Mit der vollen Integration des neuen Upstreams in den ACONet-Backbone (vorgesehen für Q1/2022) wird unser BGP-Community-Konzept um einen entsprechenden Community-String erweitert, sodass die Routing-Informationen auch an dieser Stelle von den Teilnehmern selbst gesteuert werden können (mehr dazu unter [www.aco.net/bgp](http://www.aco.net/bgp)).



Michael Perzi

ACOnet



VIX-Topologie in Wien – alle drei Standorte sind über wegeredundante Glasfaserkabel verbunden  
(Grafik: Universität Wien/Vienna Internet eXchange)



1 VIX1 - UniVie    2 VIX2 - Interxion    3 VIX3 - NTT

# VIX Next Generation

**2021 wurde die Hardwareplattform des Vienna Internet eXchange (VIX, [www.vix.at](http://www.vix.at)) komplett erneuert. Von stromfressenden, Chassis-basierten Heizkörpern wechselten wir zu leicht ergänzbaren Pizzaboxen mit hoher Portdichte und günstigen Preisen. Auch die Querverbindungen zwischen den drei VIX-Standorten wurden aufgerüstet. Der Plattformwechsel kam zur rechten Zeit: Seit November 2021 überschreitet der Datenverkehr am VIX praktisch täglich die „magische Grenze“ von 1 Terabit pro Sekunde.**

Das ACONet-Team betreibt bekanntlich auch den Internet-Austauschknoten VIX. Dieser ist zwar kein Teil des ACONet, für die ACONet-Community aber durchaus relevant: Gemeinsam mit zwei kommerziellen Upstream-Providern sorgt er für die Internet-Anbindung des ACONet. Seit 2018 wird VIX-Traffic (analog zum akademischen Traffic) allen ACONet-Teilnehmern kostenfrei und unlimitiert zugestellt.

Die bewährten Brocade-Kolosse des VIX waren in die Jahre gekommen; die Erweiterbarkeit (insbesondere für die immer häufiger angefragten 100G-Ports) ließ zu wünschen übrig; der Stromverbrauch war horrend, ebenso die Preise für Erweiterungen. Wir suchten daher nach Ersatz und ließen uns von bekannt zuverlässigen Herstellern Gesamtsysteme anbieten, welche die Verbindungen zwischen den drei VIX-Standorten besser nützen sowie mehr und günstigere Ports für die stetig wachsende Peering-Gemeinschaft zur Verfügung stellen sollten.

Aus der Markterkundung gingen mit Infinera (aktives WDM-Equipment) und Arista (Switches in einer Core/Leaf-Topologie) zwei klare Sieger hervor, die nicht nur relativ günstig, sondern auch technologisch auf dem neuesten Stand sind und den Erfordernissen des VIX äußerst flexibel entgegenkommen. Die Beschaffung war über bestehende Rahmenverträge (via BBG bzw. GÉANT-Rahmenvertrag) ohne Ausschreibung möglich. Der Hardware-Tausch selbst konnte im Mai 2021 – nach akribischer Vorbereitung mittels Parallelaufbau und unter Ausnutzung vorhandener Redundanzen – mit nur wenigen Minuten Ausfall pro Teilnehmer durchgeführt werden. Gleichzeitig reduzierte der VIX seine Port-Preise teils empfindlich und führte auch eine neue Band-

breite von 30G ein (mittels Rate-limitiertem 100G-Port). Wir spekulierten, dass zahlreiche Teilnehmer ihre Multi-10G-LAGs auf 100G upgraden würden. Diese Annahme traf so sehr zu, dass wir nun, weniger als ein Jahr später, bereits wieder eine Kapazitätserweiterung der VIX-Infrastruktur vorbereiten.

Diese Infrastruktur umfasst derzeit mehrere 10G- und 100G-Switches im Pizzabox-Format, die einzeln ausgetauscht oder ergänzt werden können. Für je zwei Cores im NIG und bei Interxion werden Arista 7280CR-32P4 (32x100G plus 4x400G) eingesetzt. An diesen Cores, die zwischen den Standorten über Glasfaser direkt verbunden sind, hängen die beiden Leaf-Switches bei NTT sowie weitere Leafs im NIG und bei Interxion. Als Leafs werden Arista 7280SR-48C6 (48x10G plus 6x100G) bzw. für die 100G-Anschlüsse (wie für die Cores) Arista 7280CR-32P4 verwendet.

Diese Struktur zeichnet sich durch ihre Flexibilität aus. So wurde Ende 2021 klar, dass die 100G-Ports am VIX bald ausgehen würden. Wir werden daher im Frühjahr 2022 – voraussichtlich unterbrechungsfrei – weitere 100G-Pizzaboxen hinzufügen, indem wir die Cores durch 400G-Switches ersetzen und die bisherigen Cores als Leafs weiternutzen.



**Erwin Rennert**

ACONet & VIX  
Network Operations Center

# Eingebunkert: GovIX-Server am ZAS

**Der Government Internet eXchange (GovIX) bietet seit 2010 auf Basis des AConet-Backbones eine österreichweite, komplementäre Peering-Infrastruktur für den Behördenbereich. 2021 konnte die Resilienz dieses Service durch einen dritten GovIX-Serverstandort am Zentralen Ausweichsystem des Bundes (ZAS) weiter erhöht werden. Finanziert wurde die Erweiterung durch das zuständige Ministerium (BMDW).**

Der GovIX ([www.aco.net/govix](http://www.aco.net/govix)) verbindet einen Großteil der Organisationseinheiten der öffentlichen Verwaltung in Österreich und ermöglicht es ihnen, ihren Internet-Verkehr untereinander und mit wichtigen Dienstleistern (APA, BRZ, ZAMG etc.) direkt, sicher und effizient auszutauschen. Bisher wurden die GovIX-Server redundant an zwei Standorten in Wien betrieben. Um das Service auch bei einem großflächigen Blackout in Ostösterreich weiter anbieten zu können, wurde nun am ZAS in St. Johann im Pongau (siehe Infobox rechts) ein dritter autarker GovIX-Serverstandort eingerichtet.

Das ZAS-Team hat dazu einen von uns gelieferten Server vor Ort installiert und in Betrieb genommen. Auf diesem Server laufen nun ebenfalls die eigens für GovIX eingerichteten Nameservices („GovDNS“) und Timeservices. Weiters ist es gelungen, einen vom RIPE NCC betriebenen K-Root-Server an das ZAS zu bringen. Gemeinsam mit dem I-Root-Server von Netnod in Wien sind nun zwei voneinander unabhängige Root-Nameserver für den GovIX direkt verfügbar, was die Resilienz und Erreichbarkeit des Systems nochmals verbessert. Im Zuge des Ausbaus wurde zudem auch an den zwei Wiener GovIX-Standorten die Hardware erneuert; auch das wurde vom BMDW finanziert.

2022 sollen am ZAS noch ein eigener Route-Server sowie das autoritative DNS-Service des RIPE NCC implementiert werden. Damit können wir dann auch einen Großteil der Reverse-DNS-Infrastruktur im GovDNS abbilden.

## ZAS – was?

Das Zentrale Ausweichsystem des Bundes (ZAS) wird vom Bundeskanzleramt in einer Bunkeranlage unter Tage bei St. Johann im Pongau betrieben. Es dient einerseits als zentraler Datenspeicher für elektronische Backups der Bundesverwaltung; andererseits bietet es auch selbst Rechen- und Speicherkapazität an – in einer „Zero-Risk“-Umgebung mit IT-Fachpersonal vor Ort, leistungsstarken Netzersatzanlagen und 24/7-Bewachung durch den militärischen Sicherheitsdienst. Zum Kundenkreis des ZAS zählen neben Dienststellen der öffentlichen Verwaltung auch akademische Institutionen, teilprivatisierte Organisationen und die Europäische Union.

Im Jahr 2017 wurde das Zentrale Ausweichsystem des Bundes mit mehrfach 10 Gbit/s ausfallsicher in den AConet-Backbone integriert und somit vollwertiger Anschlusspunkt, auch an den GovIX.



Arsen Stasic

Internet Domain Administration  
Ansprechperson GovIX & GovDNS





Community

# Meetings & Workshops

**März**  
Peering Days 2021  
ABGESAGT

**29. April**  
IaaS+ Kickoff Webinar  
VIRTUELL

**6. – 7. Mai**  
43. ArgeSecur-Meeting  
VIRTUELL

**12. Mai**  
16. ArgeStorage-Meeting  
VIRTUELL

**10. – 11. Juni**  
63. TBPG-Sitzung  
VIRTUELL

## IaaS+ Kickoff Webinar

**29. April 2021**  
**Videokonferenz**

Seit 2017 existieren europaweite Rahmenverträge für Cloud Services, die speziell auf die Bedürfnisse von Bildung, Wissenschaft und Forschung zugeschnitten sind. Das aktuelle Rahmenvertrags-Portfolio trägt den Namen „2020 IaaS+ Framework Agreement“ und ist seit Anfang 2021 verfügbar. Um dieses Portfolio der österreichischen Wissenschaftsnetz-Community vorzustellen, organisierte ACONet gemeinsam mit der ACOMarket GmbH ein halbtägiges „IaaS+ Kickoff Webinar“, das Ende April 2021 via Zoom stattfand. Alle im Rahmen des Frameworks in Österreich tätigen Cloud-Anbieter nutzten diese Gelegenheit, ihre Produkte zu präsentieren. Auch das Publikum war zahlreich vertreten: Insgesamt nahmen 89 Personen teil.

Das Webinar startete mit einem Überblick seitens ACONet und ACOMarket, bei dem Hintergründe, Rahmenbedingungen und Supportangebote erläutert wurden. Nach einer kurzen Selbstvorstellung aller Anbieter verteilten sich diese auf einzelne Breakout-Räume und boten dort mehrmals in Folge eine ausführliche Präsentation mit anschließender Fragerunde. Die Interessent\*innen konnten sich somit über mehrere Angebote genauer informieren. Zum Abschluss gab es noch eine Zusammenfassung und Gelegenheit, allgemeine Fragen zum neuen Rahmenvertrags-Portfolio zu stellen.

Alle Präsentationsunterlagen aus dem Webinar sind unter [www.aco.net/iaas-plus-anbieter](http://www.aco.net/iaas-plus-anbieter) zu finden.

## ArgeStorage

**16. ArgeStorage-Meeting**  
**12. Mai 2021**  
**Videokonferenz**

**17. ArgeStorage-Meeting**  
**2. Dezember 2021**  
**Videokonferenz**

Wie fast alle ACONet-Veranstaltungen mussten auch die beiden ArgeStorage-Meetings im vergangenen Jahr online stattfinden. Ein klarer Vorteil der virtuellen Treffen ist die einfache Teilnahme – so konnte beim 16. ArgeStorage-Meeting im Mai mit 77 Teilnehmer\*innen ein neuer Rekord aufgestellt werden. Im Dezember war der Andrang wieder im gewohnten Rahmen: Am 17. ArgeStorage-Meeting nahmen 33 Personen teil.

Beide Veranstaltungen zeichneten sich durch einen breiten Mix an Vorträgen aus – von „klassischem“ Storage bis zu „neuen“ Themen wie Kubernetes oder OpenShift war alles vorhanden. Auch ein interessantes Projekt unter der Leitung der Universität Innsbruck wurde vorgestellt: Die Academic Community Cloud Austria soll auf untereinander kompatiblen OpenStack-Infrastrukturen an Universitäten basieren. Geplant ist eine „offene“ Umsetzung im Hinblick auf Standards und Projektbeteiligungen (z.B. als Partner, Anwender oder Sponsor).

Beim 16. ArgeStorage-Meeting konnten wir zudem wieder einer externen Präsentation (von LINBIT) lauschen. Herzlichen Dank dafür, und auch für die zahlreichen anderen spannenden Vorträge!



7. Juli  
22. KUKIT-Stammtisch  
WIEN

21. – 22. Oktober  
44. ArgeSecur-Meeting  
VIRTUELL

18. – 19. November  
64. TBPG-Sitzung  
VIRTUELL

30. November  
23. KUKIT-Stammtisch  
ABGESAGT

2. Dezember  
17. ArgeStorage-Meeting  
VIRTUELL

## Technische Betriebs- und Planungsgruppe

63. TBPG-Sitzung  
10. – 11. Juni 2021  
Videokonferenz

64. TBPG-Sitzung  
18. – 19. November 2021  
Videokonferenz

Die Sitzungen der AConet-TBPG wurden auch 2021 wieder virtuell abgehalten. In technischer Hinsicht funktionierte es wieder absolut problemlos, aber das soziale Gefühl einer Arbeitsgruppensitzung kann so leider nicht erreicht werden.

Inhaltlich standen im Frühjahr unter anderem ein IT-Security-Beitrag der Freien Universität Bozen und ein Bericht über den wenige Tage zuvor fertiggestellten Generationswechsel des Vienna Internet eXchange (der ebenfalls vom AConet-Team betrieben wird, siehe dazu auch Seite 22) am Programm.

Im Herbst lag der Fokus auf dem „Eigenbau-Netzwerkssystem“ der FH Technikum Wien, vorgestellt von Karl Grube (mehr dazu auf Seite 36), und auf möglichen Szenarien im Zusammenhang mit dem künftigen AConet-Backbone, der ab Mitte 2022 zur Verfügung stehen soll (siehe Seite 14).

Als Arbeitsgruppenleiter (Peter Gruber / Universität Klagenfurt, Harald Michl / AConet) würden wir uns sehr freuen, die nächste TBPG-Sitzung wieder als Präsenzveranstaltung durchführen zu können.

## KUKIT – Kunst, Kultur & IT

22. KUKIT-Stammtisch  
7. Juli 2021  
Naturhistorisches Museum Wien

23. KUKIT-Stammtisch  
30. November 2021  
WUK Außenstelle Jugendcoaching West, Wien

Die KUKIT-Community hat auch in Zeiten der Pandemie fest zusammengehalten und gemeinsam alles versucht, um die geplanten KUKIT-Stammtische zu realisieren. Im Juli 2021 ist uns das im brandneuen Deck 50 des Naturhistorischen Museums Wien gelungen. Das Deck 50 ist ein multimedial ausgestatteter Saal, der als offener Innovations- und Experimentierraum für alle konzipiert wurde.

Zu unserem Thema „Objektdatenbanken – die digitale Erschließung in und zwischen Institutionen der Kunst und Kultur“ hielt Peter Kloser vom KHM-Museumsverband einen herausragenden Vortrag – das Feedback der Teilnehmer\*innen war ebenso. Anhand der Objektdatenbank des KHM-Museumsverbands wurden uns detaillierte Einblicke in die diversen Herausforderungen für das Sammlungs- und Objektdatenbank-Management gewährt. Ein Ziel der Veranstaltung waren Überlegungen zu institutionenübergreifenden Maßnahmen; darüber wurde anschließend diskutiert.

Im November 2021 hatten wir weniger Glück: Den Termin für ein gemeinsames Brainstorming in der WUK-Außenstelle mussten wir aufgrund des neuerlichen Lockdowns leider kurzfristig absagen.



# EOSC: Entwicklungen 2021

Die European Open Science Cloud (EOSC) sieht den Aufbau einer europäischen föderierten Dateninfrastruktur vor, die Cloud-Lösungen, Research Data Spaces und Services mit hoher Kapazität integriert und schließlich den Umfang dieser Dienste auf den öffentlichen Sektor und die Industrie erweitert. Kurz: ein World Wide Web für Wissenschaftsdaten, Forschungsdaten und Services nach dem FAIR-Prinzip (FAIR = findable, accessible, interoperable, reusable).

## Ausgangssituation

Im November 2018 wurde an der Universität Wien (im Rahmen einer Veranstaltung der österreichischen EU-Ratspräsidentschaft) die erste Steuerungsstruktur des EOSC-Prozesses ins Leben gerufen. Im Juli 2020 entstand dann die **EOSC Association** als juristische Person (AISBL, nach belgischem Recht) mit vier Gründungsmitgliedern. Die EOSC Association ist eine von drei Säulen des im Forschungsprogramm Horizon Europe kofinanzierten **European Open Science Cloud Partnership**, das 2021 die bisherige EOSC-Steuerungsstruktur abgelöst hat.

Die weiteren Säulen des EOSC Partnership sind die Europäische Kommission sowie die EU-Mitgliedsstaaten in Form eines Steuerungskomitees (Steering Board, kurz SB). Österreich wird durch einen Delegierten des BMBWF und eine Substitutin des BMK im Steuerungskomitee vertreten.

## Struktur in Österreich

Im Januar 2021 gründete die TU Wien eine dedizierte Organisationseinheit, das **EOSC and International Liaison Office** mit Sitz an der TU Wien Bibliothek – und im Februar 2021 beantragte die **Austrian EOSC Mandated Organisation** (juristisch vertreten durch den ACONET-Verein als Dachorganisation mit breiter Mitgliederstruktur) in Übereinstimmung mit dem BMBWF die Mitgliedschaft in der EOSC Association. Die TU Wien übernahm dabei die Ausfallhaftung für die gesamte österreichische EOSC-Unternehmung.

Nach einem Validierungs-Workshop im Juli 2021 veranstaltete das neu gegründete **EOSC Support Office Austria** am 13. Oktober 2021 seine erste Mitgliederversammlung. Neben der Wahl der Vorsitzenden wurden folgende Gremien beschlossen: ein Management Board, acht nationale Working Groups, ein Steering Committee und eine Reflexionsgruppe, das EOSC-CAFE (AT). Alle teilnehmenden Mitglieder verpflichteten sich, sogenannte „EOSC Reference Points“ an der eigenen Institution aufzubauen.

Das EOSC Support Office Austria ist als Konsortium organisiert und umfasst die österreichischen Mitglieder und Beobachter der EOSC Association, aber auch weitere EOSC-relevante Institutionen im Land, wie z.B. das FAIR Office Austria oder das nationale Wis-



Erste Mitgliederversammlung des EOSC Support Office Austria (Foto: Paolo Budroni)

senschaftsnetz AConet. Die gemeinsame Arbeit ist durch eine Konsensualvereinbarung definiert (MoU). Das EOSC Support Office Austria betont in seiner Tätigkeit auch die Missionen und Standpunkte der Universitäten und Hochschulen.

Derzeit sind folgende österreichische Institutionen in der EOSC Association aktiv: BBMRI-ERIC, Naturhistorisches Museum Wien, TU Graz, TU Wien, Universität Wien (als Mitglieder), Climate Change Centre Austria, JKU Linz (als Observer) und der ACONET-Verein (als Mandated Organisation).

## Österreichische Arbeitsplattformen

Ebenfalls an der EOSC-Umsetzung beteiligt ist das **FAIR Office Austria**, das im Rahmen des Projekts FAIR Data Austria entwickelt und aufgebaut wurde und vom BMBWF aus Mitteln der Ausschreibung „Digitale und soziale Transformation“ gefördert wird. Ziel dieser Initiative ist es, Stakeholder aus der Forschung und aus Serviceeinrichtungen zu vernetzen und gemeinsam die Umsetzung der FAIR-Prinzipien in Österreich voranzutreiben. Darüber hinaus stellt das FAIR Office Austria praxisnahe Informationen für Forschende und Serviceprovider zur Verfügung und ist an die globale „GO FAIR Initiative“ angebunden.

Ein weiteres bewährtes Instrument im EOSC-Prozess ist **EOSC-CAFE (AT)** – ein offenes Forum von organisationsinternen und organisationsexternen Expert\*innen aus verschiedenen Disziplinen der Wissenschaft und Forschung, der Forschungspolitik, Gesellschaft und Wirtschaft. Das Forum wird von einem österreichischen Vertreter im europäischen EOSC Steering Board (in diesem Fall einem Mitarbeiter des BMBWF) moderiert. Der Teilnehmerkreis besteht aus Vertreter\*innen der Universitäten, involvierter Ministerien (BMBWF, BMDW, BMK) und des Bundeskanzleramts, der beiden nationalen Forschungsförderungsgagenturen sowie der beteiligten Forschungsinstitutionen.

Das offene Forum dient vorrangig dem Informationsaustausch und der Koordination der EOSC so-

wie damit verbundener Open-Science-Aktivitäten in Österreich. Es versorgt die Organe des EOSC Support Office Austria – und in weiterer Folge die Kommunikation in der gemeinsamen Initiative – mit Impulsen „von außen“. Sofern Ergebnisse oder Empfehlungen erarbeitet werden, sind diese nicht bindend.

EOSC-CAFE (AT) trifft sich mindestens dreimal pro Jahr, um – u.a. im Vorfeld zu Meetings des EOSC Steering Board – österreichische Anliegen mit den nationalen Stakeholdern zu akkordieren. Weitere Aufgaben und Ziele des offenen Forums sind:

- Es kann aktiv bei der Festlegung von langfristigen Entwicklungsstrategien und Policies mitwirken und für Impulse zu deren Umsetzung sorgen.
- Es kann die Verbindung zu Einrichtungen und ähnlichen Initiativen im Rahmen von nationalen und europäischen Institutionen und Projekten herstellen und fördern.
- Es achtet auf die Anbindung österreichischer EOSC-Aktivitäten an europäische und internationale Entwicklungen im Bereich Open Science, ermöglicht einen „Thinking-out-of-the-Box“-Zugang und fördert die Einbindung von und die Kommunikation mit Entscheidungsträger\*innen und Institutionen in Österreich sowie der Europäischen Union.
- Es erleichtert den Zugang zu qualifizierten und strukturierten Daten, Dokumenten und Informationen der EOSC Association und des EOSC Steering Board. Als Instrument dafür fungiert das 2021 implementierte nationale EOSC Wiki.



## Stefan Hanslik

BMBWF  
Referatsleiter BMBWF-V/3a –  
Technische Wissenschaften  
✉ [stefan.hanslik@bmbwf.gv.at](mailto:stefan.hanslik@bmbwf.gv.at)



**EuroHPC**  
Joint Undertaking



# HPC in Österreich

**Der Bedarf an High-Performance Computing (HPC, auch bekannt als Supercomputing) ist in den letzten Jahren stark gestiegen. Mehr Rechenpower für eine steigende Zahl von Nutzer\*innen und Anwendungen verlangt nach systematischen Veränderungen, einer Ausweitung der Infrastruktur und Ausbildung des IT-Nachwuchses. Welche Initiativen im HPC-Bereich derzeit in Österreich laufen, erfahren Sie hier.**

Als Methode, datenintensive Berechnungen schnell durchzuführen, hat High-Performance Computing (HPC) lange Zeit die Spitzenforschung in Naturwissenschaften und Technik angetrieben. Mittlerweile kommt HPC in immer weiteren Bereichen wie Bioinformatik, Data Science und Geisteswissenschaften zum Einsatz. Auch in der Wirtschaft – bei Start-ups und KMU – wird HPC benötigt, um moderne Diagnostik-Methoden und innovative digitale Produkte zu entwickeln und dadurch zur Lösung sozialer und ökologischer Probleme beizutragen.

Das Potenzial von HPC ist groß, doch in Österreich ist es für die breite Öffentlichkeit kaum zugänglich, da die Infrastruktur und das Know-how bisher weitgehend in akademische Umgebungen eingebettet waren. Folglich sind riesige Rechenressourcen von der Industrie, dem privaten und dem öffentlichen Sektor isoliert und Innovationsmöglichkeiten eingeschränkt. Jetzt, da digitale Technologien zu einem entscheidenden Faktor für wirtschaftliches Wachstum und Wettbewerbsfähigkeit werden, ist es umso wichtiger, HPC einem breiteren Nutzer\*innenkreis zugänglich zu machen.

## HPC für alle

Die Demokratisierung von HPC ist ein weltweiter Trend, der High-End-Supercomputing-Technologie zum Mainstream macht. In Österreich werden bedeutende Schritte in diese Richtung unternommen – von der Gewährung des kommerziellen Zugangs zur HPC-Infrastruktur und der Initiierung von HPC-Ausbildung bis hin zur Einleitung von Initiativen, die eine HPC-Nutzung in allen Sektoren unterstützen. Diese Aktivitäten stehen in Zusammenhang mit mehreren EU-Projekten, die die Entwicklung der HPC-Landschaft in den Mitgliedsländern beeinflussen.

## PRACE: HPC für Spitzenforschung

Eine dieser EU-Initiativen, die HPC-Nutzer\*innen unterstützt, ist PRACE (Partnership for Advanced Computing in Europe, [www.prace-ri.eu](http://www.prace-ri.eu)). Seit 2018 ist Österreich, vertreten durch den ACONET-Verein, Mitglied von PRACE. Dadurch erhalten österreichische Forschende Zugang zu einigen der schnellsten Supercomputer in Europa und können so komplexe Fragestellungen in Wissenschaft und Technik untersuchen. Highlights internationaler Forschungsprojekte finden Sie unter dem Link [www.prace-ri.eu/category/success-stories](http://www.prace-ri.eu/category/success-stories).

## EuroHPC: Eine neue Ära

Aufbauend auf dem Erfolg von PRACE geht die EU noch einen Schritt weiter: Im Rahmen der Strategie zur Stärkung der europäischen IT- und HPC-Aktivitäten wurde das „European High Performance Computing Joint Undertaking“ (EuroHPC JU) ins Leben gerufen – eine Initiative, die Europa an die

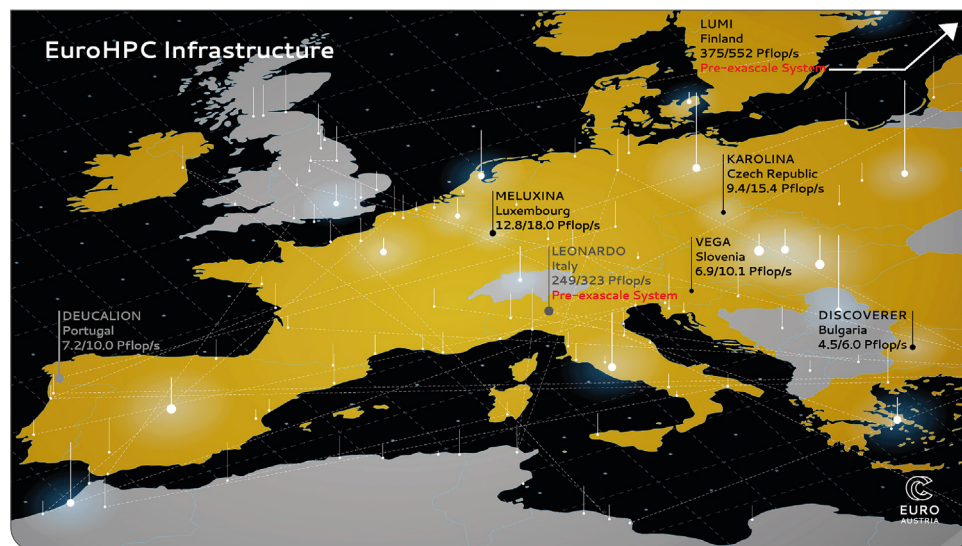


## PRACE in Österreich 2018–2021

- ⇒ **500 Millionen Core-Stunden Rechenzeit** für Forschende in Österreich
- ⇒ **12 Forschungsprojekte** in Kosmologie, Chemie und Materialwissenschaften, Ingenieurwissenschaften, Biochemie usw.
- ⇒ **2 SHAPE-Projekte** für österreichische KMU



Neue EuroHPC-Supercomputer, die für österreichische Nutzer\*innen verfügbar sind – mehr Infos unter [eurocc-austria.at/infrastruktur](http://eurocc-austria.at/infrastruktur) (Grafik: EuroCC Austria)



Spitze des technologischen Wettbewerbs mit den USA und Asien führen soll.

EuroHPC JU ([eurohpc-ju.europa.eu](http://eurohpc-ju.europa.eu)) verfolgt einen neuen Ansatz für Supercomputing in Europa und unterstützt das gesamte Ökosystem, vom Ausbau der Infrastruktur über die Förderung der Entwicklung von Technologie (Europäische Prozessorinitiative) bis hin zur Entwicklung von Ausbildungsprogrammen.

Seit April 2021 wurden vier neue EuroHPC-Systeme in vier europäischen Ländern in Betrieb genommen, die es in die Top 500 der weltweit schnellsten Supercomputer geschafft haben. 2022 sollen drei weitere „Pre-Exascale“-Systeme in Betrieb gehen, die sogar zu den Top 10 gehören sollen.

Wie bei PRACE ist auch bei EuroHPC der Zugang zur Infrastruktur kostenlos. Nutzer\*innen aus der Wissenschaft, der Privatwirtschaft und dem öffentlichen Sektor können sich über offene Ausschreibungen um Rechenzeit bewerben (siehe [www.prace-ri.eu/hpc-access/eurohpc-access](http://www.prace-ri.eu/hpc-access/eurohpc-access)). Dabei sind bestimmte Bedingungen zu beachten, wie die Beschränkung auf Projekte aus dem Bereich Forschung & Entwicklung für Unternehmen. Für diese wird in Zukunft ein kommerzieller Zugang (Pay-Per-Use) zu den EuroHPC-Systemen möglich sein.

Zudem ist es ein Ziel von EuroHPC JU, europaweit ein einheitlich hohes Kompetenzniveau in HPC und verwandten Disziplinen wie Big Data Analytics (BDA) und Künstlicher Intelligenz (KI) sicherzustellen. Daher wurde ein Netzwerk von Europäischen Kompetenzzentren (EuroCC) in 33 Ländern eingerichtet, die unter anderem jeweils eine Erhebung ihrer nationalen HPC-Kompetenz vornehmen und dazu beitragen, Wissenslücken zu schließen.

## EuroCC Austria

In Österreich spielt das EuroCC-Kompetenzzentrum eine führende Rolle bei der Unterstützung der breiten Öffentlichkeit im Bereich HPC/BDA/KI. EuroCC Austria wird von fünf österreichischen Universitäten betrieben und ist mit Business-Inkubatoren, Forschungsinstitutionen und der weiteren HPC-Community verbunden. Daher ist EuroCC Austria bestens positioniert, um als Schnittstelle zwischen Angebot und Nachfrage bei HPC-Lösungen weiterzuhelfen (siehe Infobox auf Seite 32).

Seit Anfang 2021 hat EuroCC Austria bereits mehrere kleine Unternehmen dabei unterstützt, Fördermittel für ihre Forschung zu lukrieren und Zugang zur HPC-Infrastruktur zu erhalten. Dadurch konnten Lösungen wie z.B. Software-Optimierung, Design eines innovativen Produkts durch Simulation und Verbesserung der Datenanalyse mit HPC geschaffen werden.

Diese Vermittlerrolle erweist sich als sehr nützlich, da relativ wenig Erfahrung mit HPC-Technologien und wenig Bewusstsein für die Möglichkeiten, Förderungen und technischen Support zu erhalten, vorhanden ist – vor allem unter KMU und Start-ups. Die Weitergabe dieses Wissens ist ein wichtiges Unterfangen, das zu einer nachhaltigen technologischen Entwicklung beiträgt.

## Supercomputer in Österreich

Das leistungsstärkste HPC-System in Österreich ist der Vienna Scientific Cluster (VSC, [www.vsc.ac.at](http://www.vsc.ac.at)). Die VSC-Nutzung erfolgt über Projekte mit Peer-Review und steht grundsätzlich allen Angehörigen der Partneruniversitäten offen. Für andere Universitäten und wissenschaftliche Einrichtungen wird der

Zugang durch eine Reihe von Vereinbarungen oder durch Pay-Per-Use ermöglicht. Seit 2021 können auch Unternehmen, die nicht an akademischen Projekten beteiligt sind, Rechenzeit auf der VSC-Infrastruktur kaufen und technische Unterstützung erhalten, um sie möglichst effizient zu nutzen. Die Anbahnung der Pay-Per-Use-Nutzung erfolgt über Anfragen an EuroCC Austria.



## Services von EuroCC Austria

Das Nationale Kompetenzzentrum für Supercomputing, Big Data und Künstliche Intelligenz bietet folgende Serviceleistungen:

- ⇒ **Zugang** zur HPC-Infrastruktur
- ⇒ **Unterstützung** bei der Abwicklung von Projekten im Bereich HPC/BDA/KI
- ⇒ **Beratung** bei öffentlichem Förderwesen und Schreiben von Anträgen (EuroHPC Access, FFG, FWF usw.)
- ⇒ **Training** im Bereich HPC/BDA/KI

Kontakt:

[eurocc-austria.at](http://eurocc-austria.at) | [info@eurocc-austria.at](mailto:info@eurocc-austria.at)



Vienna Scientific Cluster – seit 2021 auch für Unternehmen zugänglich (Foto: EuroCC Austria)

Etwa 20 weitere HPC-Systeme sind meist nur für Mitglieder der jeweiligen Einrichtung zugänglich. Für Externe ist jedoch eine Kollaboration auf Basis einer individuellen Vereinbarung möglich. Die umfassende Liste der HPC-Forschungsinfrastruktur in Österreich ist hier verfügbar:

[forschungsinfrastruktur.bmbwf.gv.at/de/cluster/high-performance-computing-eurocc-austria\\_1](https://forschungsinfrastruktur.bmbwf.gv.at/de/cluster/high-performance-computing-eurocc-austria_1)

## Training & Ausbildung

Jetzt, da die Infrastruktur zugänglicher wird und HPC zunehmend für Datenanalysen und KI-Anwendungen benötigt wird, braucht der Markt mehr IT-Fachleute, die in der Lage sind, HPC-Infrastrukturen zu entwerfen, bereitzustellen, zu betreiben und zu nutzen. Die wichtigsten Initiativen hierfür sind:

- Der VSC ist die erste Anlaufstelle für ein umfassendes Trainingsprogramm im HPC-Bereich: [www.vsc.ac.at/training](http://www.vsc.ac.at/training)
- Das Know-Center in Graz bietet maßgeschneiderte Trainings im Bereich Data Science und KI: [www.know-center.tugraz.at/academy/trainings](http://www.know-center.tugraz.at/academy/trainings)
- Seit kurzem können sich Studierende für das erste paneuropäische Masterprogramm (MSc) für HPC bewerben, das im Herbst 2022 starten soll. Der Masterstudiengang wird die nächste Generation von HPC-Expert\*innen ausbilden und beste Karrierechancen auf dem schnell wachsenden Gebiet des Supercomputing bieten. Österreichische Universitäten (TU Wien, Universität Wien, Universität Innsbruck) tragen zu diesem Bildungsprogramm bei. Mehr Infos: [eumaster4hpc.uni.lu](http://eumaster4hpc.uni.lu)



## Julia Wimmer

Universität Wien / EuroCC Austria  
Online-Redaktion

✉ [iuliia.wimmer@univie.ac.at](mailto:iuliia.wimmer@univie.ac.at)

# Perspektiven. Innovation.Kunst.

**Das von ACOnet initiierte net:art coordination center versteht sich als Link zwischen Wissenschaftsnetzen (NRENs) und Kunstschaffenden. Signale zwischen Sender\*innen und Empfänger\*innen sind für uns nicht nur technische Kommunikationseinheiten, sondern vor allem Botschafter von Emotionen.**

Die Fortsetzung der Lockdowns im Jahr 2021 hatte auch ein erweitertes Angebot von Kulturförderprogrammen zur Folge, die den Fokus verstärkt auf das Thema Digitalisierung richteten. Das gab uns die Chance, an einigen Calls teilzunehmen.

## Türen öffnen

Unser Musikschulprojekt „Erweiterte Spielräume – netzbasiert und interaktiv“ wurde im Rahmen des Calls Perspektiven.Innovation.Kunst. (ausgeschrieben vom BMKÖS, dem Bundesministerium für Kunst, Kultur, öffentlichen Dienst und Sport) leider nicht gefördert. Bei der Einreichung des Projekts für die Kulturhauptstadt Europas 2024 im Salzkammergut ist die Entscheidung aber noch offen.

Ziel ist es, in Musikschulen technische Standardausstattungen zu schaffen, die ein interaktives und netzbasiertes Musizieren für und zwischen Kindern und Jugendlichen ermöglichen – in weiterer Folge auch zwischen mehreren Standorten. Durch entsprechende Anbindungen sollen Musikschulen vernetzt werden, damit sich kleinere und größere Ensembles bilden, die über Distanzen miteinander proben, experimentieren und Livekonzerte aufführen können.

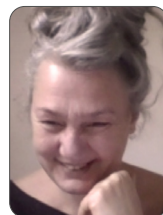
Die Idee ist geprägt von den Erfahrungen aus den Multi-Site-Performances der „near in the distance“-Serie (siehe [www.netart.cc/past\\_shows/](http://www.netart.cc/past_shows/)). Diesmal wollen wir an der Basis ansetzen und ein adaptierbares Best-Practice-Beispiel schaffen, um jungen Musiker\*innen (vor allem in ländlichen Regionen)

eine Tür zu netzbasierter Kunstproduktion in Verbindung mit akustischen Instrumenten zu öffnen.

Einen positiven Förderbescheid gab es bereits für das Virtual-Reality-Projekt „Kunstspiel“: eine App als Framework für künstlerische Veranstaltungen und soziale Interaktion im virtuellen Raum, eingebettet in ein gamifiziertes Performance-Setting. Als Teil des Teams arbeiten wir an der Umsetzung von fünf Live-Events im zweiten Halbjahr 2022.

## Die beste Idee des Jahres ...

... war eine Reihe von Jour-Fixe-Gesprächen mit Kunstschaffenden, die wir von Februar bis Mai 2021 für die Weiterentwicklung unserer Website [www.netart.cc](http://www.netart.cc) geführt und dokumentiert haben. Das Thema: Welche Bedürfnisse und Problemstellungen haben Kunstschaffende, die netzbasiert und vor allem qualitätssichernd produzieren müssen? Die wertvollen Inputs, die bereits zu einigen Ideen für weitere Kooperationen geführt haben, werden auf alle Fälle auch in den Inhalt der neuen Website einfließen. Vielen Dank an dieser Stelle an alle, die sich dafür Zeit genommen haben!



Renate Kreil

ACOnet  
Kunst- und Kulturkommunikation

## Neue ACOnet-Teilnehmer 2021

HyCentA Research GmbH

---

FVT – Forschungsgesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik mbH

---

Private Pädagogische Hochschule Augustinum

---

LEC GmbH

---

ALBERTINA

---

Vienna BioCenter – Wissenschaftliche Standortgemeinschaft

---

Pädagogische Hochschule Kärnten – Viktor Frankl Hochschule

---

New Design University Privatuniversität GesmbH

---

fhg – Zentrum für Gesundheitsberufe Tirol GmbH

---

TGM – Staatliche Versuchsanstalt

---

Oberösterreichische Gesundheitsholding GmbH

---

Joseph Haydn Konservatorium GmbH

---


CERT.at GmbH

---


Pädagogische Hochschule Salzburg Stefan Zweig

---





Beiträge von  
ACOnet-  
Teilnehmern



# Ein Open-Source-Netzwerk für die FH Technikum Wien

**Seit 2018 arbeitet das IT-Services-Team der Fachhochschule Technikum Wien an einer kompletten Umstellung seines Campus-Netzwerks. Die Migration von einem proprietären System zu einer Open-Source-Infrastruktur ist auf gutem Wege und bringt bereits viele Vorteile.**

Unser altes Netzwerksystem war Cisco-basiert und IPv4-only – und weder skalierbar, schnell, noch Open-Source-tauglich. Im Gegensatz dazu unterstützen nun alle neuen Server, Switches, Router und Firewalls IPv6; alle verwenden Linux (Debian und Alpine) und auch dieselbe Software. Aus Sicht des Netzwerks haben Server, Switches, Router und Firewalls nur unterschiedliche Rollen. Einzig die Switches sind „spezielle“ Hardware.<sup>1)</sup>

Das neue Core-Netzwerk ist inzwischen fertig, inklusive der Virtualisierungsinfrastruktur. Internet-Router, Firewalls und die wichtigsten Server sind bereits migriert. Neben gravierenden technischen Verbesserungen konnten wir durch diese Umstellung, verglichen mit proprietären Lösungen, auch eine Kostenersparnis von hunderttausenden (wenn nicht Millionen) Euro erreichen.

## Eine notwendige Änderung

Das alte Campus-Netzwerk der FH Technikum Wien war nicht redundant konzipiert. Vor einigen Jahren fiel einer unserer Cisco Core-Switches aufgrund eines Hardwaredefekts aus, was einen Totalausfall des gesamten Netzwerks verursachte. Auch die Internet-Router von Cisco waren ohne Route Filter und ohne Redundanz aufgesetzt.

Das System war zudem Layer2-basiert. Innerhalb eines VLANs konnte man zwar mit einer Geschwindigkeit von 10 Gbit/s rechnen, aber alle VLAN-überschreitenden Verbindungen tröpfelten über eine einzige Cisco ASA-Firewall, die mit 1 Gbit/s RJ45 angebunden war.

Diese Situation war für uns untragbar. Wir machten uns also auf die Suche nach Alternativen.

## Server- und Netzwerkadministration

In unserem Team gibt es keine Trennung zwischen System- und Netzwerkadministrator\*innen. Es war daher sinnvoll, in beiden Fällen ähnliche Systeme zu verwenden und auf unser bestehendes Wissen über Linux-basierte Systeme (Debian, Alpine) statt auf Cisco-Netzwerktraining zu setzen.<sup>2)</sup>

Da uns die Netzwerkkonfiguration von Cumulus Linux bereits von Debian vertraut war (beide verwenden ifupdown2), war dies unser erster Kandidat als Network Operating System (NOS). Letztendlich haben wir uns aber für SONiC entschieden.

Die „Software for Open Networking in the Cloud“ (SONiC) wurde ursprünglich als Betriebssystem für das Netzwerk der Microsoft Azure Cloud entwickelt. Sie läuft auf Debian Linux mit Docker und lässt sich auf etlichen Switches verschiedener Hersteller installieren (wie etwa Edgecore, Dell, Cisco, Nvidia, Facebook, Juniper und Arista). Wir haben kein anderes NOS gefunden, das so viele Hardware-Plattformen unterstützt. Dieser Aspekt war

1) Die neuen Switches sind Layer3-basiert. Wir verwenden VXLANs mit EVPN und symmetrisches Routing mit VRF Leaking.

2) Ein Netzwerktraining ist natürlich trotzdem hilfreich – man sollte ja wissen, was man tut.



FH Technikum Wien (Foto: FHTW/Grabner)



uns besonders wichtig, um das neue System möglichst herstellerunabhängig zu halten.

SONiC ist Open Source; der Sourcecode ist auf Github zu finden (<https://github.com/Azure/SONiC/blob/master/sourcecode.md>).

### Vorreiter?

Das neue Netzwerksystem wurde nach einer langen Testphase (mehr als ein Jahr) Schritt für Schritt in Betrieb genommen. In dieser Zeit haben wir nicht nur genau geprüft, dass alles zuverlässig funktioniert – wir haben uns auch weitergebildet, neue Technologien erforscht und unser Wissen vertieft.

Die FH Technikum Wien ist vermutlich der erste AConet-Teilnehmer, der eine solche vollständige Netzwerkmigration durchgeführt hat. Seit der Präsentation unseres Projekts bei der AConet-TBPG-Sitzung im November 2021 bin ich aber sicher, dass weitere Teilnehmer diesem Beispiel folgen werden. Bei Interesse sind wir gerne bereit, die bei unserer Umstellung gewonnenen Erfahrungen mit der AConet-Community zu teilen.



### Karl Grube

FH Technikum Wien  
IT-Services  
✉ [karl@hudlergrube.com](mailto:karl@hudlergrube.com)

## Das neue Campus-Netzwerk

- ⇒ IPv6 / IPv4
- ⇒ 100 Gbit/s
- ⇒ Layer3-basiert
- ⇒ VXLAN / VLAN / EVPN
- ⇒ Border Gateway Protocol
- ⇒ Herstellerunabhängig
- ⇒ Kostengünstig
- ⇒ Open Source
- ⇒ Whitebox
- ⇒ Anycast
- ⇒ Redundant
- ⇒ Load Balanced

Campus-Netzwerk: Hardware (Foto: Simon Wittrich)





# AQUnet: Startschuss für ein „Quanten-Internet“

**Im Rahmen des FFG-geförderten Infrastrukturprojekts „AQUnet“ sollen Teile des AConet-Glasfasernetzes für den Transport von Quantensignalen verwendet werden. Schwerpunkte sind die Verteilung eines metrologischen Referenzsignals für die Grundlagenforschung und die abhörsichere Quanten-Datenübertragung. Auch europäische Partner sind beteiligt.**

## Quantenpionier Österreich

Die Quantenphysik beschreibt die Natur auf der mikroskopischen Ebene der Atome und Moleküle. Hier herrschen vollkommen andere Gesetzmäßigkeiten und Spielregeln als in der „klassischen“ Welt unserer Alltagserfahrung. Insbesondere sind die physikalischen Größen wie Energie, Geschwindigkeit, aber auch Materie, Licht usw. nicht mehr kontinuierlich, sondern kommen in kleinsten, nicht weiter unterteilbaren „Paketen“ – eben den Quanten. Weiters gibt es sogenannte Überlagerungen zwischen Quantenzuständen, die so lange nicht eindeutig bestimmt sind, solange sie nicht gemessen oder beobachtet werden. Die Übertragung dieser Eigenschaften in unsere Alltagswelt mutet oft paradox an – wie z.B. Erwin Schrödingers berühmte Katze, die in einer verschlossenen Kiste gleichzeitig tot und lebendig sein kann.

Diese neuen und teilweise verblüffenden Verhaltensweisen der Quantenwelt bieten neue Möglichkeiten für technologische Entwicklungen – die Quantentechnologie. So werden grundlegend neue Ansätze möglich, zum Beispiel zur Informationsverarbeitung (Quantencomputer), für intrinsisch abhörsicheren Datenaustausch (Quantenkommunikation) und für Messverfahren mit bisher unerreichter Genauigkeit (Quantenmetrologie).

Seit der Entwicklung der Quantenphysik durch Schrödinger, Planck, Bohr, Heisenberg, Dirac, Einstein und andere ist Österreich ein Vorreiter im

Bereich der Quantenforschung – auch heute. Ziel des AQUnet-Projekts ist es, der österreichischen Quantenforschungsgemeinschaft eine Infrastruktur bereitzustellen, die es ihr erlaubt, diese Vorreiterrolle weiterhin auszufüllen und auch die technologischen Entwicklungen voranzutreiben.

## Sichere Quantenpost von Alice zu Bob

Ähnlich wie im klassischen Datenaustausch wird auch in der Quantenwelt in Bits codiert. Meist bestehen die Quanten-Bits (qBits) aus einzelnen Lichtquanten. Die Information steckt in der Polarisation, also der Richtung, in der das elektromagnetische Feld schwingt (z.B. horizontal-vertikal). Um Informationen von einem Sender (Alice) zu einem Empfänger (Bob) zu übertragen, verwendet man sogenannte verschränkte („entangled“) Photonenpaare, die über Glasfasern zu Alice und Bob gesendet werden. Dabei sind die Photonen entweder beide horizontal oder beide vertikal polarisiert – man weiß es aber nicht, bis es tatsächlich gemessen wurde. Diese Verschränkung bleibt bestehen, auch wenn sich die beiden Photonen viele Kilometer voneinander entfernen – jede Manipulation an einem Photon auf der einen Seite (z.B. bei Bob) hat eine Auswirkung auf das „Partner-Photon“.

Sollte jemand versuchen, diese Informationsübertragung abzuhören oder zu stören, müsste also eines der beiden Photonen gemessen werden, was sofort bemerkt werden würde. Da es sich um nicht weiter teilbare Quantenteilchen handelt, kann keine

Information „teilweise“ extrahiert werden – das Photon kommt entweder beim Empfänger an oder nicht. Auch ein Kopieren eines verschränkten Teilchens ist durch ein „Quantum-no-cloning-theorem“ strikt verboten.

Informationsübertragung über verschränkte Quanten-Bits ist also durch grundlegende physikalische Prinzipien abhörsicher. Auf kurzen Strecken wird dies bereits kommerziell verwendet, z. B. zur Übertragung sensibler Daten von Banken. Im AQUnet-Projekt soll untersucht werden, über welche Distanzen die notorisch empfindlichen verschränkten Photonen in einem kommerziellen Glasfasernetz verschickt werden können.

## Kammerton A – aber 500 Milliarden mal schneller und mit Zertifikat

Auch in der Messtechnik und der Metrologie spielt die Quantenphysik eine wichtige Rolle. So basiert die satellitengestützte Navigation (z. B. GPS, Galileo) auf hochgenauen Atomuhren. Spektralanalyse erlaubt die Echtzeitanalyse von Umweltproben, z. B. der Atmosphäre. Interferometrische Gravitationsmessungen geben Aufschluss über Dynamiken im flüssigen Erdkern und warnen vor Erdbeben.

Jedes (Quanten-)Messgerät benötigt allerdings eine Kalibrierung mit einem zuverlässigen Standard. Analog zur Dirigentin, die ihr Orchester auf den Kammerton A abstimmt, müssen Messinstrumente geeicht werden, um untereinander vergleichbare Messwerte zu liefern. Das AQUnet-Projekt unterstützt diese Abstimmung durch die Verteilung eines referenzierten optischen Frequenznormals über die ACONet-Glasfasern an interessierte Forschungseinrichtungen.

Während der Kammerton A bei 440 Hz schwingt, wird für den Quantenstandard eine optische Lichtwelle verwendet, die bei 194,4 Terahertz schwingt, also rund 500 Milliarden mal schneller. Das entspricht einer Wellenlänge von 1542 nm im Infrarotbereich, ein sich gerade europaweit etablierender Standard, der auch von den Glasfasern mit ge-

ringen Verlusten transportiert wird. Der Grund für die wesentlich höhere Frequenz ist einfach: Bei 194 Milliarden (!) Schwingungen pro Sekunde ist es weniger „dramatisch“, wenn man eine Schwingung verpasst. Mathematisch gesprochen reduziert sich durch die hohe Frequenz der relative Fehler.

Die absolute Frequenz (also die exakte Zahl der „Ticks“ pro Sekunde) bestimmt im AQUnet-Projekt das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV). Hier wird das Mikrowellen-Signal der österreichischen Cäsium-Atomuhr ohne Verlust der Qualität in ein optisches Signal umgewandelt und dann über Glasfasern verteilt. Die Technik für diese Umwandlung wurde 2005 mit dem Nobelpreis ausgezeichnet, Preisträger Theodor Hänsch hat das Gerät am BEV eigenhändig installiert.

## Datenkabel als Erdbebensensoren

Spannenderweise sind die Glasfaser-Verbindungen selbst schon sehr empfindliche „Messinstrumente“. Um Frequenzstörungen im Metrologie-Signal auszuschließen, müssen die Fasern aktiv längenstabilisiert werden. Das erfolgt über eine Interferometrie-Anordnung, in der ein kleiner Teil des Lichts wieder durch dieselbe Faser zurückgeschickt und mit dem Original-Signal verglichen wird. Eine ähnliche Technik verwendet der Gravitationswellendetektor LIGO: Wenn sich die zurückkommende Welle gegen die ausgesandte verschoben hat, wird die Faser mechanisch etwas gestaucht oder gestreckt, bis die Wellen wieder „in Phase“ sind.

Bei der geplanten AQUnet-Strecke Wien–Innsbruck wird beispielsweise eine etwa 400 km lange Glasfaser auf eine halbe Wellenlänge des Lichts (also etwa 0,5 Mikrometer) genau vermessen und aktiv stabilisiert – das entspricht einem relativen Fehler von etwa 1 zu 1 Billion. Das ist, als würde man die Strecke Erde–Mond mit einem Maßband auf 1 cm genau ausmessen.

Eine solch exakte Längenmessung ist natürlich empfindlich auf jede Art von Erschütterungen entlang der Strecke, was wiederum als Sensor für Erdbeben

und tektonische Bewegungen verwendet werden kann. So wird der Vulkan Ätna derzeit mit einem speziell verlegten, 1,5 km langen Faserlink überwacht. Die Harvard University führt gerade erste Versuche mit Untersee-Kabelstrecken durch. Im AQUnet-Projekt soll auf der Strecke Innsbruck–Wien untersucht werden, ob auch bereits etablierte, „operative“ Datenverbindungen parallel als Metrologie-Sensoren verwendet werden können.

## Einstein trifft ACONet

Nicht nur die Länge einer Glasfaserverbindung lässt sich mit Präzisions-Quantensignalen genau überwachen, sondern auch der relative Höhenunterschied der Endpunkte. Hier kommt uns Einsteins Relativitätstheorie zu Hilfe, die besagt, dass Uhren, die im Gravitationsfeld der Erde angehoben werden, schneller ticken. Somit kann der Vergleich von zwei (räumlich getrennten) Uhren verwendet werden, um zwischen den Standorten Höhenunterschiede genau zu vermessen – wieder zur Überwachung von Vulkanen oder generell tektonischen Bewegungen. Zusätzlich geben solche Vergleichsmessungen Aufschluss über zeitliche oder räumliche Veränderungen des Gravitationsfelds der Erde, was es wiederum erlaubt, die Dynamiken des flüssigen Erdkerns zu untersuchen. Ein neues Forschungsgebiet der „Uhren-basierten Geodäsie“ ist hier im Entstehen.

Dieser Einstein-Gravitations-Effekt ist leider sehr klein – daher braucht es extrem genaue Uhren, um ihn zu beobachten und zu vermessen. Derzeit gibt es in Österreich keine Präzisionsuhr, die diese Genauigkeit erreicht. Eine solche soll aber in einem Anschlussprojekt „AQUclock“ in Zusammenarbeit der TU Wien mit dem BEV realisiert werden.

## Europaweit vernetzt

Die Nützlichkeit von Daten-Glasfaserleitungen als Präzisionsensor und Forschungsinfrastruktur wurde weltweit erkannt; seit etwa fünf Jahren boomt das Forschungsgebiet und immer neue, originelle Anwendungen werden vorgeschlagen und demon-

striert – weit über die Bereiche der Quantenkommunikation und Metrologie hinaus. Um dieser Entwicklung Rechnung zu tragen, entstehen auf EU-Ebene derzeit mehrere großangelegte Infrastrukturprojekte, die letztlich zu einem gesamteuropäischen Netzwerk führen sollen. Als Beispiele seien hier EuroQCI (Quantum Communication Infrastructure) im Bereich der Quantenkommunikation und CLONETS (Clock Networks) im Bereich der Metrologie erwähnt. Entsprechend ist auch das AQUnet-Projekt international eingebettet: Anbindungen an Partner in Tschechien, Slowenien, der Slowakei und Deutschland bestehen bereits oder sind im Aufbau.

Durch die traditionell gute und enge Kooperation von ACONet mit den nationalen (und internationalen) Forschungseinrichtungen und Behörden ergibt sich für Österreich ein ganz wesentlicher Standortvorteil, der es uns erlaubt, Pilotprojekte schneller und unbürokratischer umzusetzen.

Das FFG-geförderte AQUnet-Projekt soll einen Beitrag dazu leisten, dass Österreich einmal mehr seiner Pionierrolle gerecht wird. Daran arbeiten in den kommenden fünf Jahren die Projektpartner Uni Wien, Uni Innsbruck, TU Wien und BEV gemeinsam. Strategisch koordiniert wird das Projekt vom Vorsitzenden des ACONet-Vereinsvorstands, Bernd Logar. Die wissenschaftliche Koordination liegt bei Thorsten Schumm von der TU Wien, die Umsetzung erfolgt dort federführend durch Ondrej Hosek. Die Erweiterung des ACONet-Backbones für Quantensignale wird von Christian Panigl unterstützt. Allen genannten sowie den vielen ungenannten Unterstützer\*innen – nicht zuletzt bei der FFG – sei hier ausdrücklich gedankt!



## Thorsten Schumm

TU Wien, Atominstitut  
Professor für Quantenmetrologie  
✉ [thorsten.schumm@tuwien.ac.at](mailto:thorsten.schumm@tuwien.ac.at)



# IT aspects of opening a new campus in Vienna

Recently relocated to Vienna's 10th district Favoriten, Central European University is an internationally renowned undergraduate- and graduate-level "crossroads" university. At CEU, faculty and students from more than 100 countries engage in interdisciplinary education, pursue advanced scholarship, and address some of society's most vexing problems. Offering English-language bachelor's, master's and doctoral programs in the social sciences, the humanities, law, management and public policy, CEU is accredited in Austria, the United States and Hungary. Here's the IT journey behind that relocation.

The IT journey began in 2017 with the relocation of our core infrastructure to Interxion, a datacenter in Vienna (where we operate our servers and storages in two rack cabinets). Using international providers, we connected our Budapest and Vienna campus locations and the datacenter via 10 Gbps redundant lines.

Having joined ACOnet, the Austrian academic network, we acquired our own Austrian IP address range via RIPE NCC. Separating outbound network traffic based on the physical location and the contractual affiliation of the source was particularly challenging, overcome via a series of rules.

In 2014, we implemented Microsoft Office 365; its cloud-based accessibility and platform independency made our job easier: e-mail and file services were already accessible from anywhere.

## Teaching facilities

In three stages, between 2017–2020, we retrofitted a 20.000 sqm former office building to a technology-enabled, vibrant university campus. Basic tasks included renewing the network in the building, installing network devices and Wi-Fi, providing computers, phones and printing devices.

We equipped a 200-seater auditorium, three technology-heavy classrooms, 37 smart classrooms and

three computer classrooms to support hybrid teaching across the university. Like so many, we hadn't planned for a global pandemic making in-person learning impossible, but we were prepared. Alongside local presentation via PowerPoint and digital whiteboard, all teaching spaces can connect to online conferencing platforms (Zoom or Teams); recording the classes to Panopto and live streaming over YouTube.

## Summary

Possibly the biggest challenges were cultural rather than technical, in that we were navigating new territories. We needed to overcome language barriers and build partnerships with local vendors and providers. We are supremely grateful for the welcome we receive from Vienna, and for the generosity of our counterparts, peers and many linked professionals we met and worked with in Vienna. Thank you: you contributed greatly to the success of our unique project!



Szilard Bedecs

Central European University  
IT Director  
✉ [bedecssz@ceu.edu](mailto:bedecssz@ceu.edu)  
🏠 [www.ceu.edu](http://www.ceu.edu)

## ACOMarket GmbH:

# Eine Erfolgsgeschichte

**Die ACOMarket GmbH ist seit 2020 operativ tätig. Bereits 2021 konnte ein Umsatz von rund 3,5 Mio. Euro erzielt und ein positives Ergebnis erwirtschaftet werden. Alle österreichischen Universitäten haben durch die zahlreichen Aktivitäten von ACOMarket profitiert.**

Anfang 2021 wurde für die ACOMarket GmbH ein neuer Business-Plan entwickelt, der die Basis für die weitere Expansion bildet.

### Partnerschaften & Beirat

Derzeit sind acht Universitäten und der ACONET-Verein Gesellschafter von ACOMarket. Während der Aufbauphase soll das auch so bleiben, um die Entwicklung flexibel steuern zu können. Allen anderen Universitäten wurde jedoch ein Partnerschaftsvertrag angeboten, der die Zusammenarbeit mit den Hochschulen regelt. Dadurch ist es möglich, gemeinsam mit den Universitäten Projekte umzusetzen und am Markt stark aufzutreten.

Alle Gesellschafter und Partner haben auch einen Sitz im neu gegründeten ACOMarket-Beirat. Dieser

soll sicherstellen, dass die Aktivitäten und Prioritäten von ACOMarket im Sinne der Universitäten umgesetzt werden. Der Beirat umfasst derzeit 17 Universitäten; das Ziel ist, alle Hochschulen dafür zu gewinnen.

### Services

Als erstes Cloud-Service von ACOMarket wurde das Academic Whistleblower System aufgebaut und allen Universitäten und Fachhochschulen als Gesamtpaket (bestehend aus Beratung, Implementierung, technischer Betreuung und juristischer Unterstützung) angeboten. Das System besticht durch geringe Kosten und schnelle Verfügbarkeit und wird bereits von mehreren Universitäten genutzt. Ein Testsystem steht unter <https://acomarket.academic-whistleblower.at> zur Verfügung.

ACOMarket-Portfolio Ende 2021		
Software	Cloud	Beratung
Microsoft 365	Webex	DPA-Service
Oracle	Zoom	(Data Processing Agreements)
ArcGIS	Kaltura	Vertragsrecht
Red Hat	Blackboard	Vergaberecht
Mathematica	2020 IaaS+ Framework	
Adobe ETLA	Academic Whistleblower System	

Für 2022 sind weitere Services geplant, insbesondere Serviceleistungen zur Datenrettung (bzw. zur sicheren Vernichtung von Datenträgern) sowie Domainregistrierung. Details werden wir nach Abschluss der Verträge in unserem Portal und auf unserer Website publizieren.

### Team

Die zahlreichen neuen Verträge konnten nur durch die tatkräftige Mitarbeit von Kolleg\*innen der Universitäten und Fachhochschulen, die Unterstützung der IT-Leiter\*innen der Universitäten sowie die Einbindung von externen Jurist\*innen



Foto: Universität Wien/Barbara Mair

erreicht werden. Wir bedanken uns an dieser Stelle herzlich für die gute Zusammenarbeit und freuen uns auf weitere gemeinsame Projekte!

Unser kleines, aber sehr motiviertes Team wurde 2021 mit Roland Swoboda auf drei Personen erweitert. Ab Februar 2022 wird uns Michael Pisecki weiter verstärken.

## Ausblick 2022

Entsprechend dem Business-Plan sollen die Aktivitäten von ACOmarket im Jahr 2022 vor allem in zwei Richtungen ausgebaut werden:

- Erweiterung des Kundenkreises auf sämtliche ACOnet-Teilnehmer, insbesondere Forschungsgesellschaften,
- Erweiterung auf die Zielgruppe Studierende mit einem eigenen Software-Portal.

Bei den Software-Verträgen sind für Blackboard, Citavi, Affinity, MATLAB, Dassault 3D EXPERIENCE und Planet eStream bereits Vorarbeiten im Gange; weitere Produkte werden folgen. Für Atlassian und SAP-Services sind Ausschreibungen geplant.

Wenn Sie einen oder mehrere unserer Software-Verträge nutzen möchten, stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Das wichtigste Projekt im Jahr 2022 wird aber das Software-Portal für Studierende sein. Studierende aller Hochschulen werden darüber Software-Pakete beziehen können – sowohl kostenpflichtige als auch kostenfreie Lizenzen. ACOmarket wird die Software zu besonders attraktiven Preisen anbieten, die durch die Bündelung bei ACOmarket erreicht werden können. Damit sollen vor allem die Hochschulen entlastet werden. Der Start ist mit dem Wintersemester 2022 geplant.

Weiters testen wir derzeit eine Hardware-Lösung für Zoom Rooms, die es ermöglichen soll, Vorlesungen noch interaktiver zu gestalten und den hybriden Lehrbetrieb reibungsloser abzuwickeln.

ACOMarket beteiligt sich zudem an der EU-weiten Initiative Gaia-X ([www.gaia-x.eu](http://www.gaia-x.eu)). Dieser Standard berücksichtigt Datenschutzanforderungen, Transparenz und Kompatibilität von Beginn an.



## Johann Ehm

ACOMarket GmbH  
Geschäftsführer

✉ [johann.ehm@acomarket.ac.at](mailto:johann.ehm@acomarket.ac.at)

🏠 [www.acomarket.ac.at](http://www.acomarket.ac.at)

# Impressum

## Universität Wien

Zentraler Informatikdienst  
Abteilung ACOnet & VIX  
Universitätsstraße 7  
1010 Wien, Österreich

🏠 [www.aco.net](http://www.aco.net)

✉ [admin@aco.net](mailto:admin@aco.net)

☎ +43 1 4277-14030

**ISSN: 2616-7972**

Redaktion & Gestaltung: Elisabeth Zoppoth

Druck: Onlineprinters GmbH

🏠 [www.aco.net/jahresberichte](http://www.aco.net/jahresberichte)

## Gastautor\*innen

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

- Bernd Logar, ACONET-Verein
- Petra Stummer & Alexander Miserka,  
Amt der NÖ Landesregierung
- Robert Kristöfl, BMBWF
- Stefan Hanslik, BMBWF
- Julia Wimmer, EuroCC Austria
- Karl Grube, FH Technikum Wien
- Thorsten Schumm, TU Wien
- Szilard Bedecs, Central European University
- Johann Ehm, ACOmarket GmbH

## Fotos & Grafiken

Titelbild: Shutterstock | Seite 5: Michael Perzi | Seite 8/9, 12 und 15: ACOnet | Seite 19: NLK Filzwieser |  
Seite 22: Universität Wien/Vienna Internet eXchange | Seite 28: Paolo Budroni | Seite 31 und 32: EuroCC Austria |  
Seite 37 oben: FHTW/Grabner | Seite 37 unten: Simon Wittrich | Seite 43: Universität Wien/Barbara Mair



## Kontakt:

Universität Wien  
Zentraler Informatikdienst  
Abteilung ACOnet & VIX  
Universitätsstraße 7  
1010 Wien, Österreich

🏠 [www.aco.net](http://www.aco.net)  
✉ [admin@aco.net](mailto:admin@aco.net)  
☎ +43 1 4277-14030

ISSN: 2616-7972



universität  
wien