

High Field Magnet Laboratory (HFML)

Martin van Breukelen



Radboud Universiteit



High Field Magnet Laboratory (HFML)

Martin van Breukelen



Radboud Universiteit



Science Campus Radboud Universiteit

NMR

Faculteit
NWI

FELIX
faciliteit

HFML
NaNoLab

Guest house

Universiteit
sport centrum



Missie van het HFML

1. Magneet Technologie

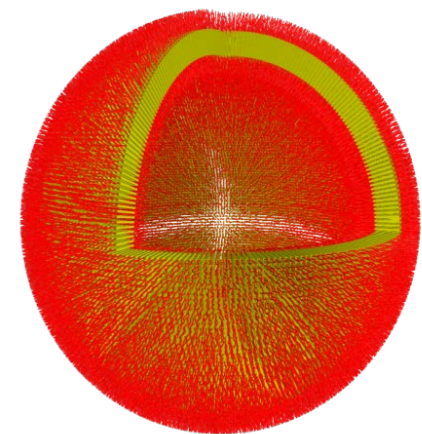
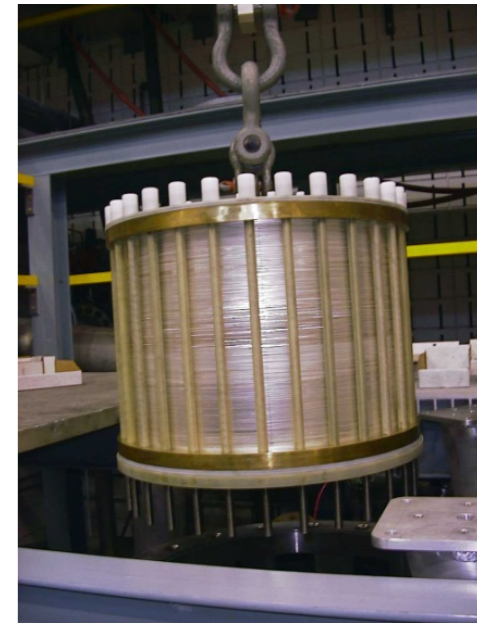
- Het genereren van de hoogst mogelijke continue magneet velden
- 0 – 37.5T is beschikbaar
- 45T hybride magneet wordt ontwikkeld

2. Onderzoeksfaciliteit externe gebruikers

- Nationale faciliteit
- Europese “large research infrastructure”
- Magneet installatie is beschikbaar voor externe gebruikers

3. Wetenschappelijk onderzoek

- HFML heeft zijn eigen wetenschappelijke onderzoeksprogramma
- Excellente wetenschap in High Magnetic Fields

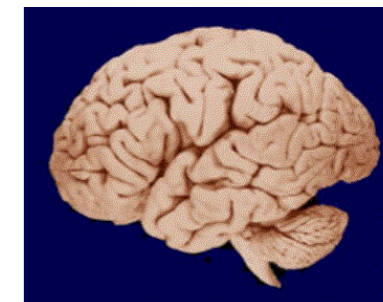


Veldsterkten: typische magneetvelden

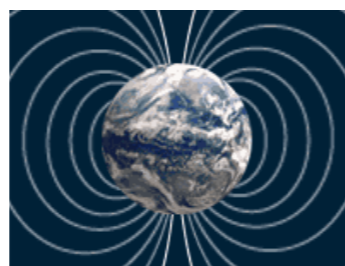
Het 'kleinste' magneetveld:

hersenpulsen

0.00000001 T



Het aardmagneetveld



0.00005 T

'Magneetvelden thuis':



luidsprekers, ...

1T

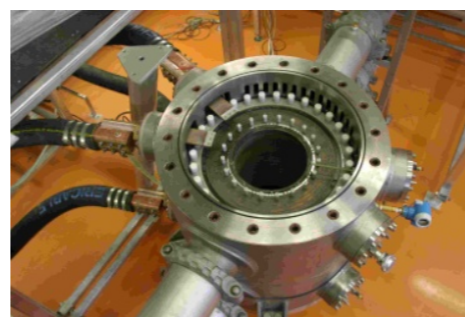


High Field Labs (HFML Nijmegen, Grenoble, Tallahassee, Tsukuba):

Supergeleiders

20 T

Bittermagneten & hybride



30-45 T



Pulsmagneten (0.001s)

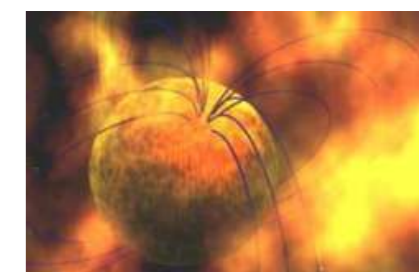
50-100T

Hoogste 'gemaakte' (0.000001 s) Explosief, destructief

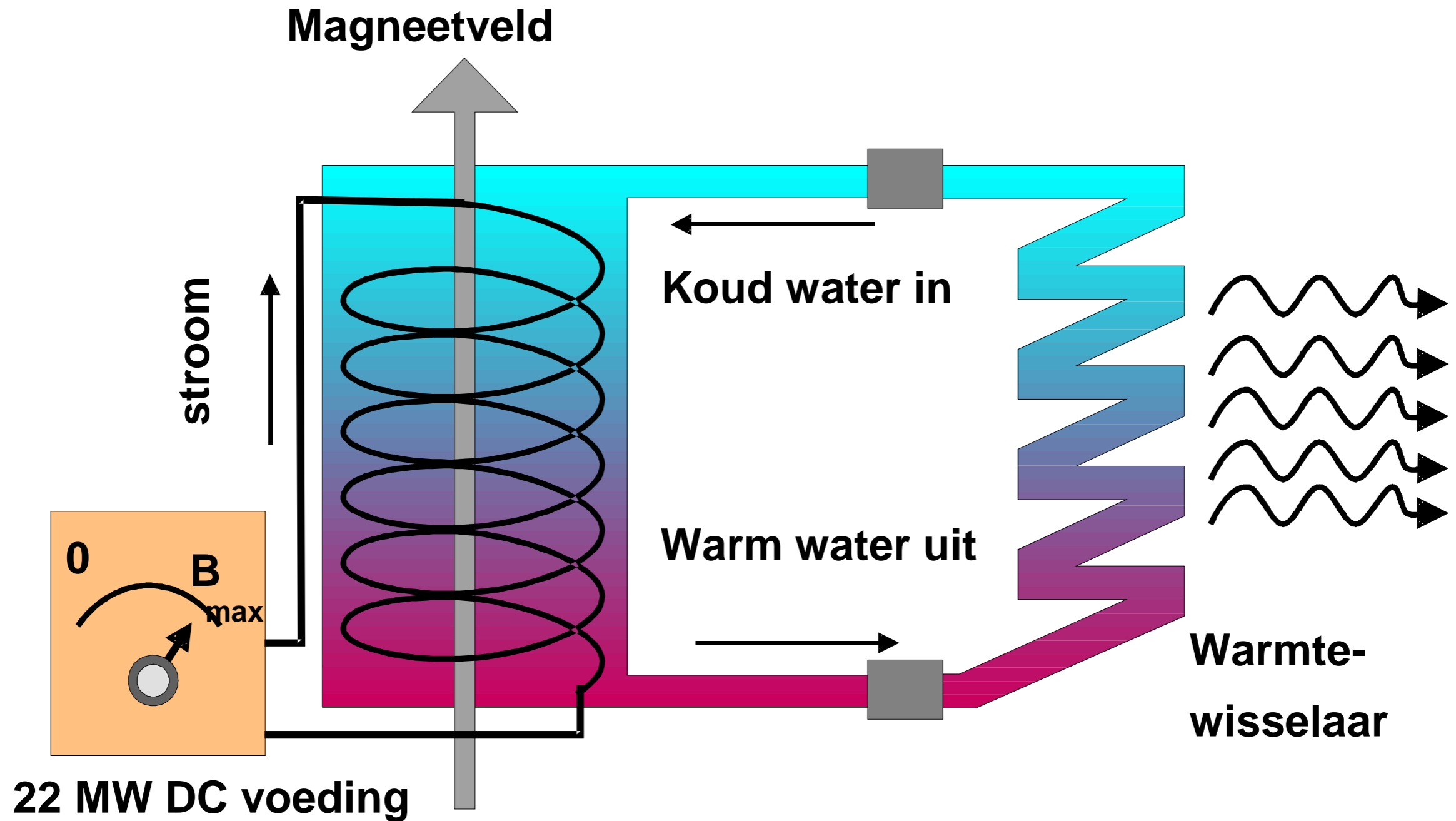
1000T

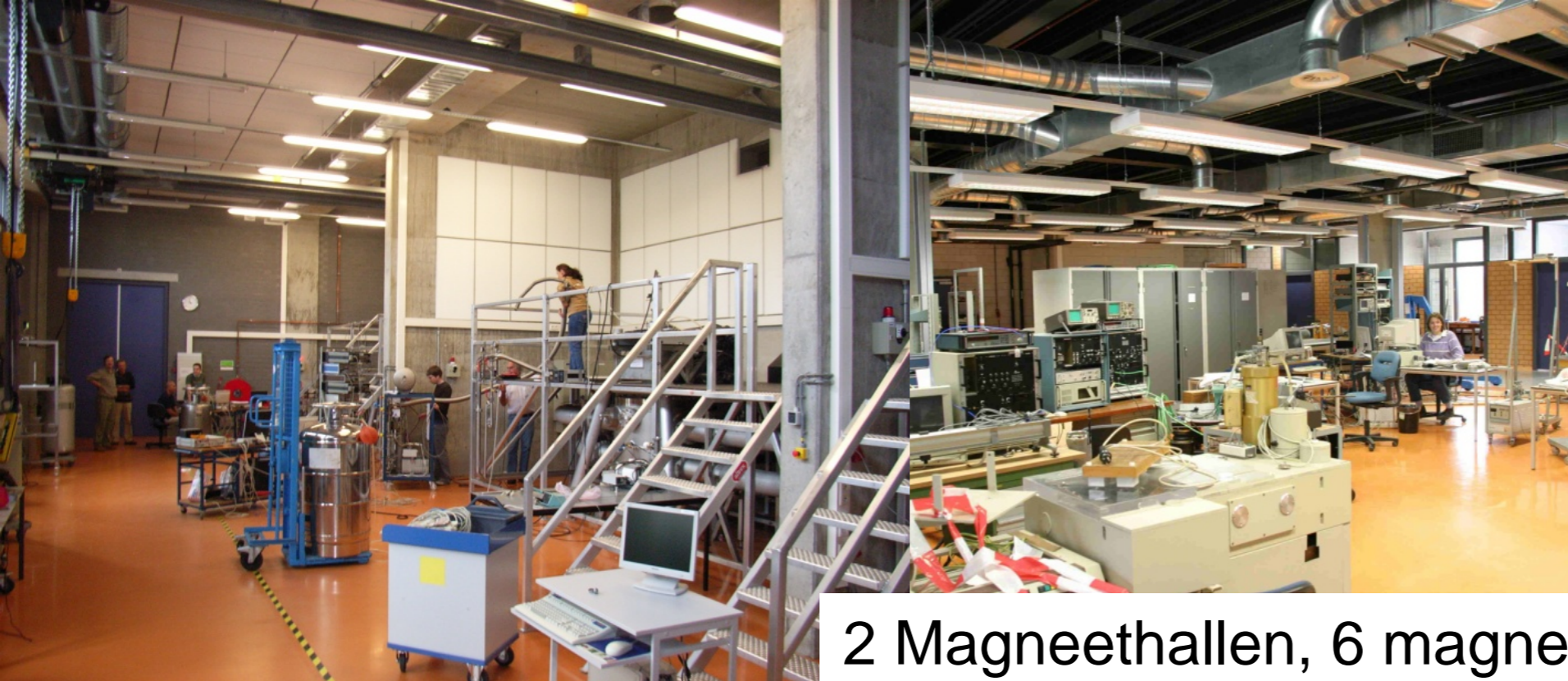
Neutronensterren in de kosmos

100000000T



Hoe maak je hoge magneetvelden ?





2 Magneethallen, 6 magneten met laboratoria erboven

Koelinstallatie, 7MW real time, 145 l/s 25 Bar

22 MW, 40 000 A DC current, 550 V, 5 ppm ripple



European Magnetic Field Laboratory



European Magnetic Field Laboratory

Hoge Magneetveld faciliteiten

Statische velden

HFML Nijmegen
LNCMI Grenoble

Gepulste velden

HLD Dresden
LNCMI Toulouse



Radboud Universiteit



Global players in high magnetic fields

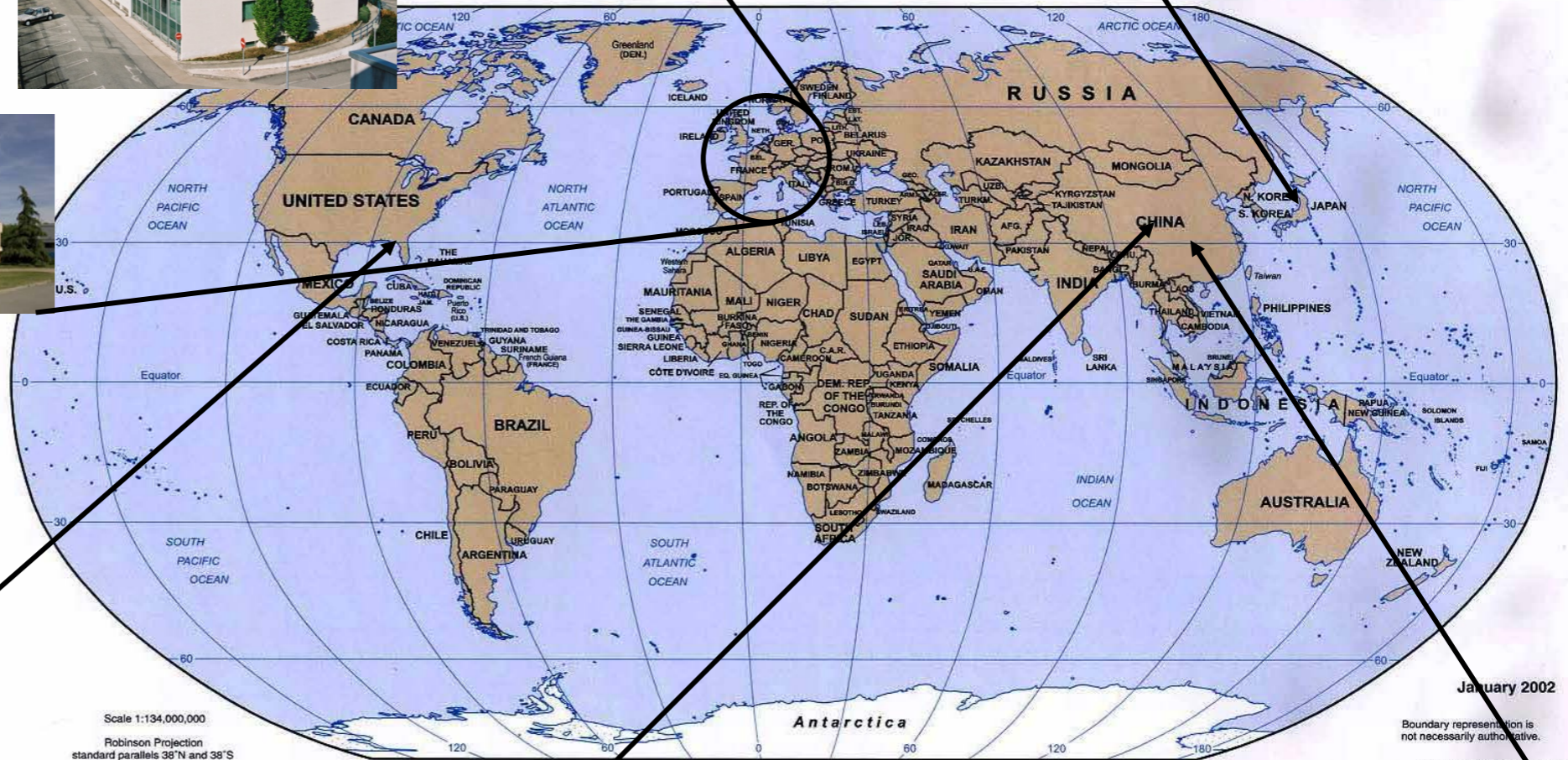
Europe **EMFL**
Nijmegen (DC)
Grenoble (DC)
Toulouse (pulsed)
Dresden (pulsed)



Japan
Tsukuba (DC)
Tokyo (pulsed)



USA
Tallahassee (DC)
Los Alamos (pulsed)



China
Hefei (DC)
Wuhan (pulsed)



Relatie met industrie

- **Commercieel**
 - Analyse apparatuur
 - Onderhoud installatie
 - Onderhoud wetenschappelijke apparatuur
- **Kennisoverdracht en ontwikkeling**
 - In samenwerking met industriële partners nieuwe technieken ontwikkelen
 - Specifiek aanpassingen aan infrastructuur (installatie & magneet technologie)
- **2013-2014**
 - 37,5 T magneet
 - Commissioning Helium liquifier

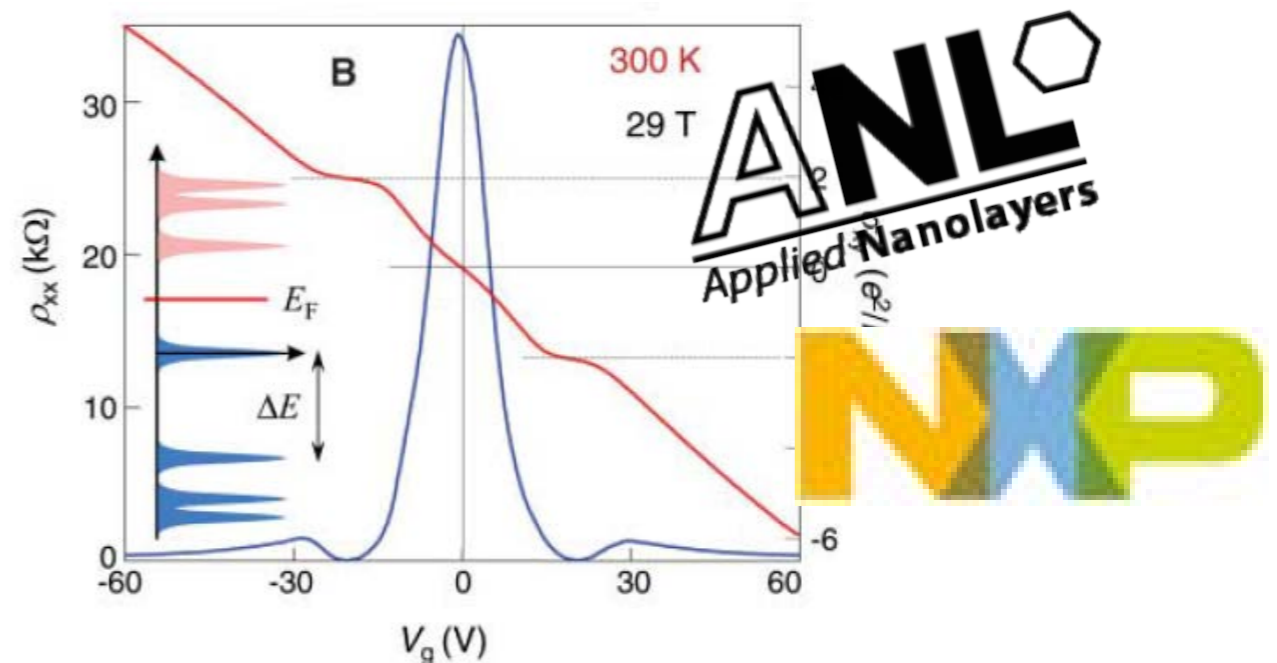
Belang bedrijfsleven

- *Nationale en internationale onderzoeksfaciliteit in Nijmegen*
- *Onderzoek naar nieuwe high-tech systems & materials*
- *Interactie met start-up, MKB en andere bedrijven*

Magnetic multilayers



Graphene sensors



Belang bedrijfsleven

- *Nationale en internationale onderzoeksfaciliteit in Nijmegen*
- *Onderzoek naar nieuwe high-tech systems & materials (top sector)*
- *Interactie met start-up, MKB en andere bedrijven*
- *Stimulans voor technologische innovatie voor Nederlandse bedrijven*



<http://www.buildingtechnology.nl/nl/nieuwsbericht/spectaculaire-opdracht-voor-building-technology/5/0/>

Belang bedrijfsleven

- *Nationale en internationale onderzoeksfaciliteit in Nijmegen*
- *Onderzoek naar nieuwe high-tech systems & materials (top sector)*
- *Interactie met start-up, MKB en andere bedrijven*
- *Stimulans voor technologische innovatie voor Nederlandse bedrijven*
- *Opleiden van studenten, promovendi, post-docs en onderzoekers*



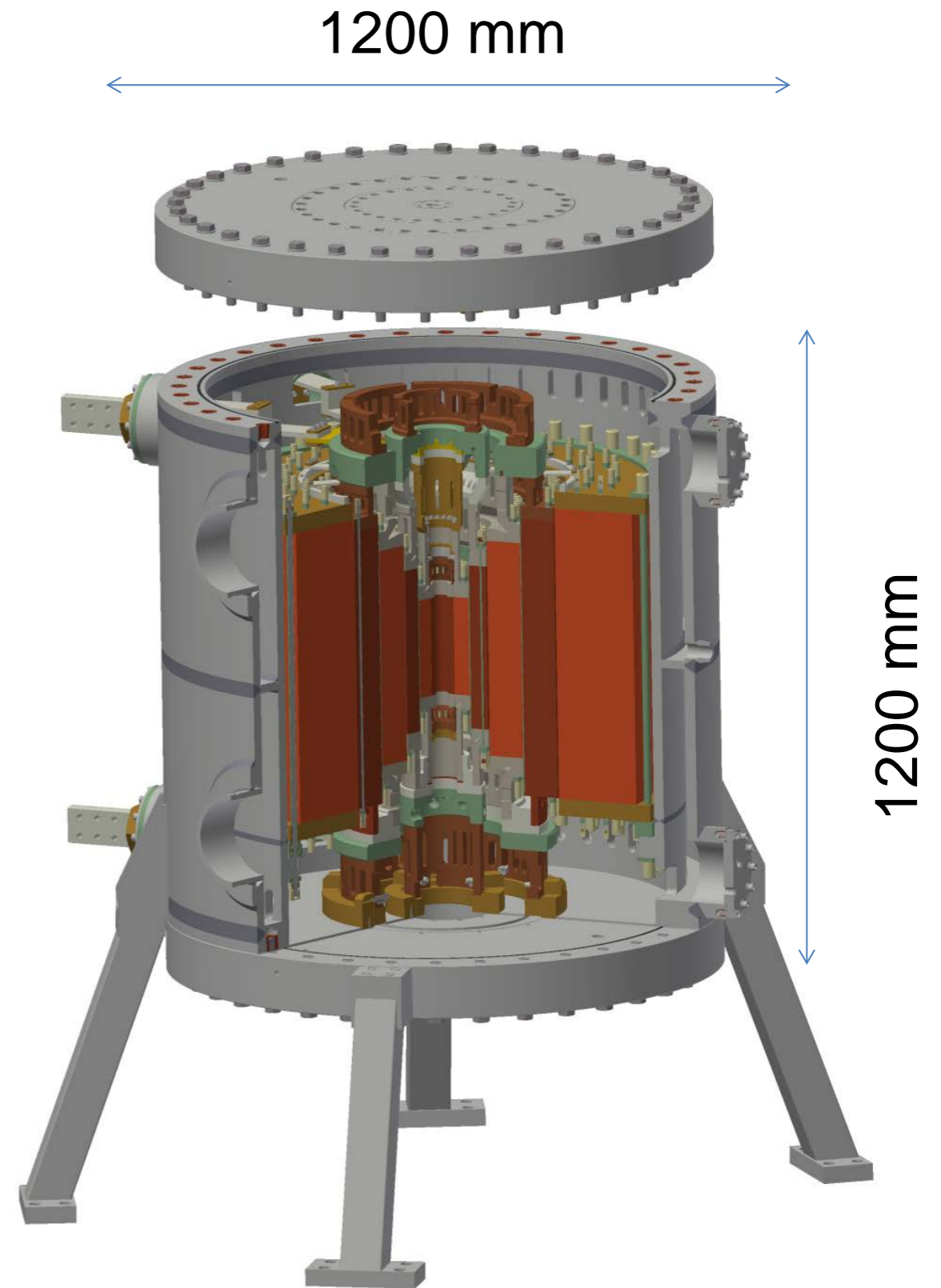
Toekomst

- **Verdrievoudiging van de buffer capaciteit (2015-2016)**
- **Revisie en upgrade control software (2015-2016)**
- **2^{de} 38T resistieve magneet (2015-2016)**
- **45T hybride magneet (2016-2017)**
- **Dedicated large field gradient magnet (2018)**
- **Wetenschappelijk apparatuur**
 - STM in hoge magneetvelden
 - Hoge druk cellen voor experimenten in magneetveld
 - Laser micro-machining apparatuur
 - Optische verbinding met FEL (optische set-up)

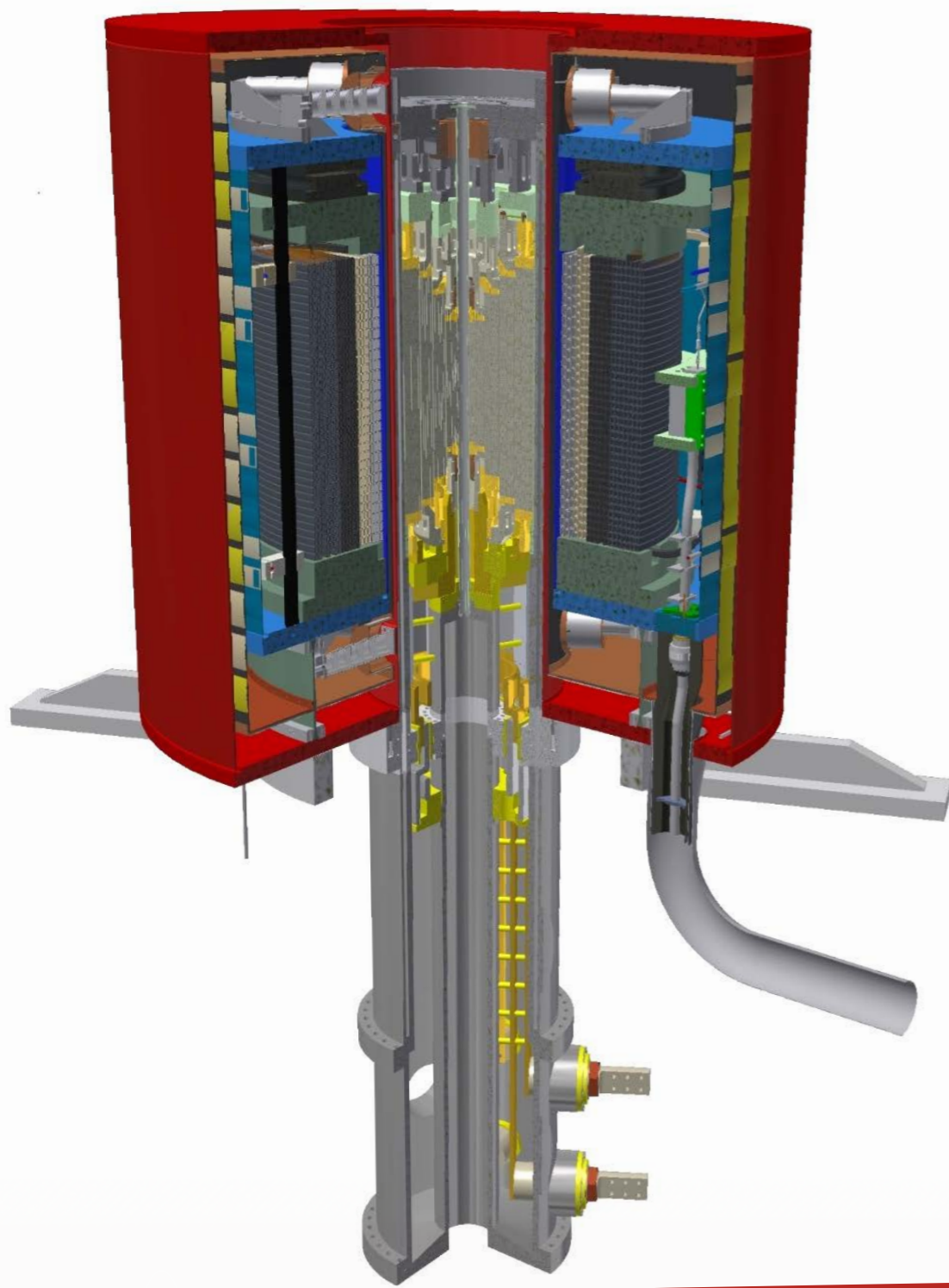
2^{de} 38 Tesla magneet (2015-2016)

2^{de} 38 Tesla magneet

- Magneethuis
- Dekfels
- Eindplaten
- Spoelen, koperplaten
- Verzilveren van koperplaten
- Isolatie onderdelen



Binnenspoel 45 T hybride magneet

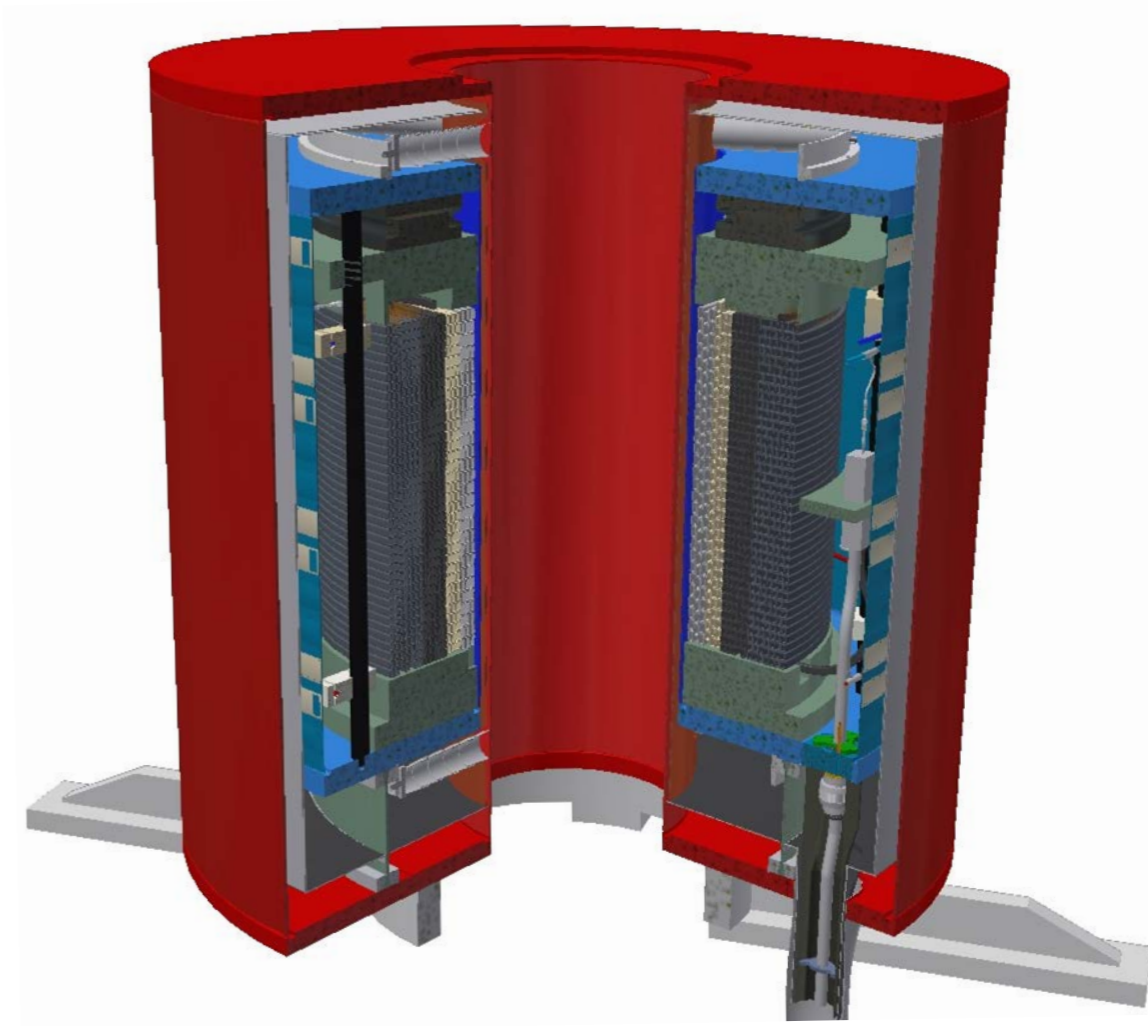


Binnenspoel 45 Tesla magneet

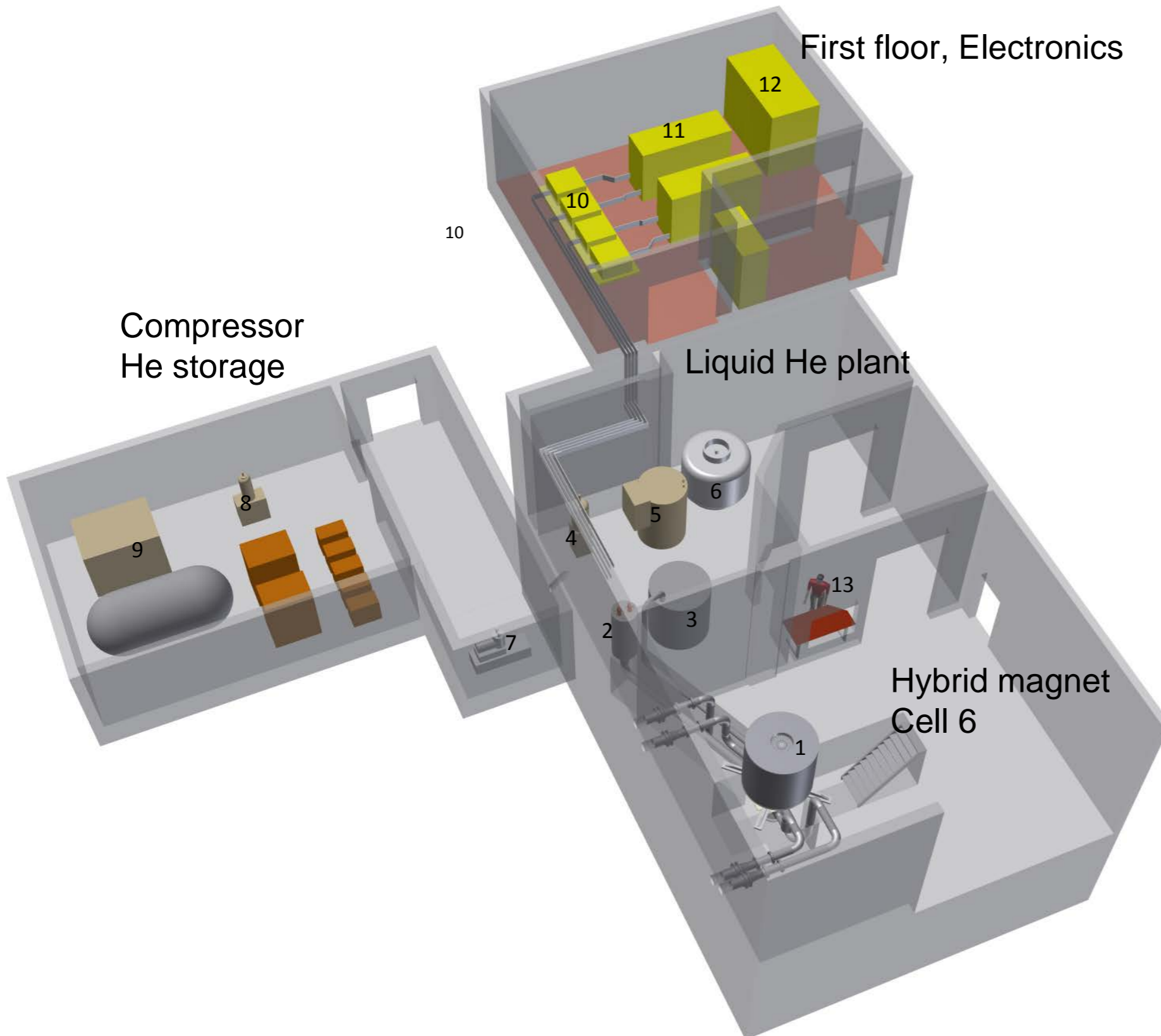
- Eindplaten
- Spoelen, koper
- Stanswerk, stansgereedschap
- Verzilveren van spoelen
- Behuizing
- Elektrische aansluiting

Supergeleidende buitenspoel 45 T Hybride

- 3 transfer lines (LHe)
- Current lead cryostaat
- Magneet cryostaat
- Magneethuis + deksels
- Flensen (vacuüm)
- Cryogene thermometers
- Besturing (regeltechniek, PLC's, I/O modules, bekabeling, data acquisitie, software)



45 T Hybride magneetsysteem overzicht



1. Hybrid magnet
2. 20 kA Cu/HTS current leads
3. Valve box
4. Line drier
5. Cold box He refrigerator
6. 2 m³ LHe storage Dewar
7. 60 K Stirling cooler
8. ORS/GMP compressed helium
9. Main helium compressor
10. 3 kV/20 kA circuit breakers and thyristor switches
11. 20 kA/10 V power convertor
12. 55 MJ fast and slow dump resistor
13. Operator console

Not shown

- 20 m³ 13 bar clean gHe storage
- 80 m³ 1 bar gHe balloon
- 3 m³ 200 bar gHe storage
- 200 bar gHe compressor

Bedankt voor uw attentie!

Voor meer informatie
www.ru.nl/hfml



Radboud Universiteit

