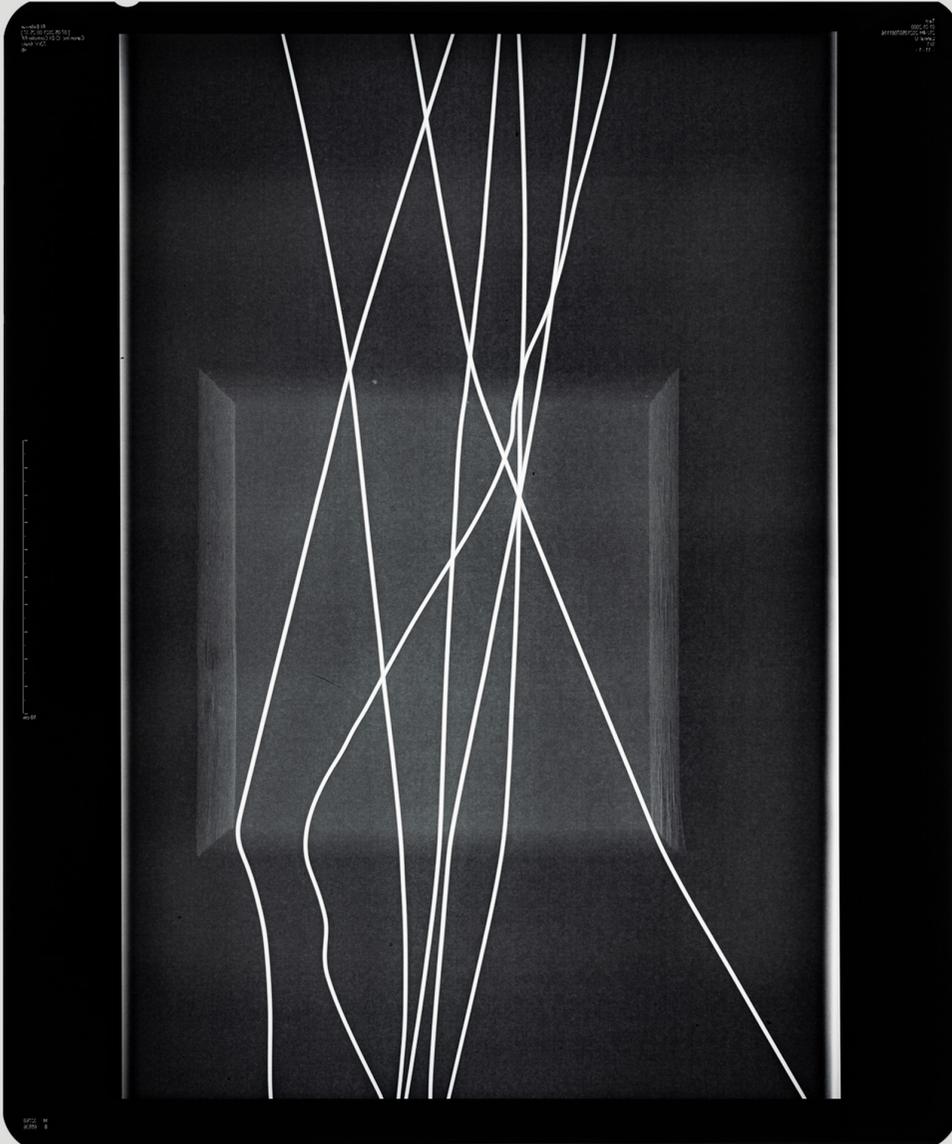




Masterthesis

ETH Zürich FS 21
Professur Mosayebi
Assistent Lukas Burkhardt
Zoe Boermann

Interface



Röntgenbild 1

Wir befinden uns heute an der Schwelle zur vierten industriellen Revolution, hauptsächlich getrieben durch Digitalisierung, Daten und dem Internet. Um den Forschungsansprüchen in Bereichen der Nano- und Quantentechnologie nachkommen zu können, plant die ETH Zürich im Rahmen der strategischen Entwicklung auf dem Campus Hönggerberg ein neues Physikgebäude mit Labor- und Büronutzungen von rund 16'000 m² Hauptnutzfläche. Hochspezialisierte Forschung steht heute einer Gesellschaft gegenüber, für die die Wissenschaft nicht nur den technologischen Fortschritt, sondern auch eine Bedrohung für die menschliche Sicherheit bedeutet. Je mehr die Wissenschaften das individuelle Leben beeinflussen, desto mehr sind diese gefordert durch sie bedingte Veränderungen öffentlich zu diskutieren.

Eine Krise wie Covid-19 zeigt ausserdem katalysatorisch die Kommunikationsprobleme zwischen hochspezialisierter Forschung und einer auf klare Fakten und Antworten pochenden Gesellschaft. In der auf Pointen zugespitzten Erzählweise der Medien verkommen widersprüchlich erscheinende wissenschaftliche Studien zu einem Nebeneinander gleichgewichteter Meinungen.

In der Schweiz sind Hochschulen die wichtigsten Akteure der Wissenschaftskommunikation. Ihnen wird jedoch auch nachgesagt, den Fokus zu sehr auf die Erfolge der Wissenschaften zu lenken, da letztendlich die eigene Reputation die Kommunikation immer mit beeinflusst. Stimmen aus der Wissenschaft betonen jedoch immer wieder, dass Irrtümer und Widersprüche in der Wissenschaft eine zentrale Rolle spielen und dass wissenschaftliche Erkenntnisse und Theorien immer nur so lange aktuell sind, bis sie von neuer Erkenntnis abgelöst werden.

Um der anspruchsvollen Kommunikation zwischen Experten und Laien eine Plattform vor Ort zu bieten, sollen im neuen Forschungsgebäude auf dem Campus Hönggerberg neben Räumen, die durch möglichst ökonomische Arbeitsabläufe geprägt sind, auch Orte für den Interdisziplinären Austausch und für die Öffentlichkeit entstehen.

Test, 07.05.2021, 2012473
Zug: U-ID5057166
Unters.-Beschr.: CT Abdomen
Serienbeschr.: Rec 1
1700 - 25
Verlustbehaftet

17.05.2021 14:35
Roentgeninstitut Bellevue
Pos: 0,66 mm
SW: 2,00 mm
C:645 B:258
Zoom: 170%

R

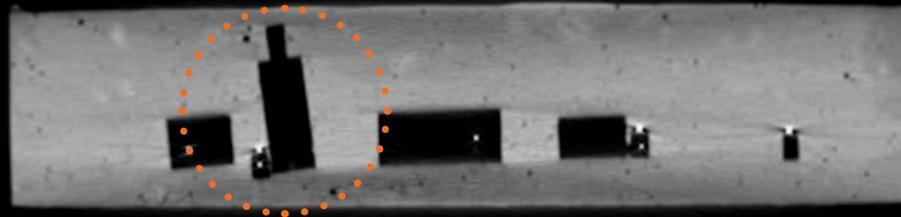


I

Test, 07.05.2021, 2012473
Zug: U-ID5057166
Unters.-Beschr.: CT Abdomen
Serienbeschr.: 0.625mm HD Bone Knee
15 - 355
Verlustbehaftet

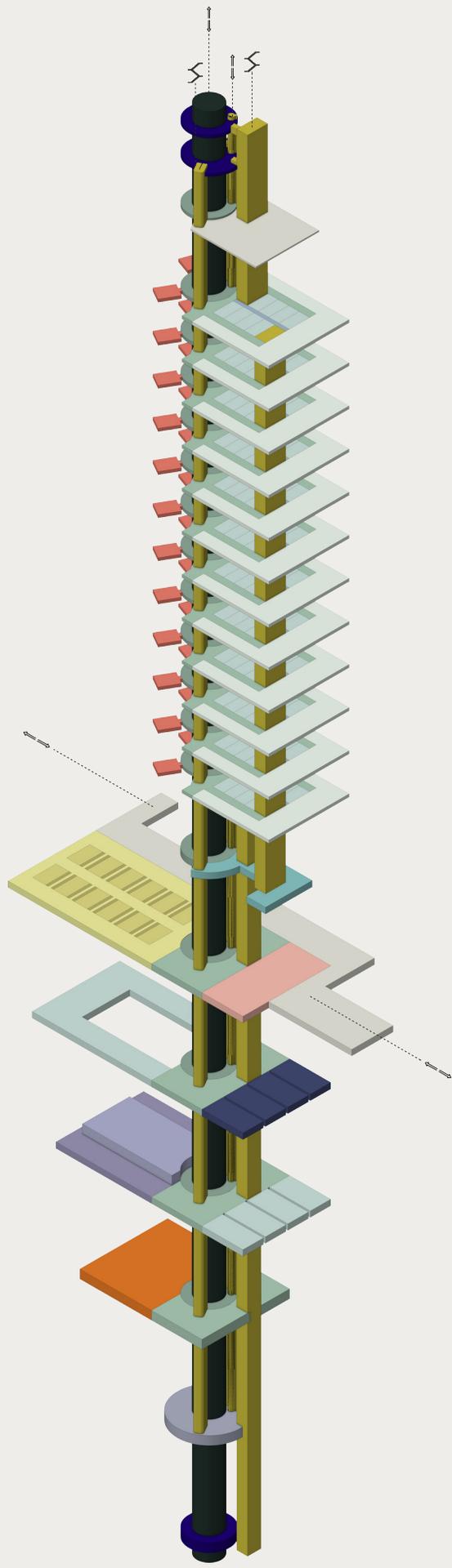
17.05.2021 14:31
Roentgeninstitut Bellevue
Pos: -283,93 mm
SW: 0,63 mm
C:500 B:2500
Zoom: 168%

R

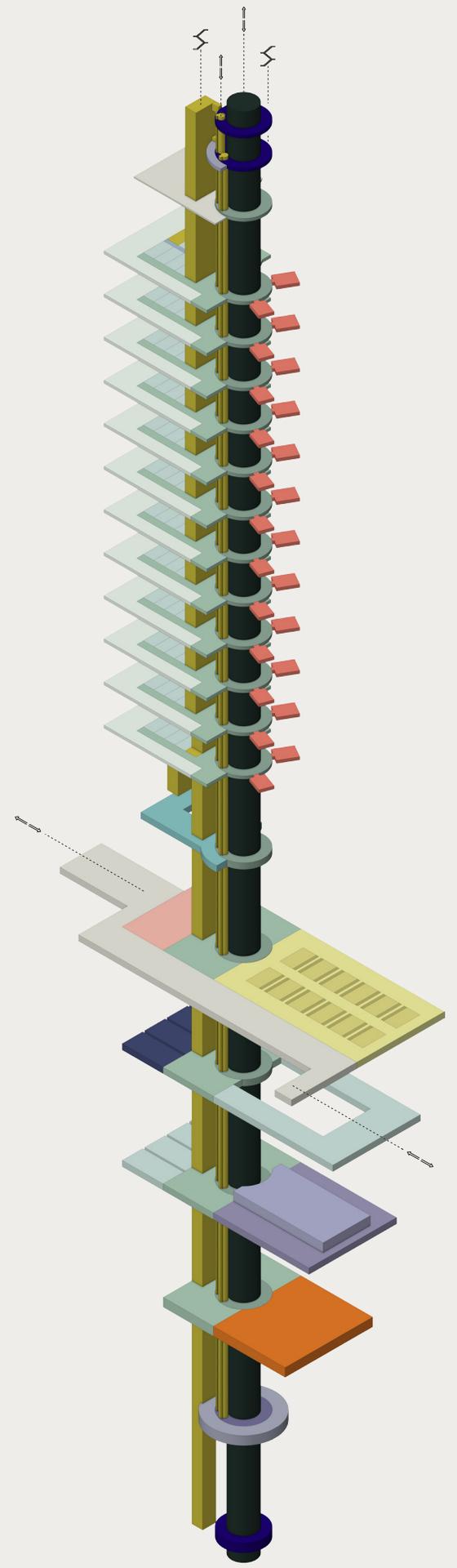


P

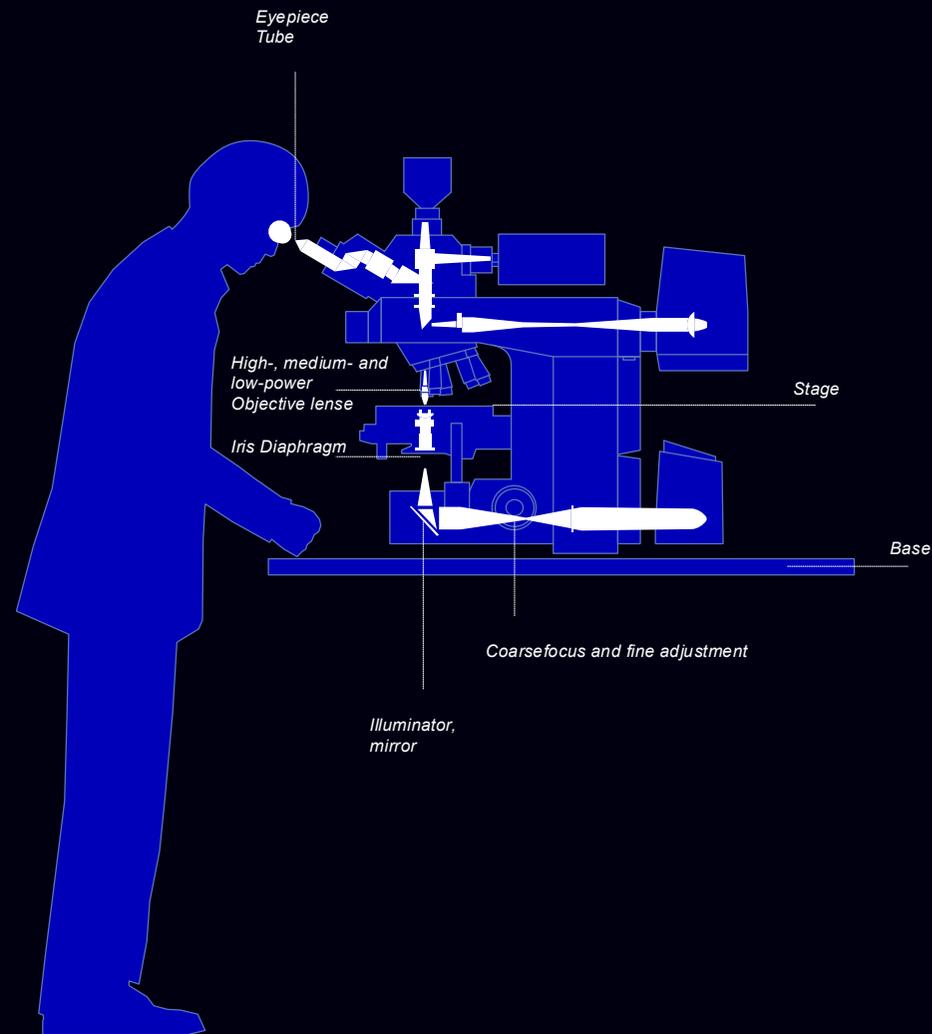
- Öffentlich zuoberst
250m²
 - Haustechnik Dachgeschoss
500m²
 - Seminarräume
800m²
 - Bürofläche
3800m²
 - allgemeine-, optische-, chemische Labore
3000m²
 - Begegnungszone, Laborlager
750m²
 - Eingang, Windfang, Gastronomie
450 m²
- oberirdisch
-
- unterirdisch
- FIRST II (Frontiers in research space and time)
1400m²
 - vertikale Erschliessung Personen und Waren
40 m²
 - MMC (MBE and MOCVD material growth center)
450m²
 - Anlieferung / Haustechnik, Laborlager
800m²
 - niedrigtemperatur Labore
900m²
 - Fast Lab (Zentrum für ultraschnelle Lasertechnologie)
1400m²
 - CLNE (Center for Low Noise Experiments)
750m²
 - Öffentlich zuunterst
250m²



- OG 14
- OG 13
- OG 12
- OG 11
- OG 10
- OG 9
- OG 8
- OG 7
- OG 6
- OG 5
- OG 4
- OG 3
- OG 2
- OG 1
- EG
- UG 1
- UG 2
- UG 3
- UG 4
- UG 5
- UG 6

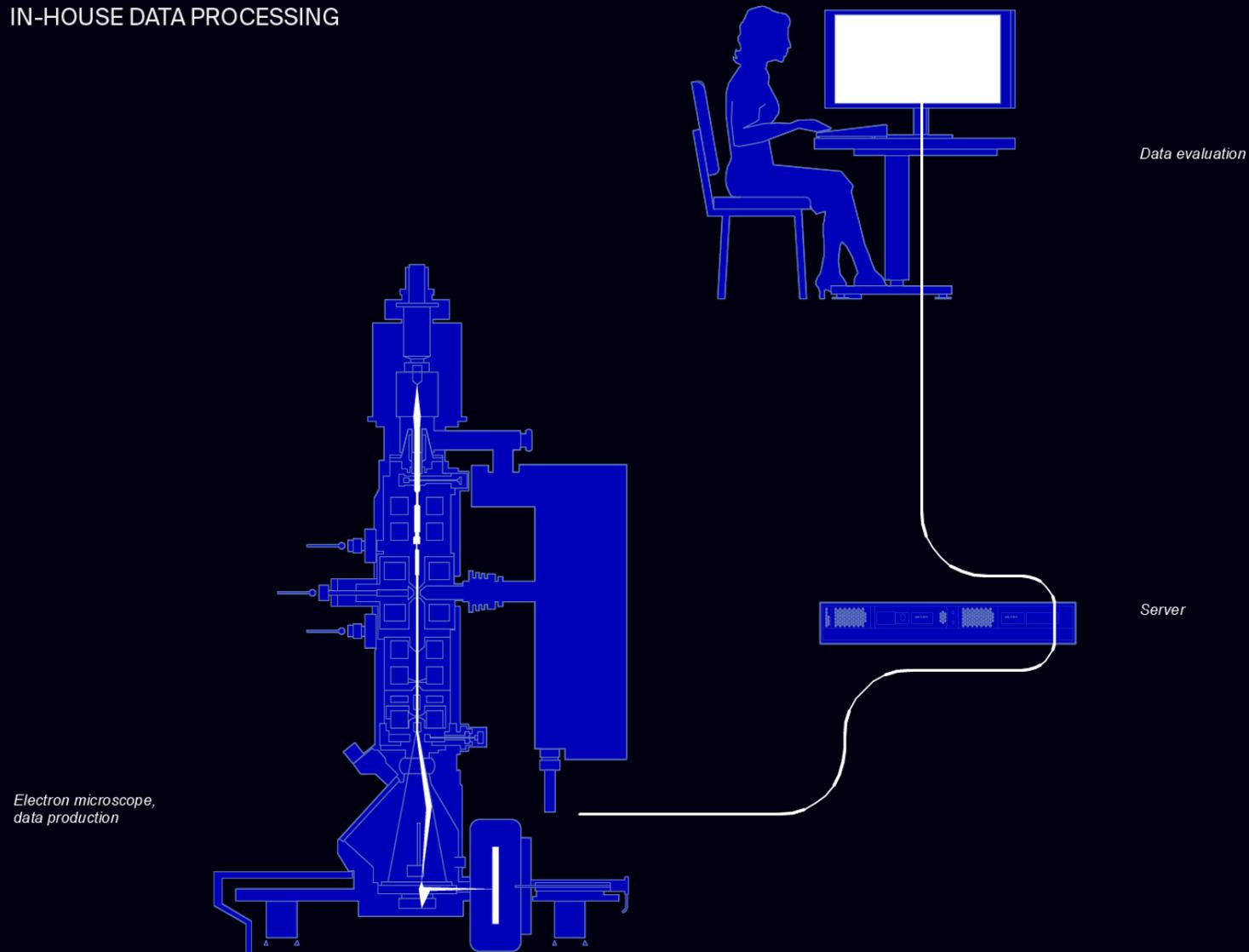


IN-HOUSE DATA PROCESSING



Microscopes are frequently used in a laboratory environment to visually examine small structures. It enables to see objects that are not visible to the eye. There are different methods to generate an image with a microscope; by sending a light or electron beam onto the sample, by detecting photon emission from the sample or by scanning the surface using a probe. Optical microscopes can easily be used by observing the refracted visible light through the eyepiece on the microscope itself.

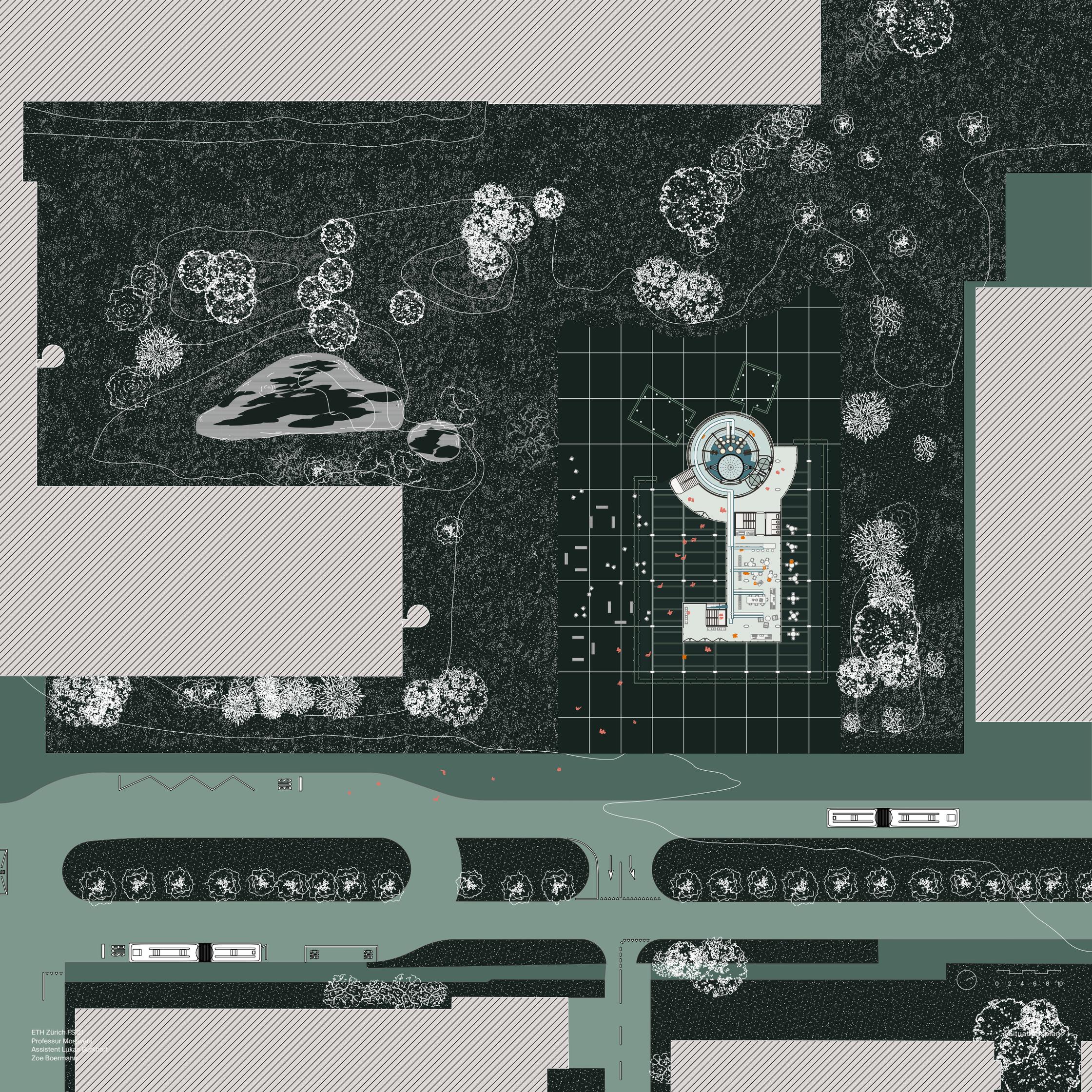
IN-HOUSE DATA PROCESSING

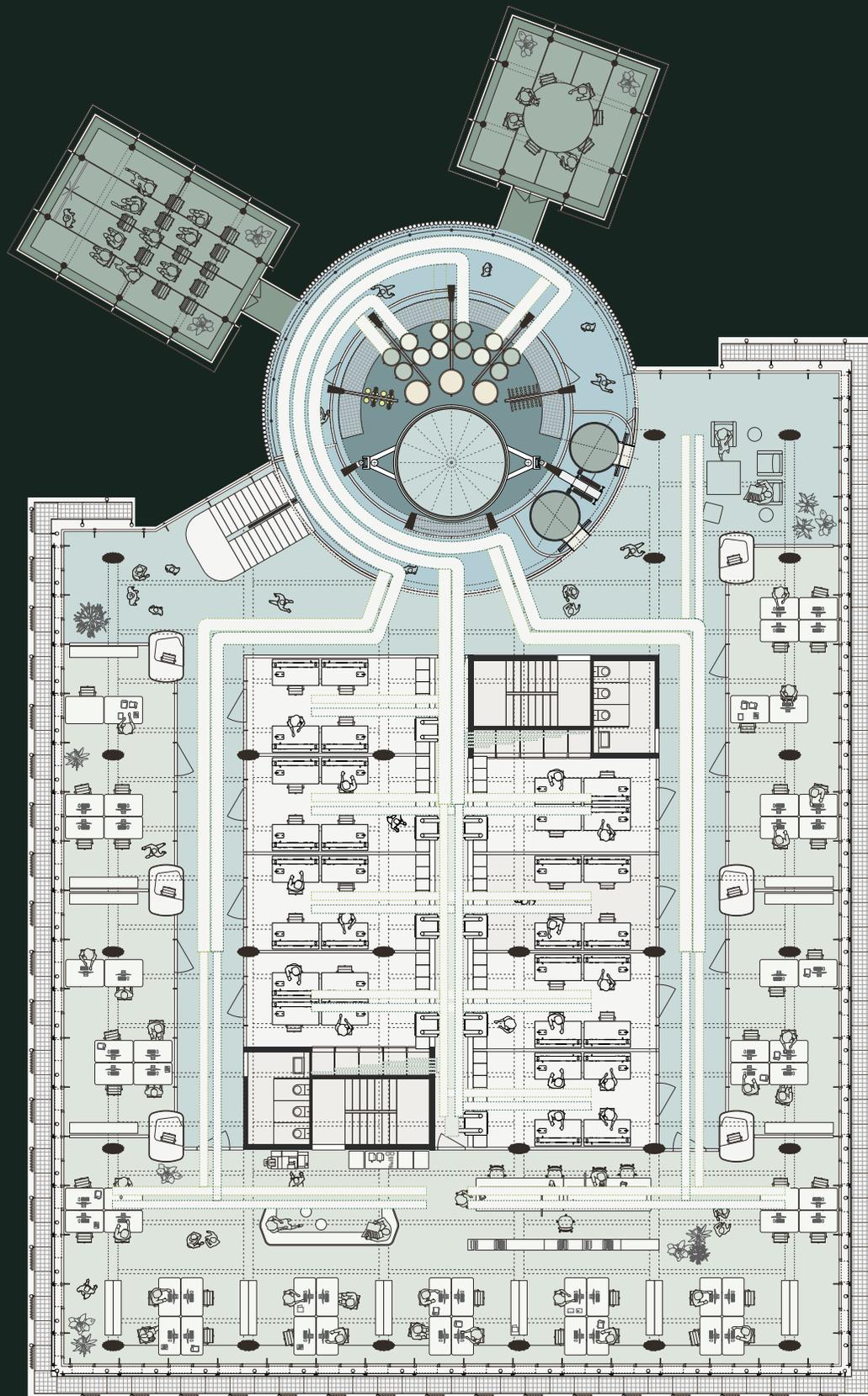


Often, pictures are seen only on a computer screen and not through a lens of the microscope itself. Such an example are electron microscopes. They use electrons as a source for illumination because the wavelength of electrons is up to 100'000 times shorter than the ones of visible light photons. Therefore, these images have a much better resolution and are far more detailed. After image-capturing, data has to be processed before an image is visible. Evaluating the images as well as processing by computers does not have to happen inside the laboratory but can be performed anywhere else.

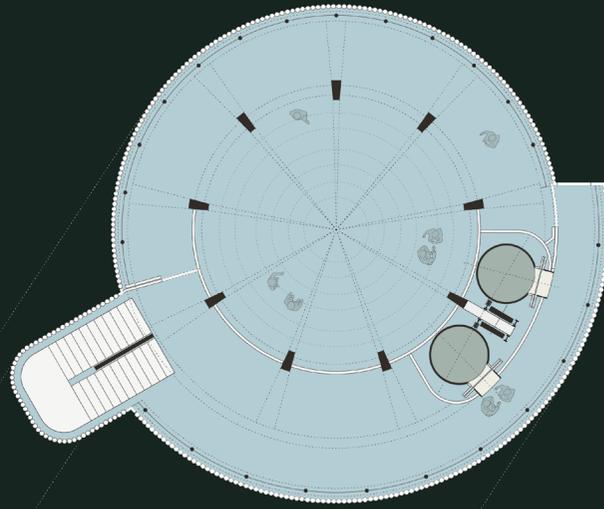
«Erschwerend kommt hinzu, dass die Wissenschaften an der Schwelle zum 21. Jahrhundert mehr denn je im Spannungsverhältnis ihrer öffentlich sowohl konstruktiv wie destruktiv wahrgenommenen Rolle stehen. Sie verkörpern einerseits den Fortschritt, andererseits werden sie jedoch auch als eine Bedrohung der menschlichen Sicherheit empfunden. Je mehr die Wissenschaften individuell spürbar die Bedingungen des Lebens verändern, umso mehr sind auch sie aufgefordert solche Veränderungen öffentlich zu diskutieren. Um den Bürger in die Lage zu versetzen, an dieser Diskussion aktiv teilzunehmen, bedarf es ebenfalls der Vermittlung mindestens allgemeiner Kenntnisse der wissenschaftlichen Entwicklung.»

Stifterverband, "Dialog Wissenschaft und Gesellschaft: PUSH-Memorandum," 1999. [Online]

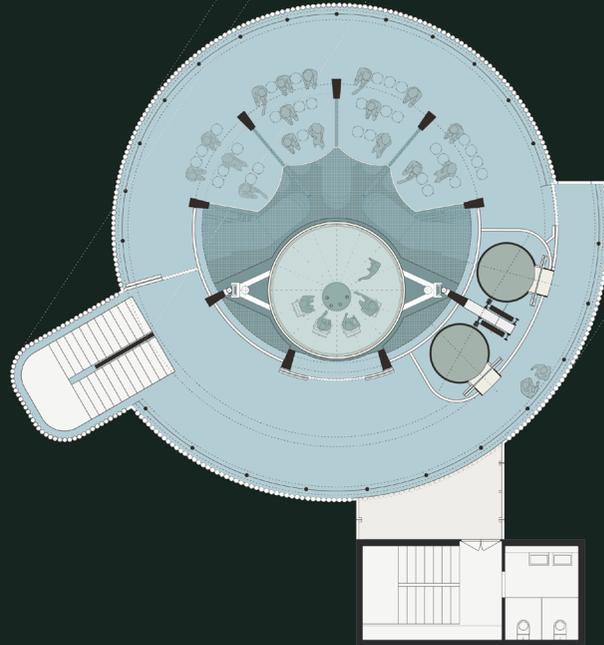




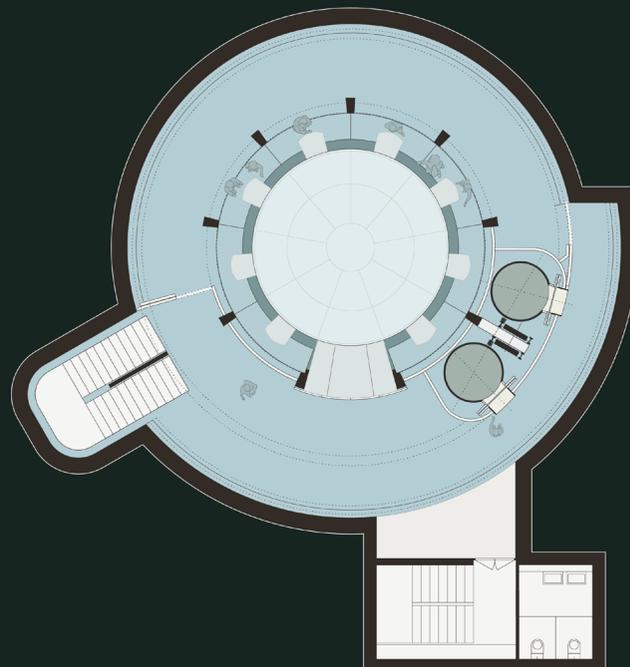
OG 14



OG 13



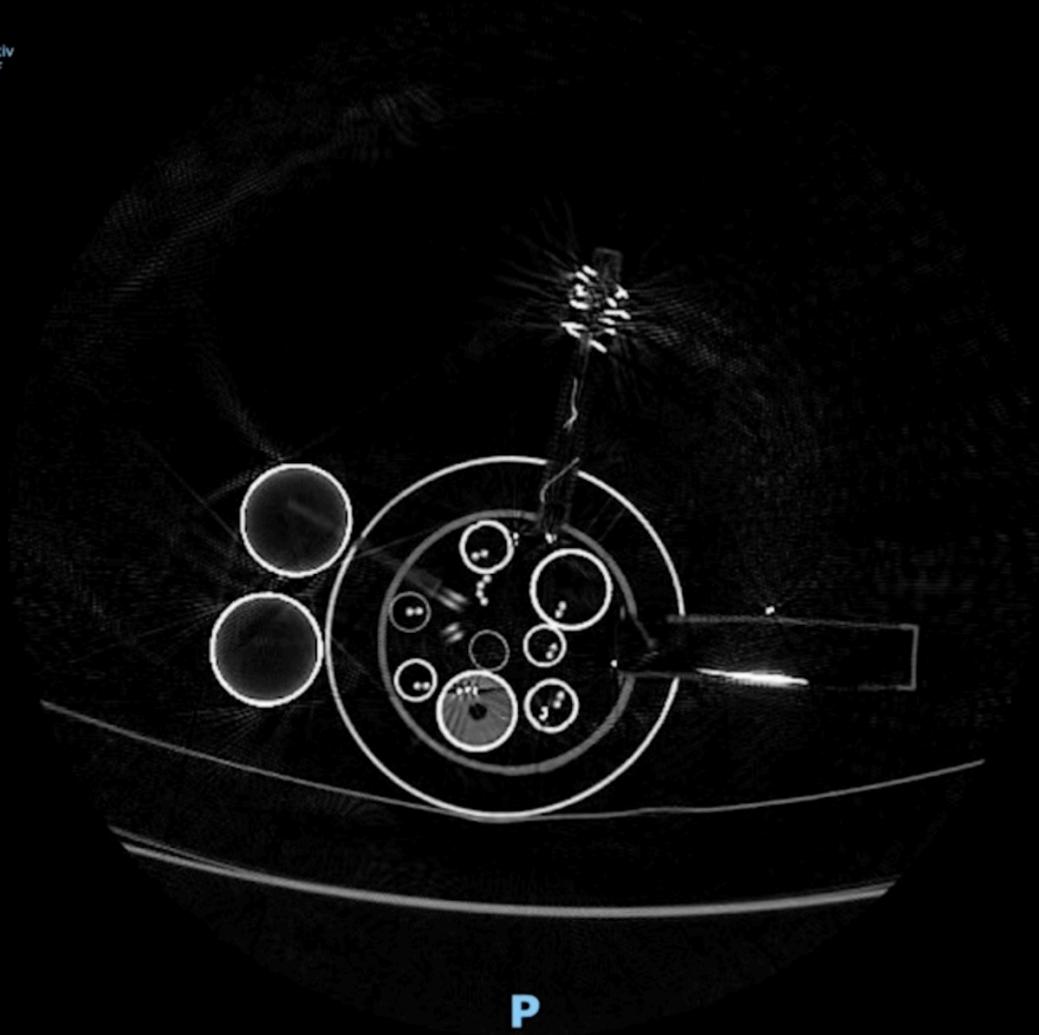
UG -5



Test, 07.05.2021, 2012473
Zug: U-ID5056566
Unters.-Beschr.: CT Abdomen nativ
Serienbeschr.: 0.625mm nativ KF
5 - 787
Verlustbehaftet

14.05.2021 13:40
Roentgeninstitut Bellevue
Pos: -444,58 mm
SW: 0,63 mm
C:256 B:2421
Zoom: 168%

R

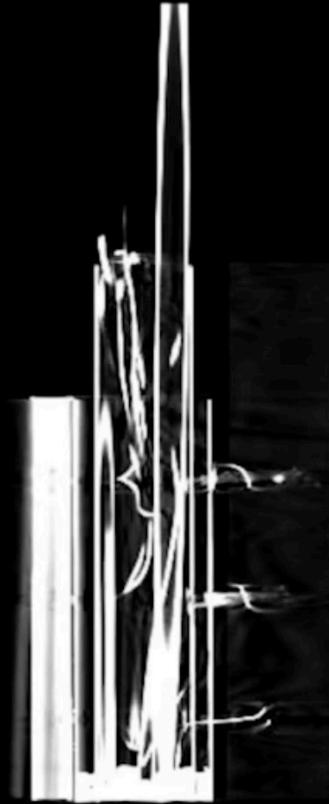


P

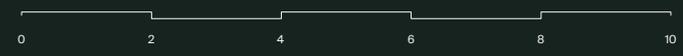
Test, 07.05.2021, 2012473
Zug: U-ID5056566
Unters.-Beschr.: CT Abdomen nativ
Serienbeschr.: MPR Abdomen nativ 3mm cor
609 - 40
Verlustbehaftet

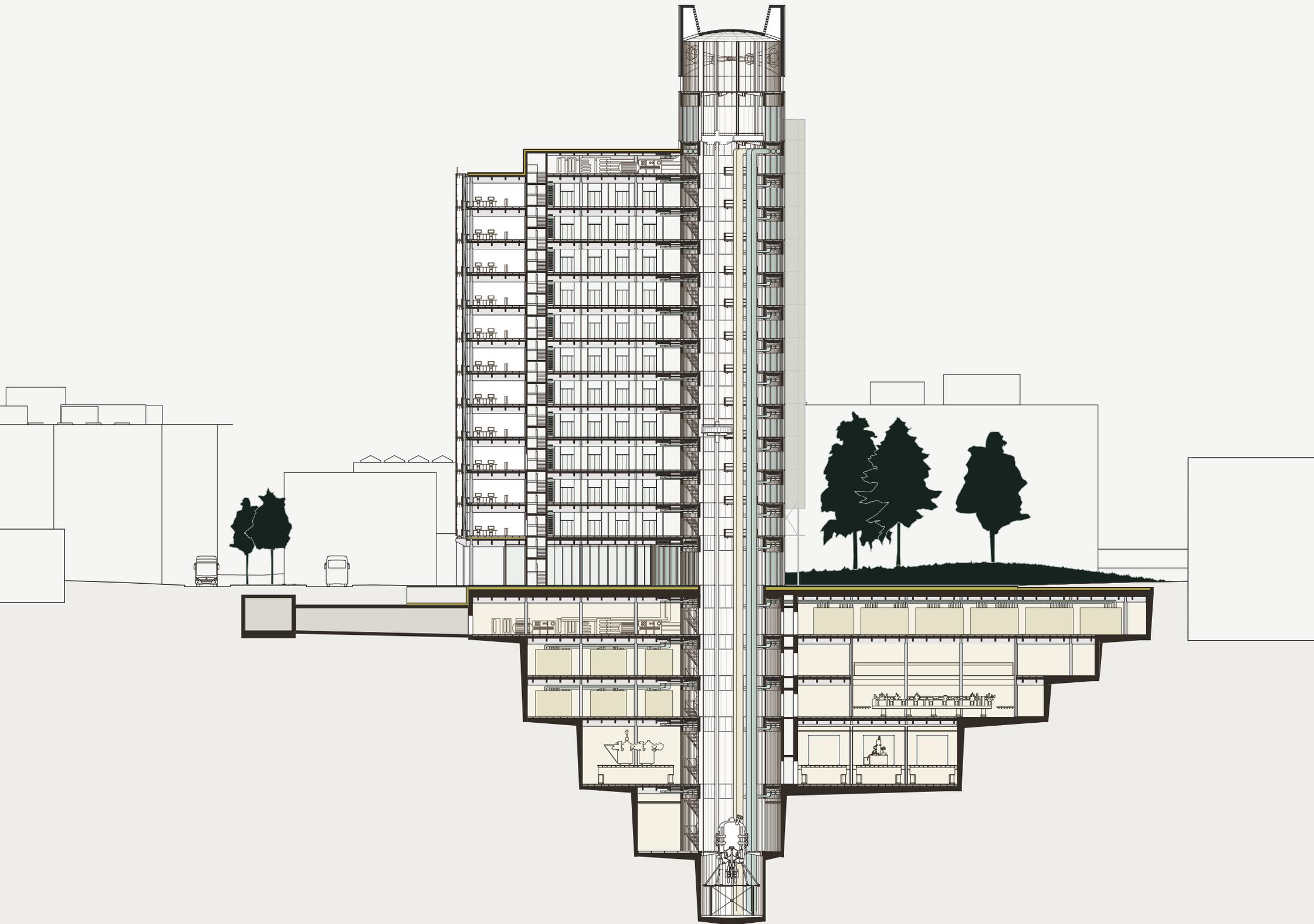
14.05.2021 13:50
Roentgeninstitut Bellevue
Pos: -27,24 mm
SW: 3,00 mm
C:-835 B:302
Zoom: 145%

R



I





Röntgeninstitut Bellevue
14.08.2021 13:33:28
GE MEDICAL SYSTEMS
cluster
28.0.83 mm

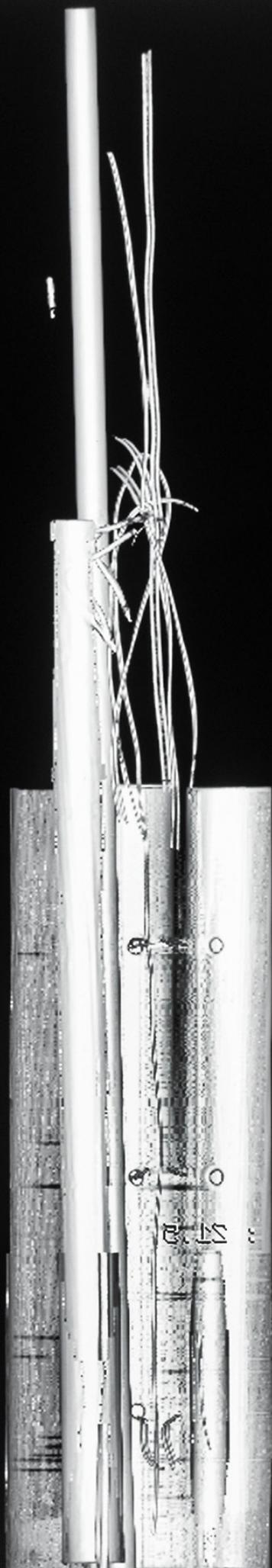
< 401 - 1 >
Serie Beschrt.: rec 2
Untersuchungs-Beschrt.: CT Abdomen nativ
Patienten-Pos.: HFS
Stud Nr.: U-10202222
212
211
210 AM.Nr. of Know: 2015473
01.01.2000
Tel: 07.08.2021

500 Px

A

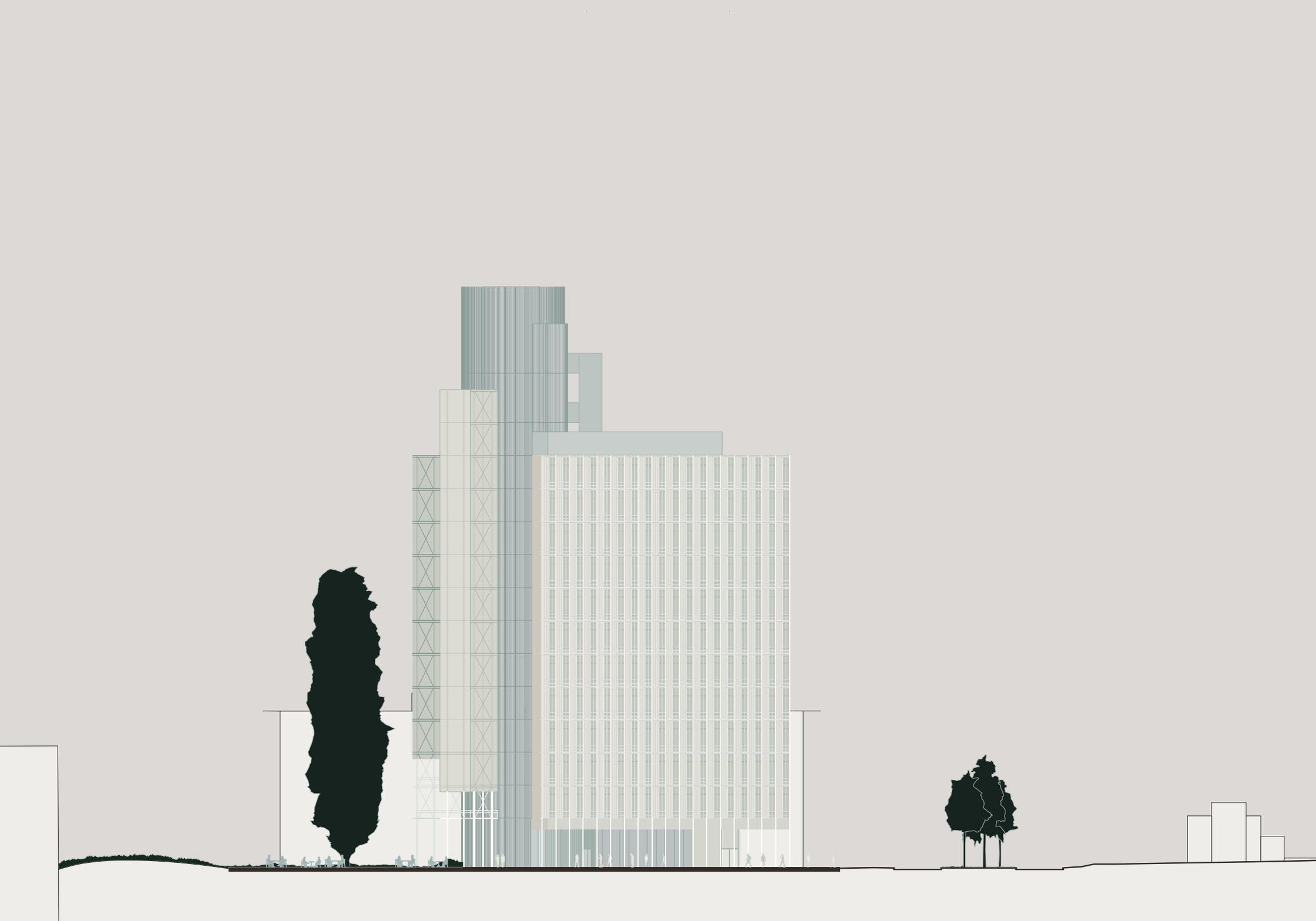


0 8
0 M



212 : 211

Am\rot
qs2a



«Es ist eine Eigenheit des schweizerischen Forschungssystems, dass es nur die Anwendungen von Wissen betont, die nützlich sind: Medikamente, Roboter, Brücken. Der Pragmatismus der Schweiz schlägt sich im Bild von Wissenschaft und Forschung nieder, das sie propagiert. Bezeichnend dafür ist, dass hierzulande die Figur des öffentlichen Intellektuellen, der die Macht des Faktischen mit ungehörigen Gedanken herausfordert, nahezu unbekannt ist. Die Schweiz mag keine räsonierenden und spintisierenden Philosophinnen; gross ist das Misstrauen gegenüber «Klugschwätzern». Vielmehr mag die Schweiz Experten, also Leute, die für ein Problem eine realistische und praktikable Lösung anbieten: Politologen, Juristinnen, Ökonomen, Naturwissenschaftlerinnen. Es ist nicht der Intellektuelle, es ist der visionäre Ingenieur oder Datenanalytiker, der in der Öffentlichkeit hohes Ansehen genießt.»

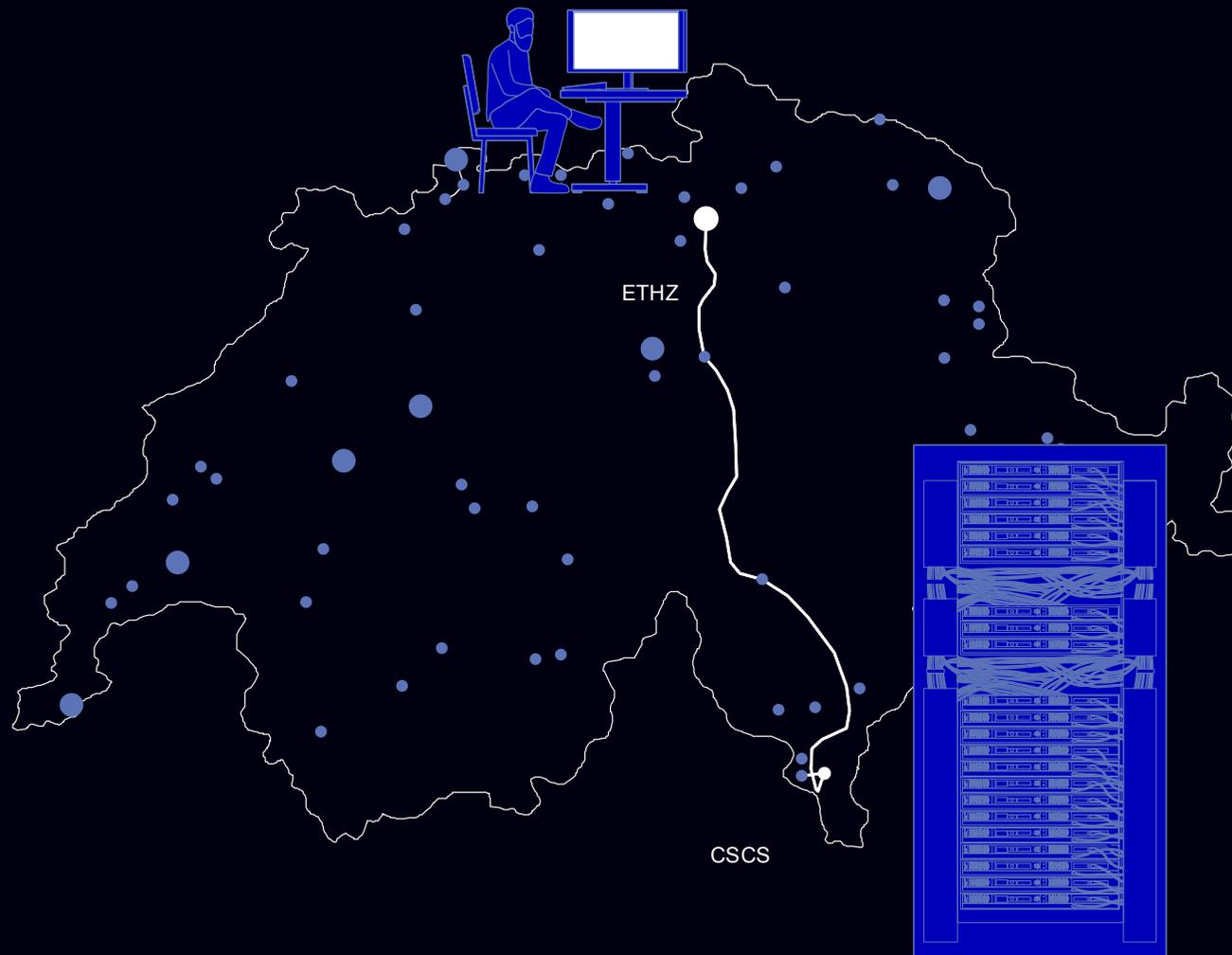
U. Hafner, Forschung in der Filterblase: Die Wissenschaftskommunikation der Schweizer Hochschulen in der digitalen Ära. Hier und Jetzt Verlag, 2020.

NATIONAL DATA PROCESSING



There is a physical internet network connection within Switzerland that uses the technology of switch lan. Similar to a computer network within a university campus, a computer network within Switzerland was established. It connects all the important competence centers and was set up by the ETHs. Therefore, it interconnected the different ETH locations with each other since the beginning. This ensures the connection of data input/generation (research), data storage and data processing, for example for the use of supercomputers.

NATIONAL DATA PROCESSING



Supercomputers are computers with extremely high level of performance compared to general purpose computers.

They play an important role in computational science and are most often used for quantum mechanics, weather forecasting, climate research, oil and gas exploration, molecular modeling and physical simulations. Research groups of the ETH Zurich use for example a Supercomputer called *Piz Daint* that is located at the Swiss National Supercomputing Centre CSCS in the canton of ticino. To access the computer, researchers connect with it remotely via a terminal in their office.

The Piz Daint supercomputer has been upgraded several times since its installation. With the last update in 2016, Piz Daint implemented the last step of the Swiss "High Performance Computing and Networking" initiative (HPCN) of the ETH Board and became the third fastest supercomputer in the world in 2017. Starting in April 2023, Piz Daint will be replaced by a new supercomputer.

Jährlicher Kältebedarf C von Standardnutzungen nach SIA 2024

3.2 Grossraumbüro	37 W/m ²	*	3800m ²
3.3 Sitzungszimmer	52 W/m ²	*	1200m ²
9.3 Laborraum	65 W/m ²	*	6650m ²
10.1 Lagerraum	0 W/m ²	*	2960m ²
12.2 Verkehrsfläche 24h	20 W/m ²	*	1200m ²
12.3 Treppenhaus	0 W/m ²	*	450m ²

Energiebedarf Kälte KW

3.2 Grossraumbüro	140.6 KW
3.3 Sitzungszimmer	62.4 KW
9.3 Laborraum	432.25 KW
10.1 Lagerraum	0 KW
12.2 Verkehrsfläche 24h	24 KW
12.3 Treppenhaus	0 KW

659.25 KW

Energiebilanz (März/September)

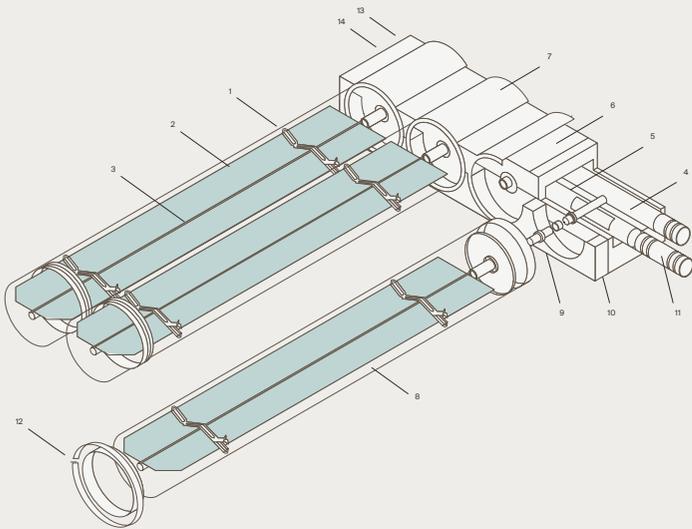
Energiebedarf (Kälte)
 $A_{\text{Raumkategorie}} \cdot \text{Kälte W/m}^2 = \text{Energiebedarf KälteQ (kW)}$ 659.3

Energieeintrag der Vakuumröhrenkollektoren

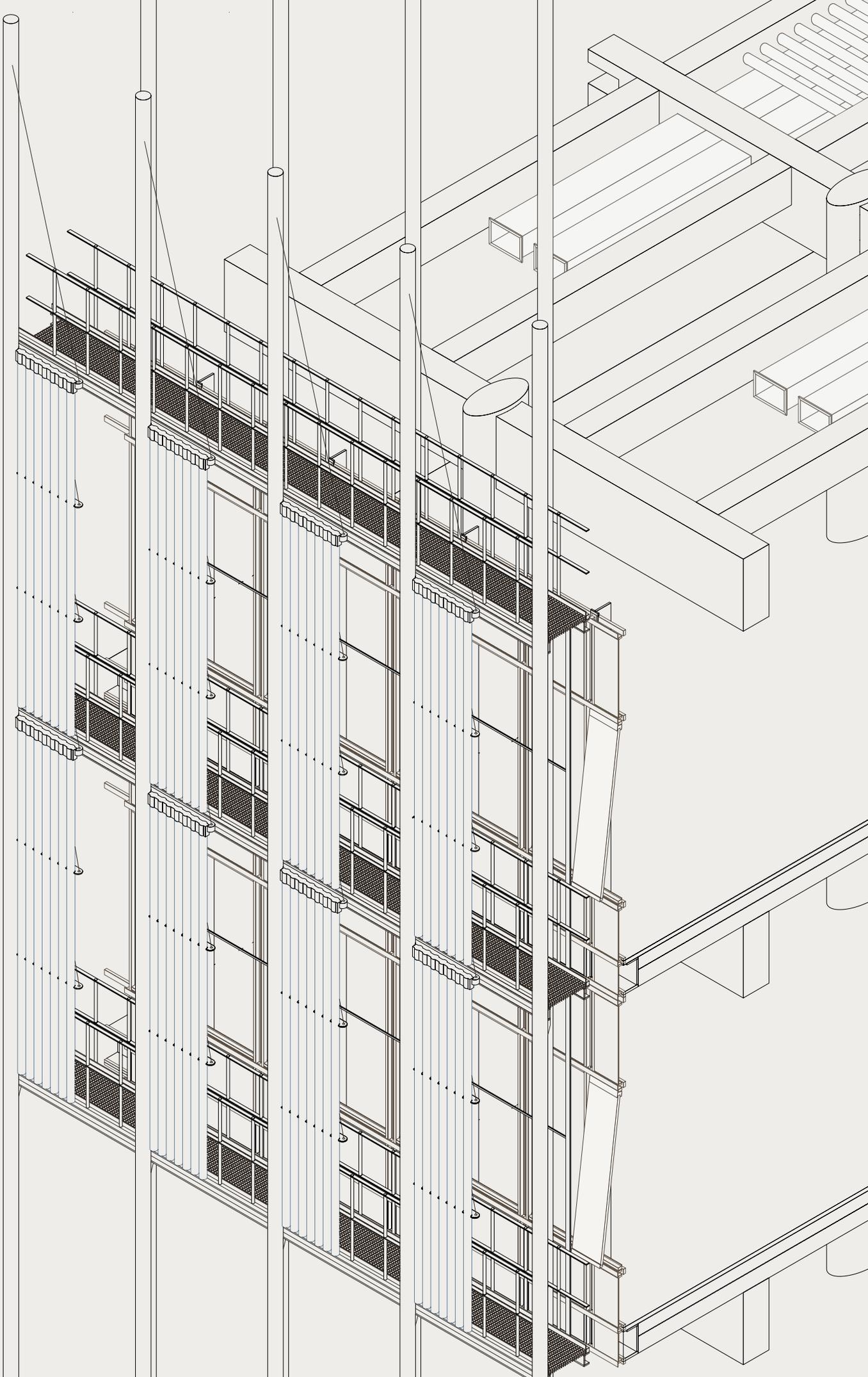
$A_{\text{kollektoren}} \cdot f_{\text{Appertur}} \cdot f_{\text{konvers}} \cdot f_{\text{Ausrichtung}} = A_{\text{eff}}$
 $A_{\text{eff}} \cdot Wp = Q$

Anzahl Röhren	8	
Feldbreite	0.1	
Faktor Appertur A	0.7	
Konversionsfaktor η_0	0.7	
Faktor Ausrichtung (Süd-West / Süd-Ost)	0.88	
Faktor Ausrichtung (Nord-Ost)		
Wattpeak W/m ²	1000	
Energieeintrag Q (kW)	5871	
Fremdenergie Q (kW)	72.15	10.9%

Der Kühlbedarf des Gebäudes kann zu **89%** mit Sonnenenergie gedeckt werden.



1. Vakuumröhre (Borosilikatglas)
2. Absorber (Sunselect)
3. Fluidrohr (~12mm)
4. Sammler
5. Tauchhülse für Kollektorfühler
6. Isolierung
7. Gehäuse
8. Barium-Getter
9. Verschraubung
10. Innenrohr (6mm)
11. Schnellverbinder
12. Befestigung
13. Kollektor-Eingang
14. Kollektor-Ausgang



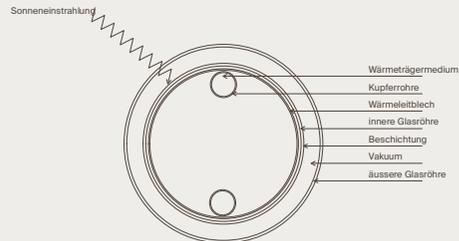
Solares Kühlen

Mittels Vakuum-Röhrenkollektoren, die über drei Fassaden verteilt werden, kann ein Grossteil der benötigten Kälteenergie für das Laborgebäude gedeckt werden.

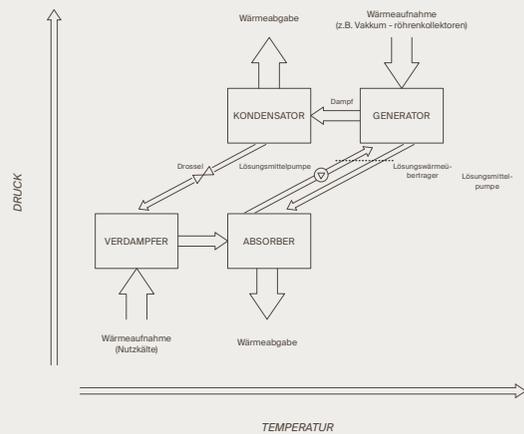
Die Verteilung der Kollektoren über die Südwest, Südost und Nordostfassade erfolgt dynamisch; an den Südfassaden werden mehr Achsen Röhrenkollektoren angebracht, als an der Nordfassade. An den Südfassaden tragen die grösseren durch die Röhrenkollektoren bedeckten Fassadenflächen zusätzlich zur Beschattung in den dahinterliegenden Büroräumen bei. Die in den Glasröhren angebrachten Kollektorflächen können zusätzlich in ihrer Neigung variieren, sodass sie den bestmöglichen Winkel zur Sonneneinstrahlung einnehmen und auf die Gestaltung der Fassade abgestimmt werden können.

Ein das Vakuumröhren-Kollektorsystem durchfliessendes Fluid wird durch die Kollektoren erhitzt und kann mittels einer Absorptionskältemaschine in Kälteenergie umgewandelt und zur Kühlung der Büro- und Laborflächen bereitgestellt werden.

Aufbau Vakuum-Röhrenkollektor



Funktionsprinzip Absorptionskältemaschine



Energieeintrag Vakuum - röhrenkollektoren

$$Q_{\text{Gesamt}} = \eta \cdot G \cdot A_{\text{Apertur}}$$

η_0 = Konversionsfaktor

G = Sonneneinstrahlung in W/m²

A = Aperturfläche

1kWh = 3600kWs = 3.6 MJ

SW-Fassade							Faktor Ausrichtung (SO)		0.9			
		Fassadenlänge					32		Faktor Apertur A		0.7	
		Achsmass					1.8		Konversionsfaktor		η_0	
		Anzahl Achsen					178		Wattpeak		Wp	
Feldbreite		0.1									1000	
	Röhren	Höhe	Element	Geschosse	Felder	Fläche	Appertur	Konversion	A _{eff}	G	Energie	
			m ²	Anz.	Anz.	m ²	m ²	m ²	m ²	W/m ²	kWh	
Kollektor	3	4.15	1.2	10	17.8	221.6	155.1	105.5	92.8	1'000m ²	92.8	
	4	4.15	1.7	10	17.8	295.5	206.8	140.6	123.8	1'000m ²	123.8	
	5	4.15	2.1	10	17.8	369.4	258.5	175.8	154.7	1'000m ²	154.7	
	8	4.15	3.3	10	17.8	591.0	413.7	281.3	247.5	1'000m ²	247.5	

SO-Fassade							Faktor Ausrichtung (SO)		0.9			
		Fassadenlänge					28		Faktor Apertur A		0.7	
		Achsmass					1.8		Konversionsfaktor		η_0	
		Anzahl Achsen					15.6		Wattpeak		Wp	
Feldbreite		0.1									1000	
	Röhren	Höhe	Element	Geschosse	Felder	Fläche	Appertur	Konversion	A _{eff}	G	Energie	
			m ²	Anz.	Anz.	m ²	m ²	m ²	m ²	W/m ²	kWh	
Kollektor	3	4.15	1.2	10	15.6	193.7	135.6	92.2	81.1	1'000m ²	81.1	
	4	4.15	1.7	10	15.6	258.2	180.8	122.9	108.2	1'000m ²	108.2	
	5	4.15	2.1	10	15.6	322.8	225.9	153.6	135.2	1'000m ²	135.2	
	8	4.15	3.3	10	15.6	516.4	361.5	245.8	216.3	1'000m ²	216.3	

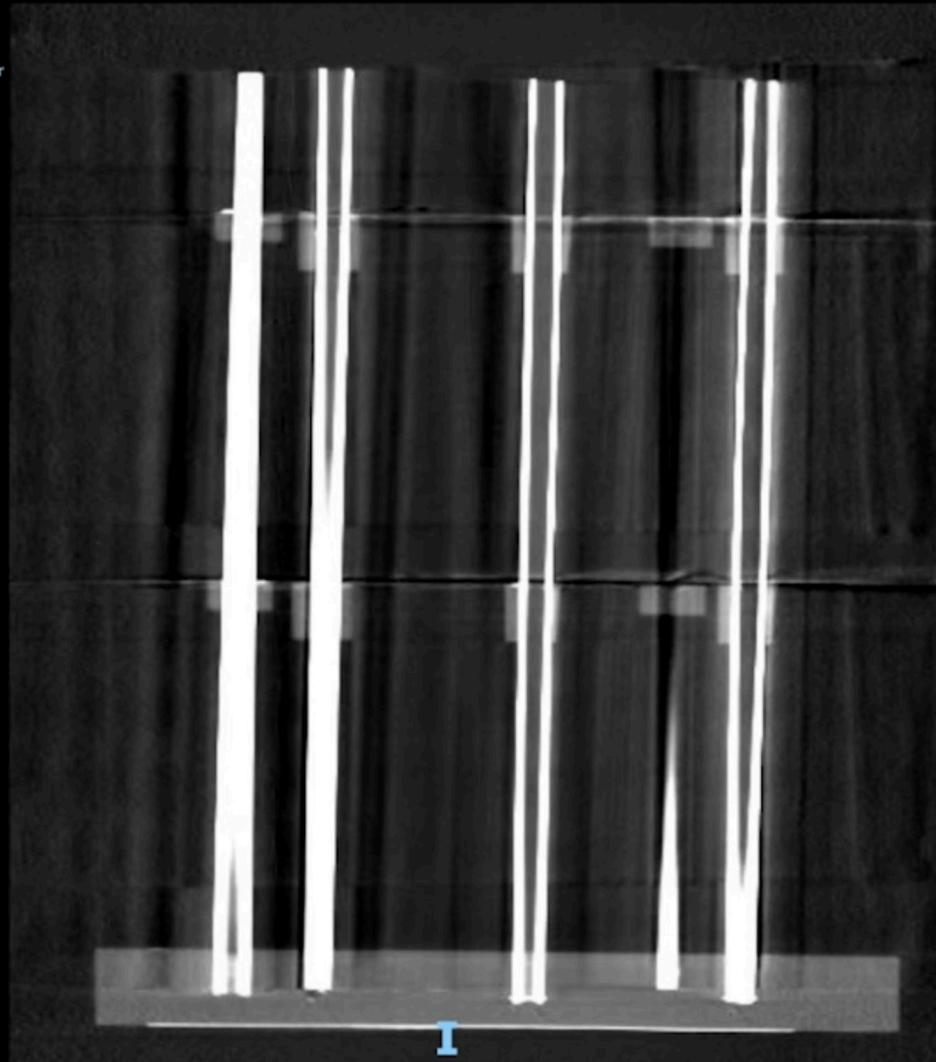
NO-Fassade							Faktor Ausrichtung (SO)		0.4			
		Fassadenlänge					36		Faktor Apertur A		0.7	
		Achsmass					1.8		Konversionsfaktor		η_0	
		Anzahl Achsen					20		Wattpeak		Wp	
Feldbreite		0.1									1000	
	Röhren	Höhe	Element	Geschosse	Felder	Fläche	Appertur	Konversion	A _{eff}	G	Energie	
			m ²	Anz.	Anz.	m ²	m ²	m ²	m ²	W/m ²	kWh	
Kollektor	3	4.15	1.2	10	20	249.0	174.3	118.5	46.2	1'000m ²	46.2	
	4	4.15	1.7	10	20	332.0	232.4	158.0	61.6	1'000m ²	61.6	
	5	4.15	2.1	10	20	415.0	290.5	197.5	77.0	1'000m ²	77.0	
	8	4.15	3.3	10	20	664.0	464.8	316	123.3	1'000m ²	123.3	

	Röhren	Höhe	Element	Geschosse	Felder	Fläche	Appertur	Konversion	A _{eff}	G	Energie
			m ²			m ²	m ²	m ²	m ²	W/m ²	kWh
Total						0.0	0.0	316.2	220.2	1'000m ²	220.2
						0.0	0.0	421.6	293.6	1'000m ²	293.6
						0.0	0.0	527.0	367.0	1'000m ²	367.6
						0.0	0.0	843.2	587.1	1'000m ²	587.1

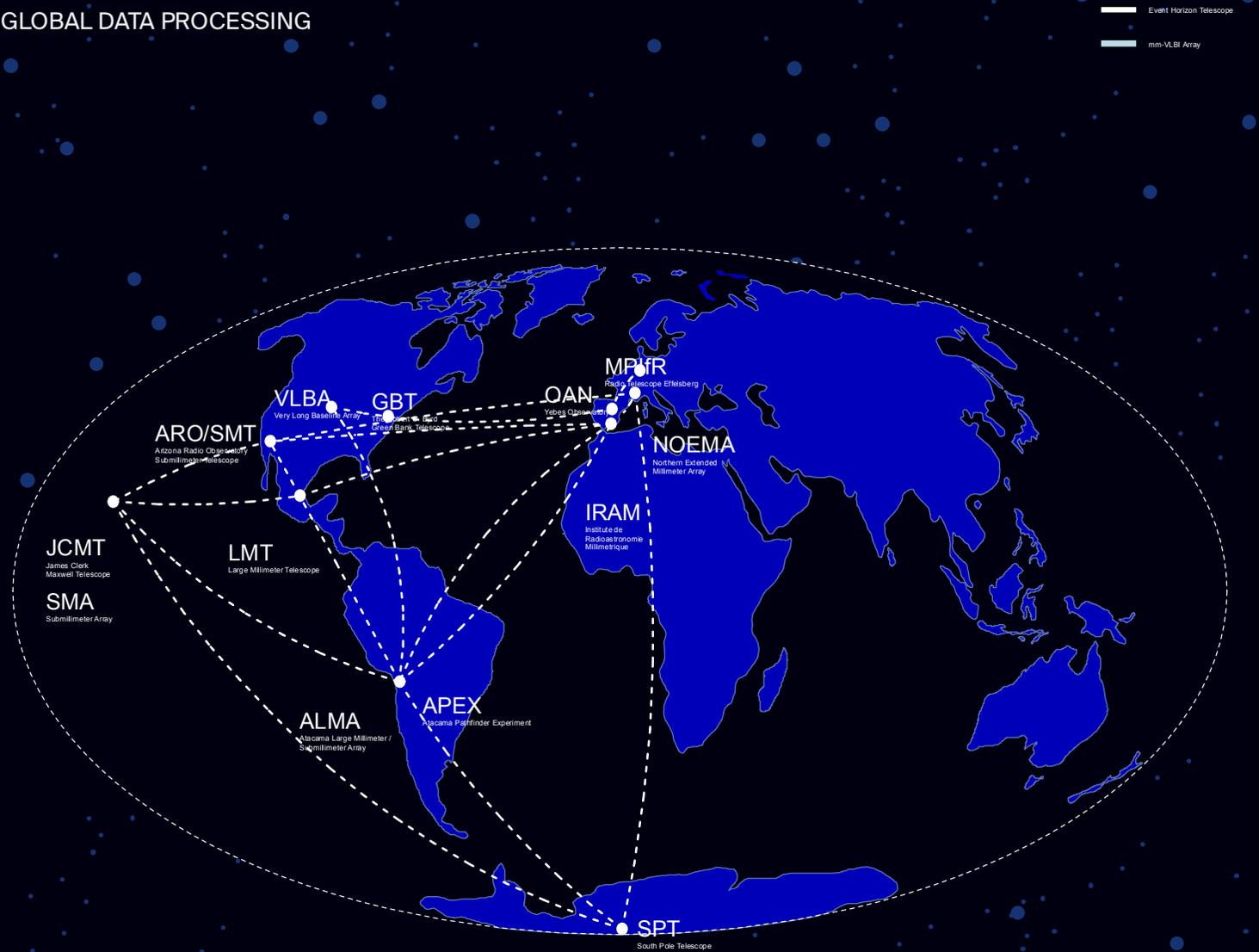
Test, 07.05.2021, 2012473
Zug: U-ID5057166
Unters.-Beschr.: CT Abdomen
Serienbeschr.: MPR Abdomen pv 3mm cor
606 - 92
Verlustbehaftet

17.05.2021 14:22
Roentgeninstitut Bellevue
Pos: -16,00 mm
SW: 3,00 mm
C:-968 B:95
Zoom: 168%

R

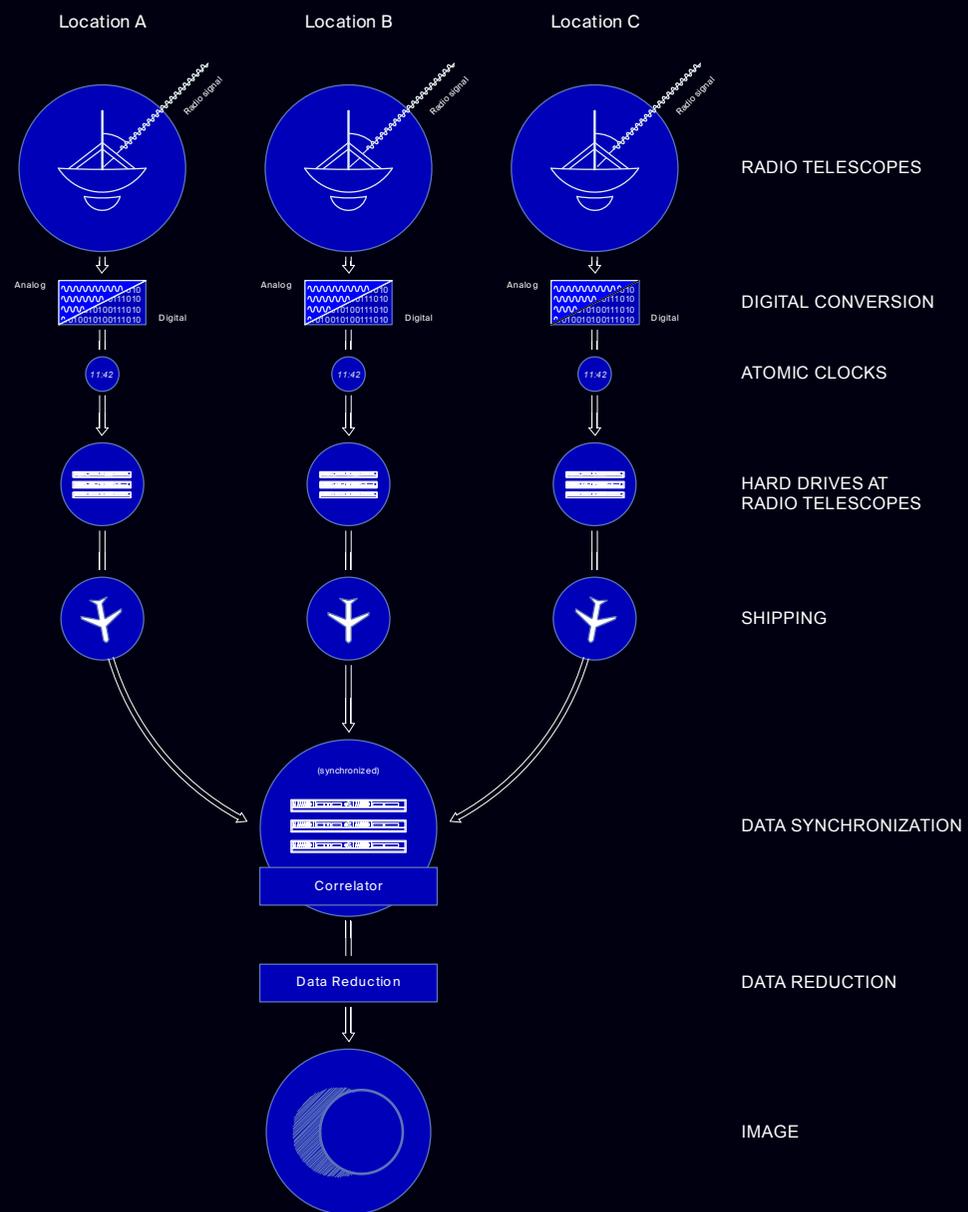


GLOBAL DATA PROCESSING

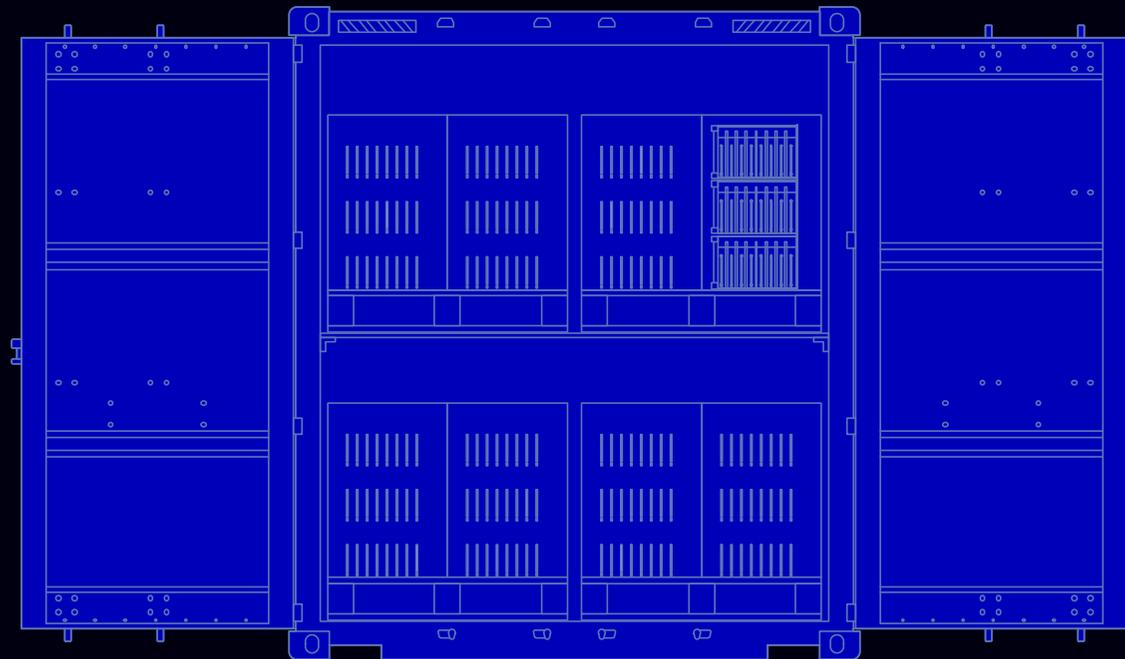


International collaborations are necessary to perform high-tech research. The Event Horizon Telescope project is a global collaboration launched in 2009. It consists of a global network of radio telescopes with an angular resolution sufficient to observe objects the size of a supermassive black hole's event horizon. Thanks to this international collaboration, the first picture of a black hole could be presented in March 2021.

GLOBAL DATA PROCESSING



GLOBAL DATA PROCESSING



If the resulting data from various experiments is too big to be sent by internet, the data is saved on numerous hard disks and has to be transported physically. In case of the Event Horizon Telescope there was no faster way to ship the Petabytes of EHT data than by loading the hard disks on to planes, ships, trains and automobiles.

To process the data it has to be brought to a variety of computer centers around the world.

For the Event Horizon Telescope one of the computer centers was the Max Planck Institute for Radio Astronomy in Bonn, Germany.

«Wissenschaft wird immer noch hauptsächlich mit Eindeutigkeit, Einstimmigkeit und Prognosensicherheit verbunden, aber jeder, der tatsächlich mit Wissenschaft zu tun hat, weiss, dass die Wissenschaft oft weder eindeutig noch einstimmig ist und meist auch keine Prognosensicherheit bieten kann. »

Aus: Volk vs. Experten: Wer lenkt die Demokratie in der Krise?, Sternstunde Philosophie, SRF Kultur

