

Erik Ehrhardt, Til Gärtner, Frederick Gerber

# **VAKUUMTECHNIK UND BEAM INSTRUMENTATION**

# Inhalt

Vakuum Definition

Pumpen

Messapparate

Beam Instrumentation

Quellen

Impressionen

# Vakuum-was ist das eigentlich?

- Lat. *vacuus* – leer
- Weitgehend leerer Raum

Druckbereich	Druck in hPa (mbar)	Moleküle pro cm <sup>3</sup>	mittlere freie Weglänge
Normaldruck	1013,25	$2,7 \cdot 10^{19}$	68 nm
Großvakuum	300...1	$10^{19} \dots 10^{16}$	0,1...100 $\mu\text{m}$
Feinvakuum	$1 \dots 10^{-3}$	$10^{16} \dots 10^{13}$	0,1...100 mm
Hochvakuum (HV)	$10^{-3} \dots 10^{-7}$	$10^{13} \dots 10^9$	100 mm...1 km
Ultrahochvakuum (UHV)	$10^{-7} \dots 10^{-12}$	$10^9 \dots 10^4$	$1 \dots 10^5$ km
extrem hohes Vakuum (XHV)	$< 10^{-12}$	$< 10^4$	$> 10^5$ km
Ideales Vakuum (IV)	0	0	$\infty$

# Herstellung eines Vakuums

- Möglichst luftdichtes Abschließen
- Schrittweises Absaugen des Luft
- Bake-out (Ausheizen)
- Währenddessen weiteres Absaugen
- Je nach Druckbereich andere Pumpen/andere Messmethoden angemessen

# Pumpen

Scrollpumpe

Drehschieberpumpe

Turbomolekularpumpe

Ionengetterpumpe

# Scrollpumpe

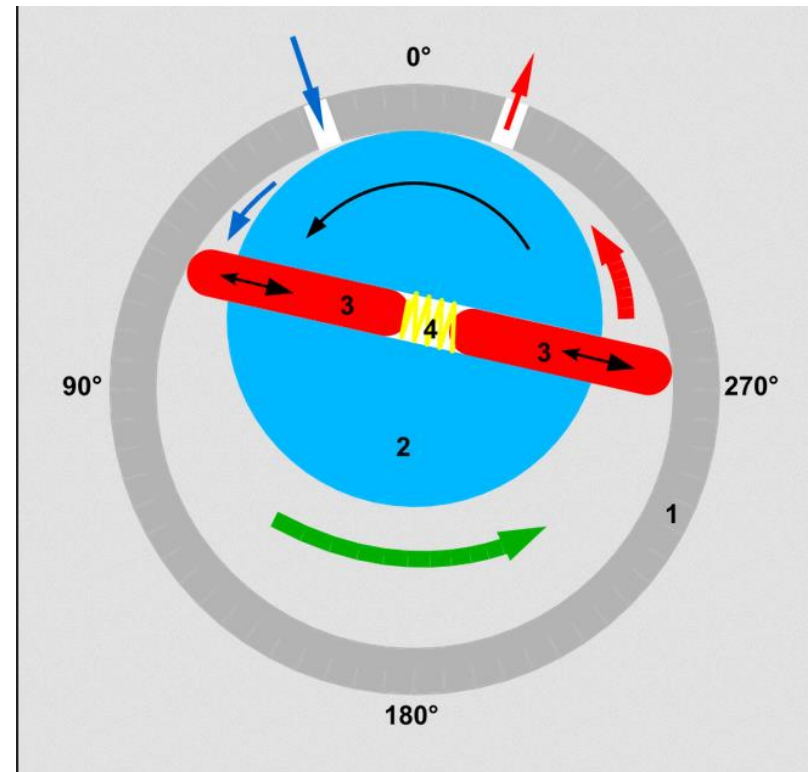
- Verkleinerung des Raums durch gegenläufige Spiralen
- Verdrängerprinzip



[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/31/Two\\_moving\\_spirals\\_scroll\\_pump.gif](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/31/Two_moving_spirals_scroll_pump.gif)  
[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Scroll\\_scrollcompressor.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Scroll_scrollcompressor.svg)

# Drehschieberpumpe

- Mechanische Pumpe
- (Aerodynamischer Effekt)
- Erfordert viel Schmierung
- Einsatz als Vorpumpe



[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rotary\\_vane\\_pump.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rotary_vane_pump.svg)

# Turbomolekularpumpe

- Pumpwirkung durch direkte Impulsübertragung
- Sehr hohe Geschwindigkeiten gefordert
- Magnetlager statt Kugellager, da die Belastungen durch Reibung zu groß sind
- $v_{schall} = 330 \text{ m/s}$
- Bei einem Durchmesser von  $100\text{mm}$  ( $U = 314\text{mm}$ ) entspricht das etwa einer Frequenz von  $1000 \text{ Hz}$

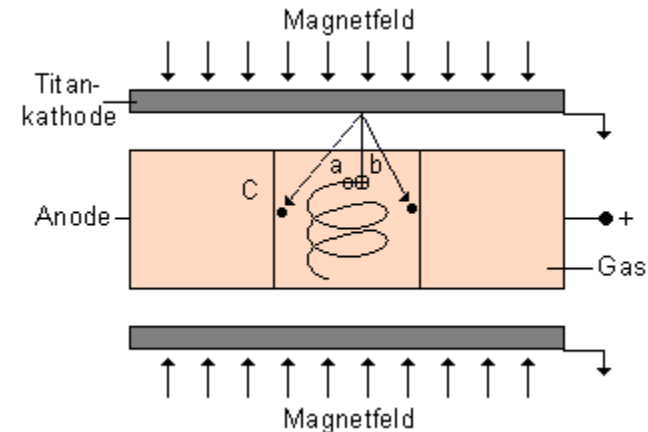


[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4c/Cut\\_through\\_turbomolecular\\_pump.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4c/Cut_through_turbomolecular_pump.jpg)



# Ionengetterpumpe

- Nichtmechanische Pumpe zum Erreichen eines Ultrahochvakuums
- Bereits vorhandenes Vakuum notwendig zum erfolgreichen Betrieb
- Ionisation von Atomen oder Molekülen
- einschließen dieser in die Wand
- Erneuerung der Oberfläche



<http://anorganik.chemie.vias.org/img/ionengetterpumpe.png>

# Messen eines Vakuums

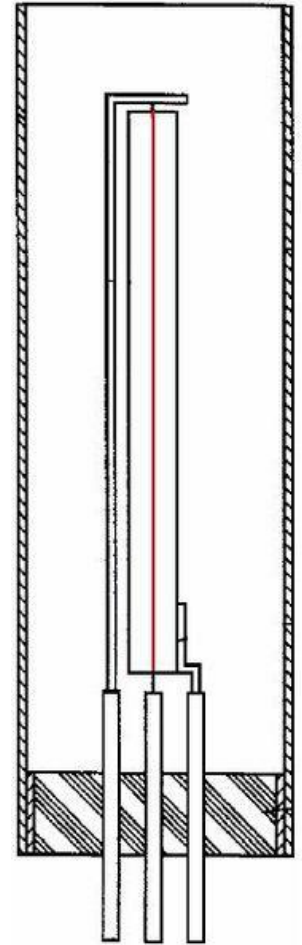
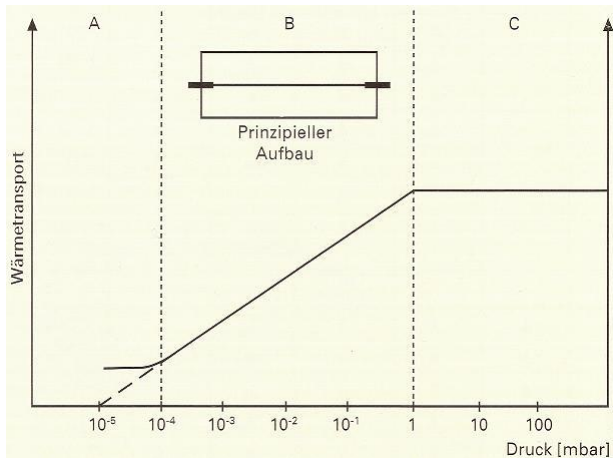
Pirani

Penning

Bayard-Alpert

# Pirani

- Wärmeleitfähigkeit von Gasen  
Druckabhängig



<https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Druck-Bereiche.JPG>

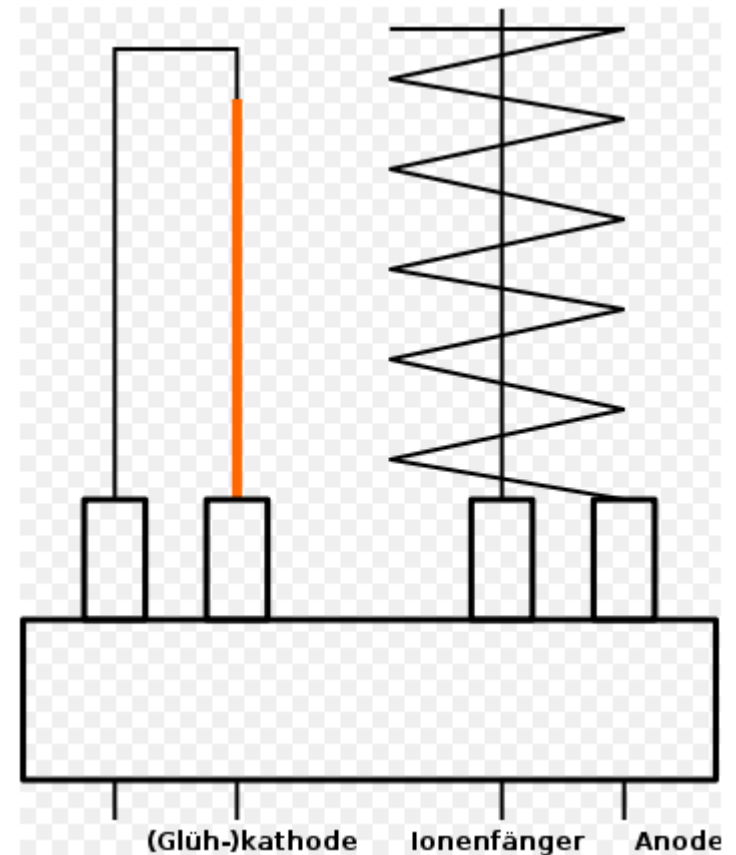
[https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Prinzipaufbau\\_eines\\_Piranivakuummeters.jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Prinzipaufbau_eines_Piranivakuummeters.jpg)

# Penning

- Druckmessgerät zur Druckbestimmung im Hoch- und Ultrahochvakuumbereich
- Druckmessung mittels elektrischer Größen, die zu den Restgaspartikeln mit der Teilchenzahldichte proportional sind
- Ionisierung (Aufbau -> ähnlich Ionenpumpe)
- Kaltionisierung (Cold Cathod Ionisation Gauge)

# Bayard Alpert

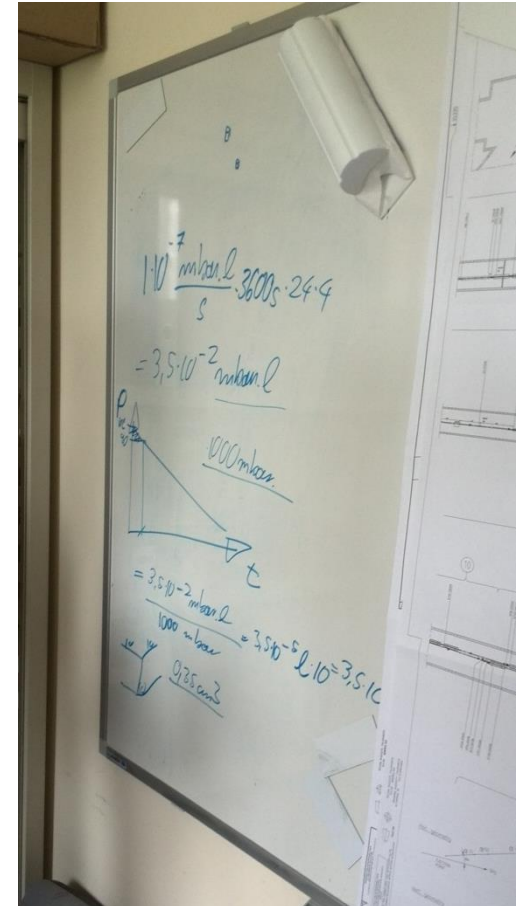
- Benötigter Strom um das Restgas zu ionisieren
- Abhängig von der Restgasmenge
- Strommessung zwischen Kathode und Anode



<https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Bayard-Alpert.svg>

# Lecks

- (RECHNUNG EINFÜGEN)
- Interne/externe Lecks
- Aufspüren von Lecks durch „Besprühen“ verdächtiger Stellen mit Helium



# Beam Instrumentation

- Messung von Strahl-
  - lage
  - intensität
  - geometrie (Querschnitt)
- Effekt bei Treffen eines Target (u.a. destruktive Verfahren)
- Synchrotron-Strahlung (u.a. nicht destruktive Verfahren)

# Beam Gas Ionisation

- Eingeben bestimmter Gasmenge in das Strahlrohr
- Ionisation der Atome durch Strahl
- Ablenkung der Atome durch Hochspannung auf einen Schirm
- Messung von Strahlgeometrie durch Abbild





# Button-Pickup

- Messung von transversaler Position des Strahls
- Strahl induziert bei Abweichung unterschiedliche Ladungen => messbar
- Problem: nichtlineares Verhalten der Messwerte



# Cantenna

- Guide Wavelength:

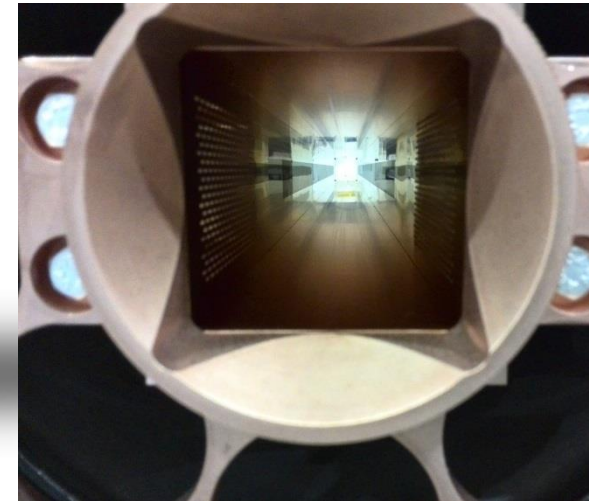
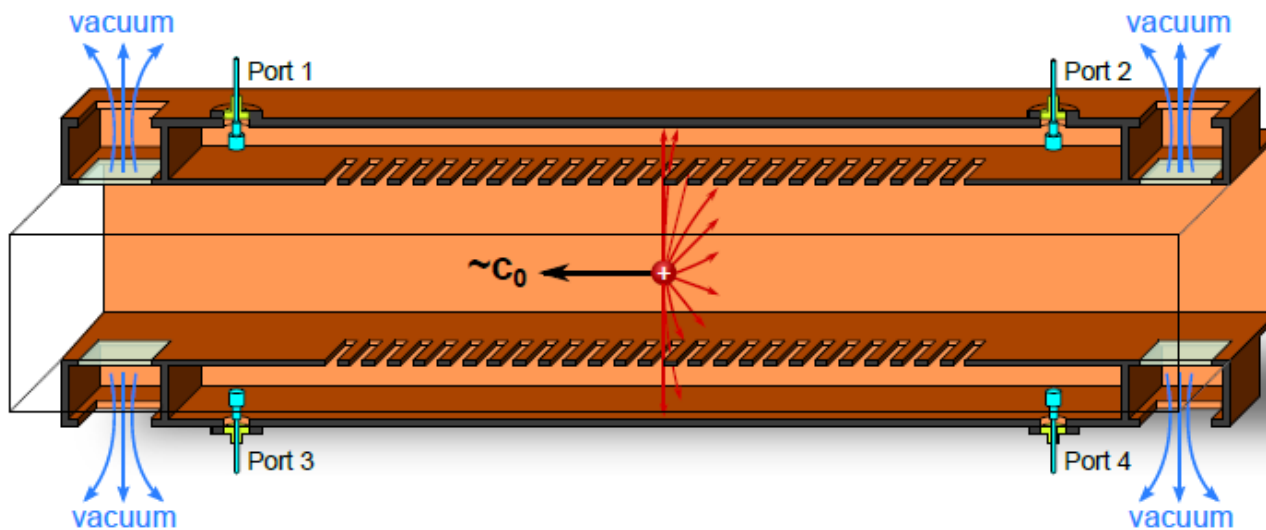
$$\lambda_g = \frac{\lambda}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\lambda}{1,705 * \lambda}\right)^2\right)}}$$

- ( $f_{W-LAN} = 2,54\text{GHz}$ )



[http://ocw.mit.edu/resources/res-ll-003-build-a-small-radar-system-capable-of-sensing-range-doppler-and-synthetic-aperture-radar-imaging-january-iap-2011/lecture-notes/MITRES\\_LL\\_003IAP11\\_lec02.pdf](http://ocw.mit.edu/resources/res-ll-003-build-a-small-radar-system-capable-of-sensing-range-doppler-and-synthetic-aperture-radar-imaging-january-iap-2011/lecture-notes/MITRES_LL_003IAP11_lec02.pdf)  
<http://rubenunteregger.files.wordpress.com/2008/09/cantennafront1.jpg>

# Schottky Monitor



# Quellen

- Mathias Ehret: Untersuchung eines breitbandigen Koaxial-Hohlleiterübergangs für einen Schotky-Strahldiagnosedetektor
- [http://ocw.mit.edu/resources/res-ll-003-build-a-small-radar-system-capable-of-sensing-range-doppler-and-synthetic-aperture-radar-imaging-january-iap-2011/lecture-notes/MITRES\\_LL\\_003IAP11\\_lec02.pdf](http://ocw.mit.edu/resources/res-ll-003-build-a-small-radar-system-capable-of-sensing-range-doppler-and-synthetic-aperture-radar-imaging-january-iap-2011/lecture-notes/MITRES_LL_003IAP11_lec02.pdf)
- Uli Raich: Präsentationssides „Beam Diagnostics Lecture 1“
- Bilder wenn nicht anders angegeben selbst aufgenommen

# Danke

*Vielen Dank an alle, die uns dieses spannende und umfangreiche Praktikum ermöglicht haben, insbesondere:*

Gerhard Schneider

Michael Betz

Clemens Kreß

Sascha Schmeling

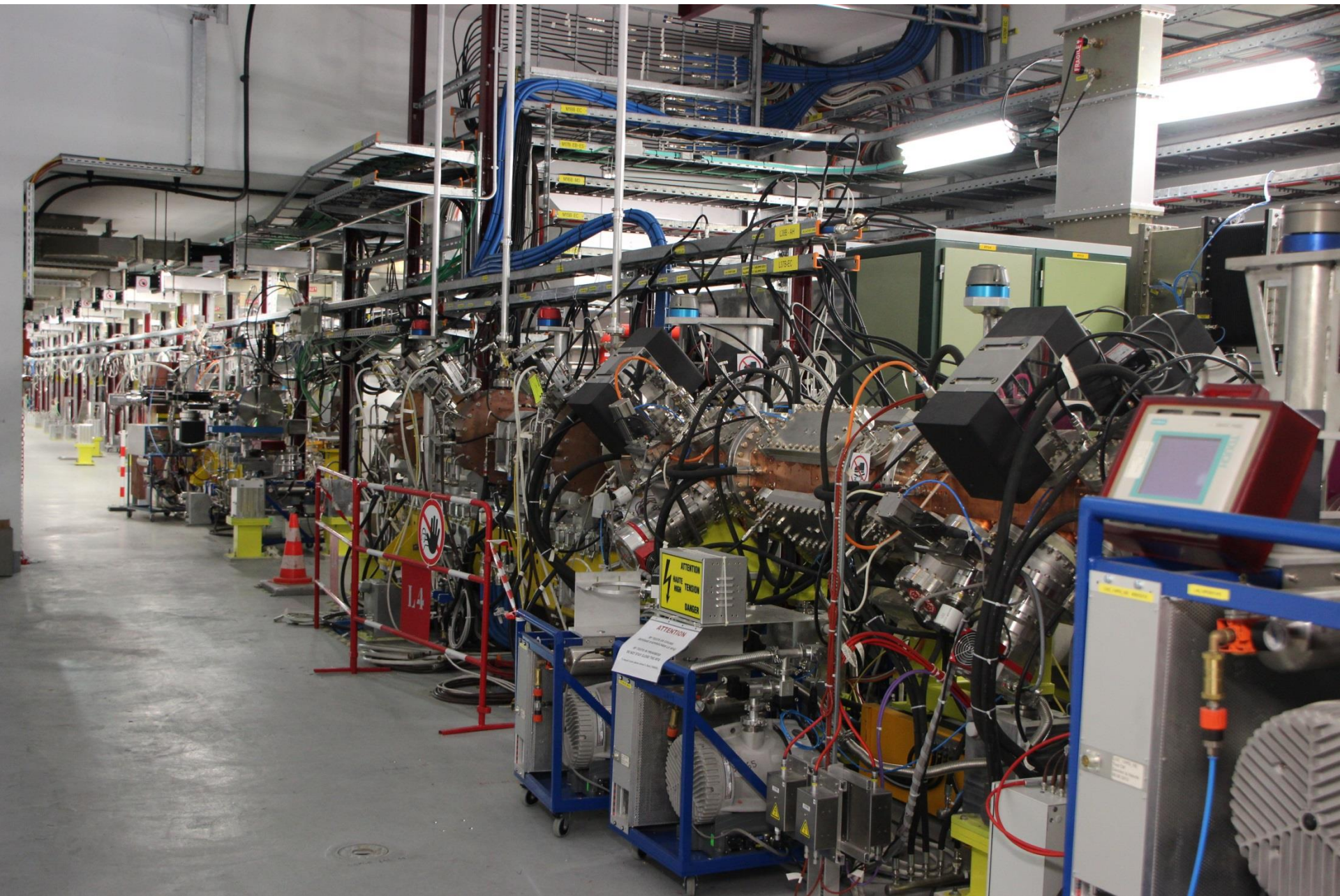
Alfonso

Cenk

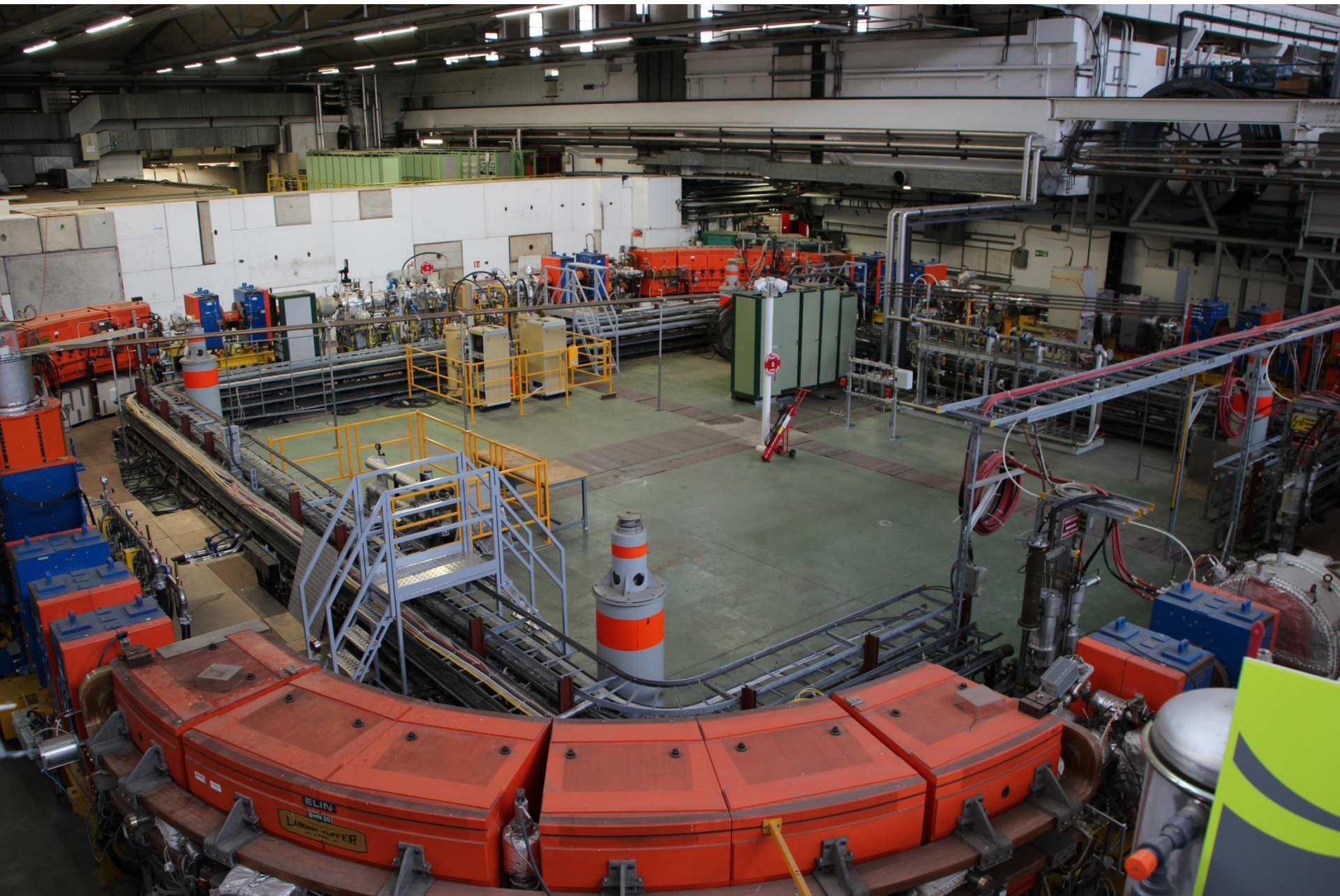
Javi

Uli





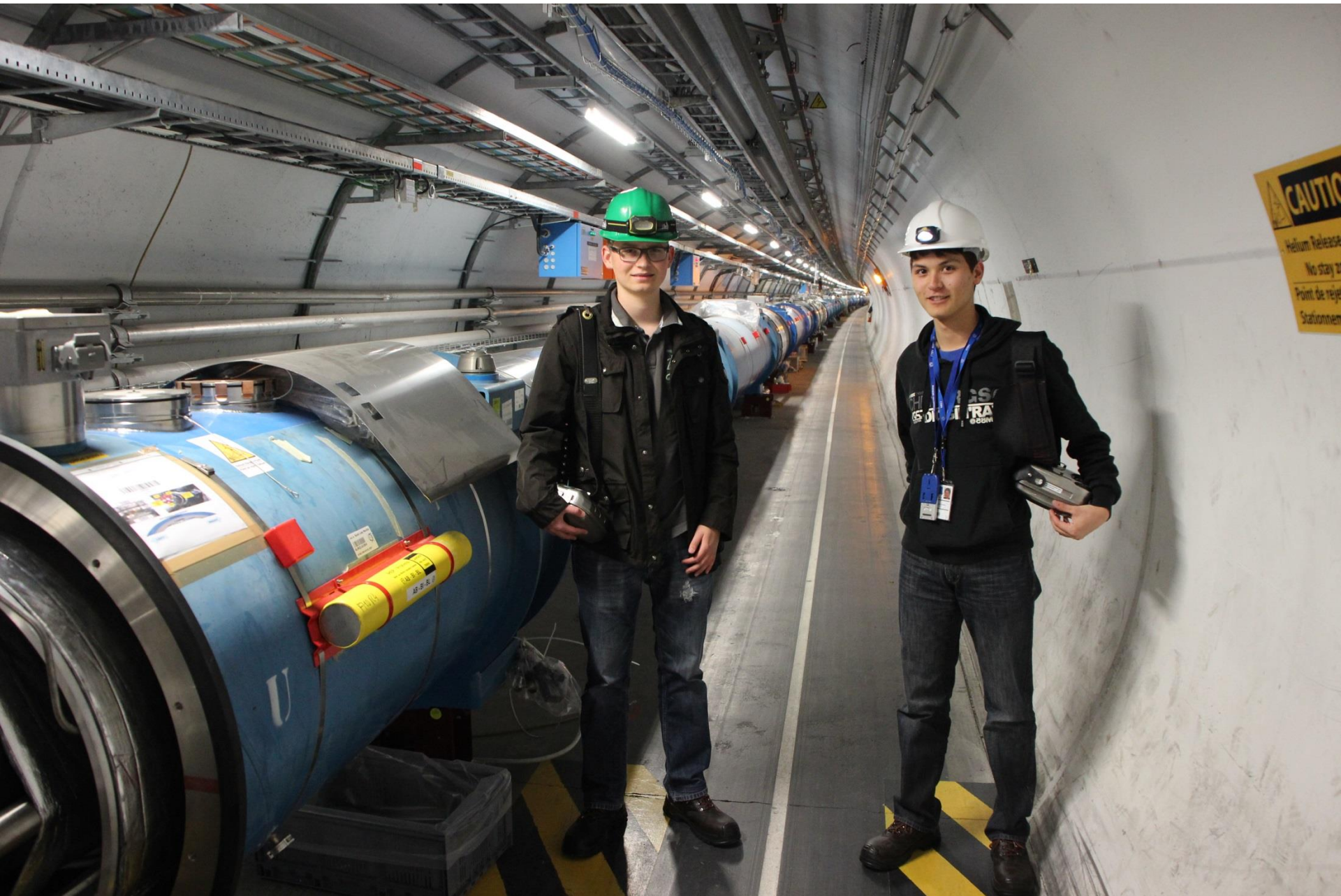








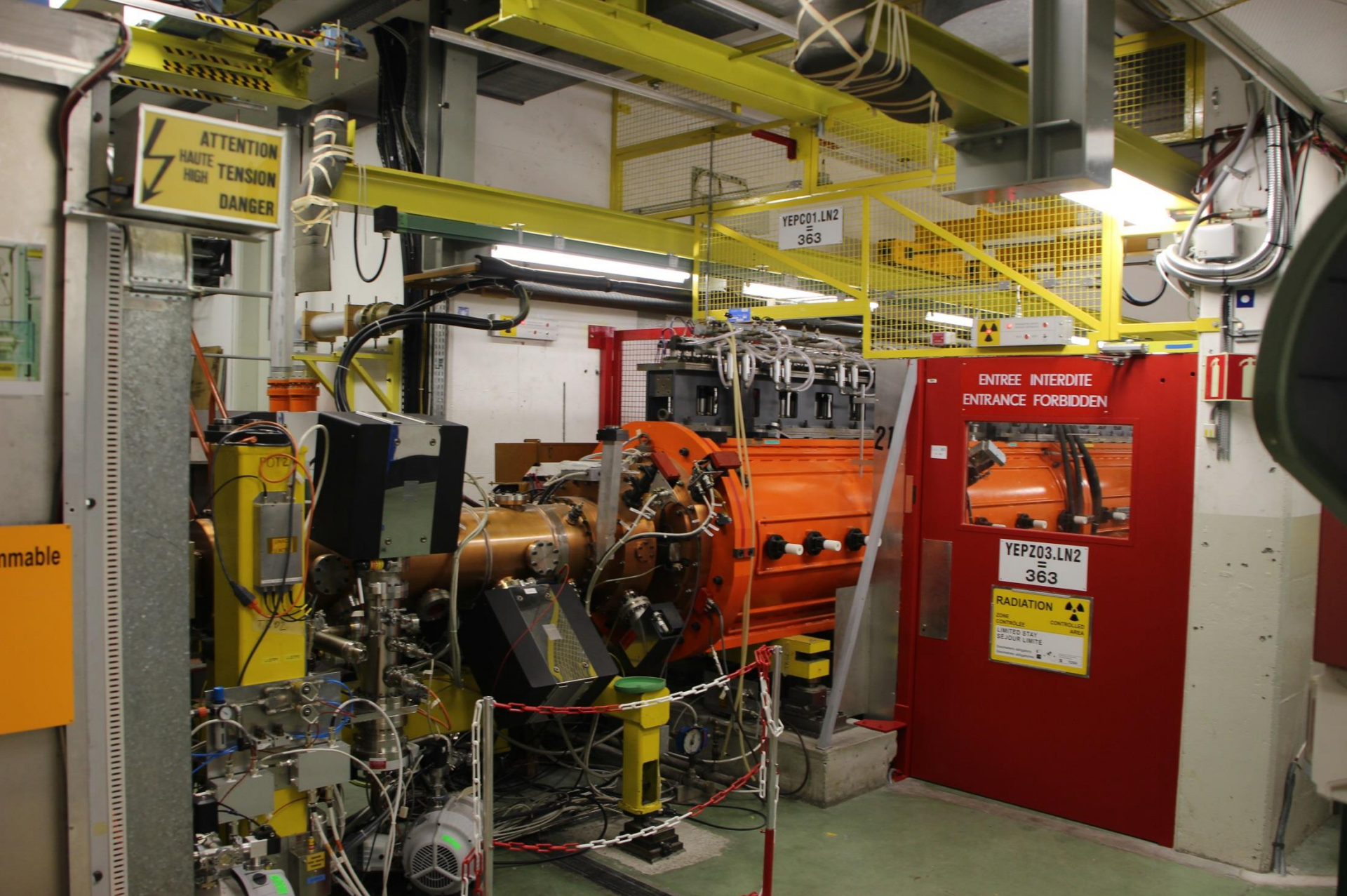














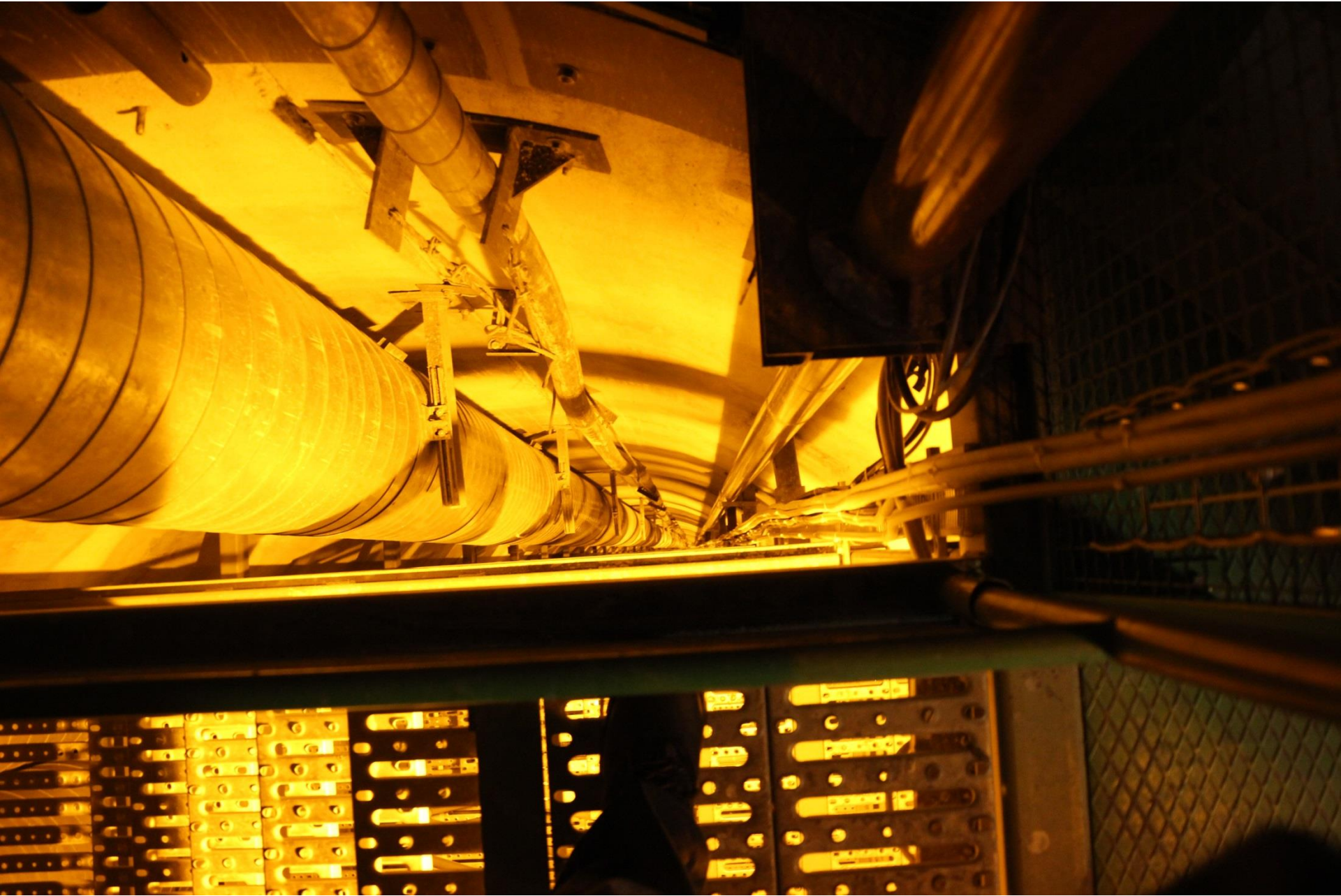




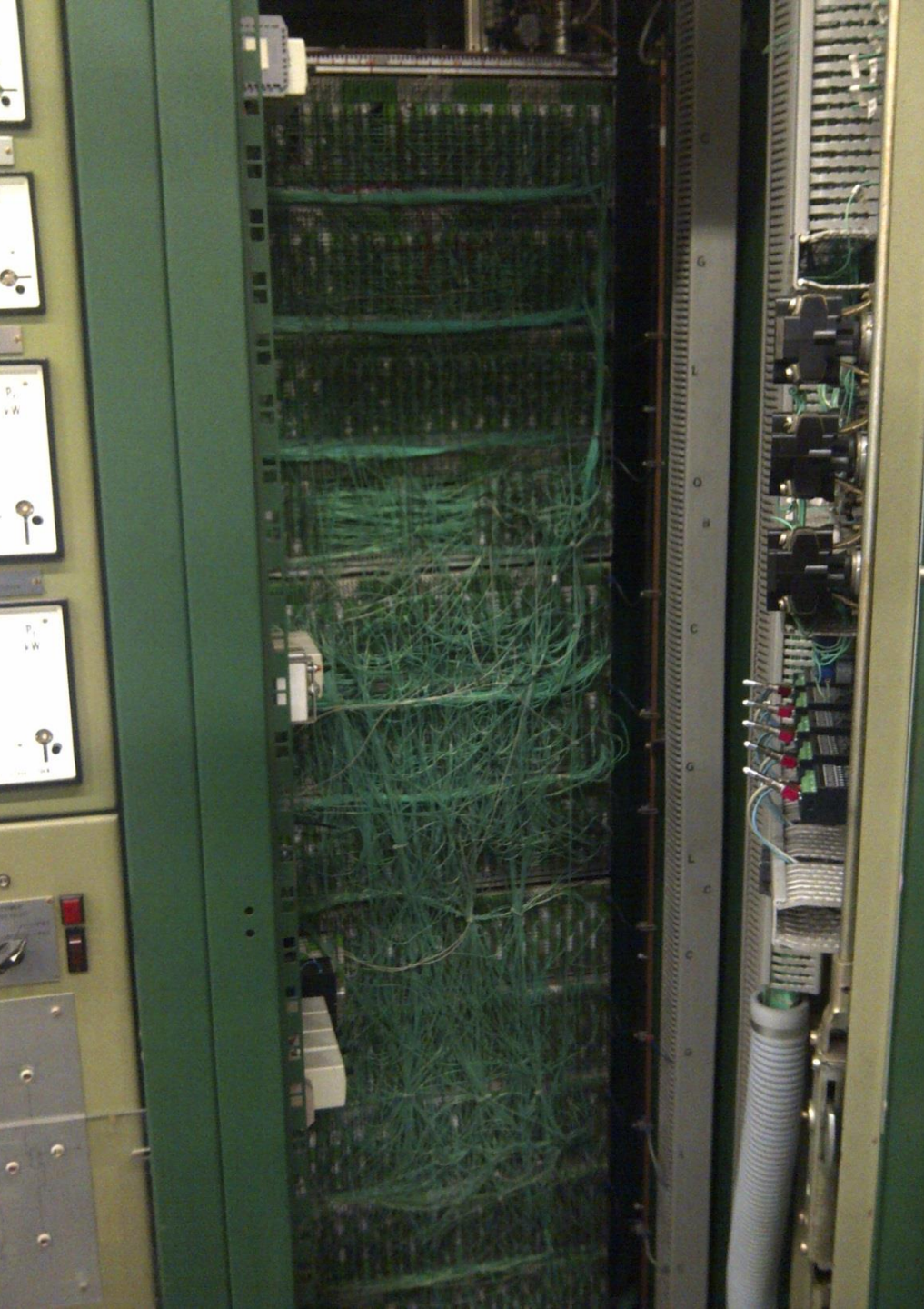














2

3









