

LMN, MNaF & INCYTE

Achievements, Roadmap, Prospects & Opportunities



UNIVERSITÄT
SIEGEN

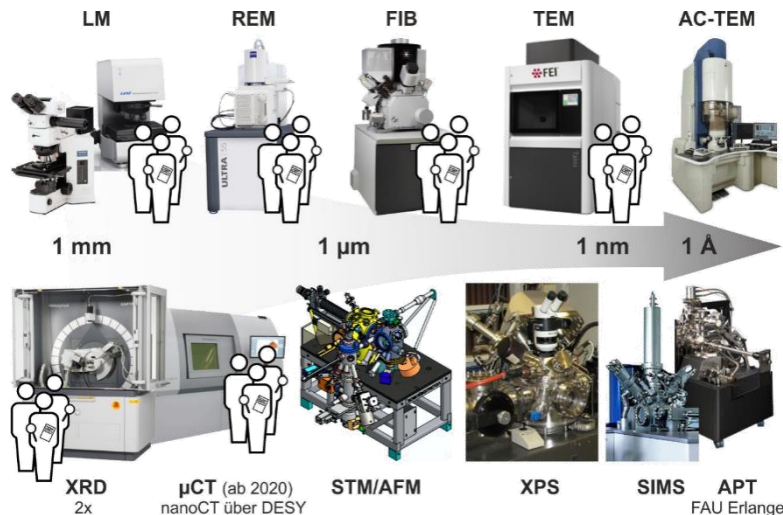
Prof. Dr. **Benjamin Butz**

Chair of Micro- and Nanoanalytics, Univ. of Siegen

Head of Micro- and Nanoanalytics Facility MNaF



INCYTE
Research
Center





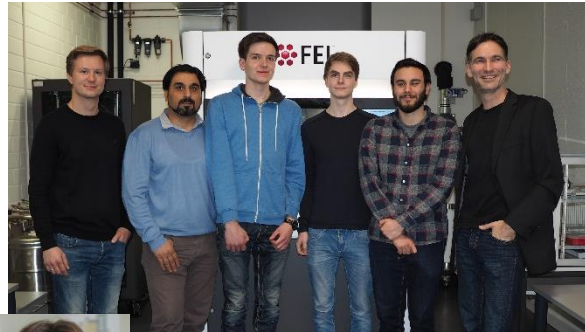


Stanford
University





Group development (w/ MNaF staff)

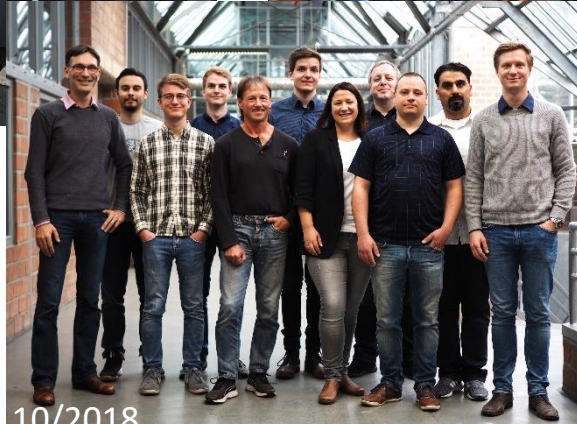


01/2018

+ SHKs!



10/2019



10/2018



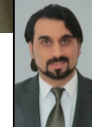
10/2020



Butz, Benjamin, Prof. Dr. rer. nat.
Head of research group
Head of Micro- and Nanoanalytics Facility



Müller, Julian, Dr.-Ing.
Academic counsellor



Sakalli, Yilmaz, Dr. rer. nat. Dipl. Chem.
Managing director of Micro- and Nano



Wiktor, Christian, Dr. rer. nat.
PostDoc

Struck, Christina
Office administration

Weltz, Sebastian
Lab scientist



Hepp, Marco
Lab scientist
PHD student - energy materials (upcoming)



Ogolla Otieno, Charles
PHD student - 2D semiconductors

Li, Ying

PHD student - energy materials

Cruces, Sofia

MSc student - 2D semiconductors

Björn Schäfer

MSc student - 2D semiconductors

Kuzkaya, Koray

MSc student - in situ mechanics (upcoming)

Student research assistant

Derr, Katharina

MSc student - energy materials (upcoming)

Student research assistant

Cetin, Muhammet

BSc student - energy materials

Bagsik, Florian

BSc student - in situ mechanics

Süßing, Caroline

BSc student - environmental science

Tietz, Andreas

Student research assistant

Kodas, Ozlem

Student research assistant

Wattenbach, Marvin

Student research assistant

10/2017

10/2018

10/2019

10/2020

5 BA/MA projects finished (5 ongoing)

Group development (w/ MNaF staff)



10/2020



Butz, Benjamin, Prof. Dr. rer. nat.
Head of research group
Head of Micro- and Nanoanalytics Facility



Müller, Julian, Dr.-Ing.
Academic counsellor



Sakalli, Yilmaz, Dr. rer. nat. Dipl. Chem.
Managing director of Micro- and Nanoanalytics



Wiktor, Christian, Dr. rer. nat.
PostDoc

Struck, Christina
Office administration

Weitz, Sebastian
Lab scientist



Hepp, Marco
Lab scientist
PhD student - energy materials (upcoming)



Ogolla Otieno, Charles
PhD student - 2D semiconductors

Li, Ying
PhD student - energy materials

Cruces, Sofia
MSc student - 2D semiconductors

Björn Schäfer
MSc student - 2D semiconductors

Kuzkaya, Koray
MSc student - *In situ* mechanics (upcoming)

Derry, Katharina
Student research assistant

Derry, Katharina
MSc student - energy materials (upcoming)

Cetin, Muhammet
BSc student - energy materials

Bagcik, Florian
BSc student - *In situ* mechanics

Säffing, Caroline
BSc student - environmental science

Tietz, Andreas
Student research assistant

Kodas, Ozlem
Student research assistant

Wattenbach, Marvin
Student research assistant

2020

Welcome
Viktoria Muhl!

2021

+1-2 PhD positions

+1 PhD position
(DFG proposal
in situ mechanics)

+ SHK/WHB

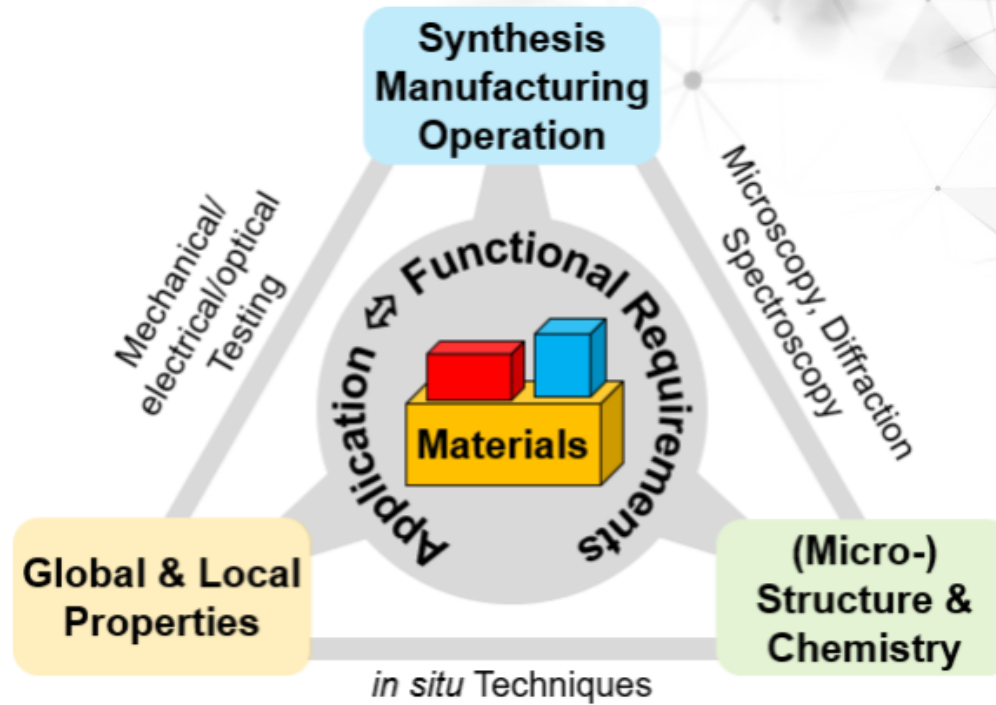
10/2018

10/2019

10/2020

5 BA/MA projects finished (5 ongoing)

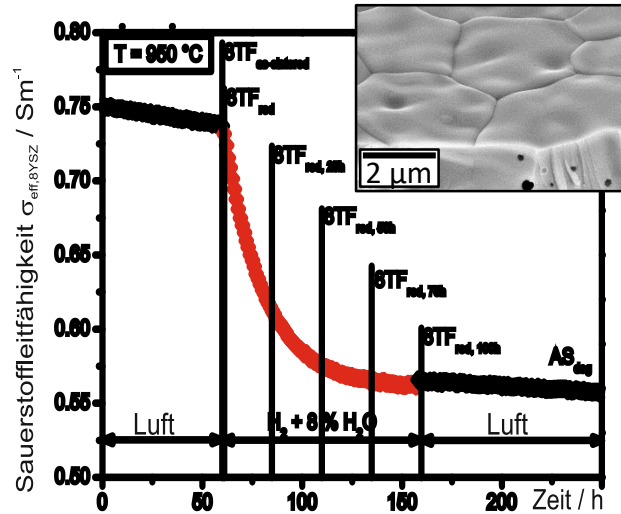




Highly multidisciplinary,
integrative approach!

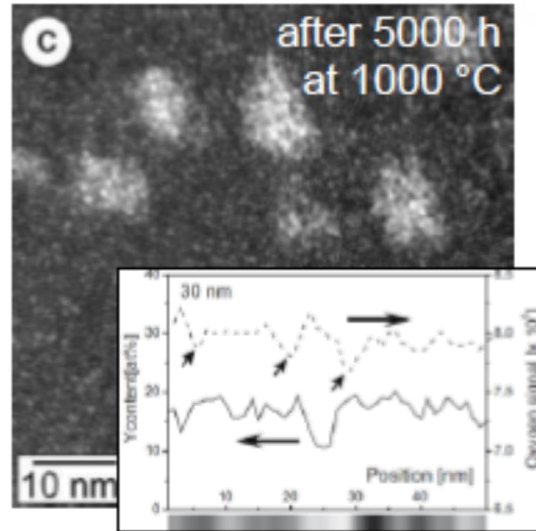
Structure-Property-Relationship

Degradation of oxygen-ion conducting 8YSZ



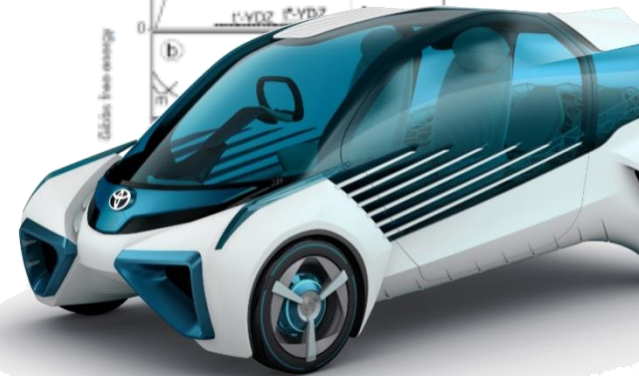
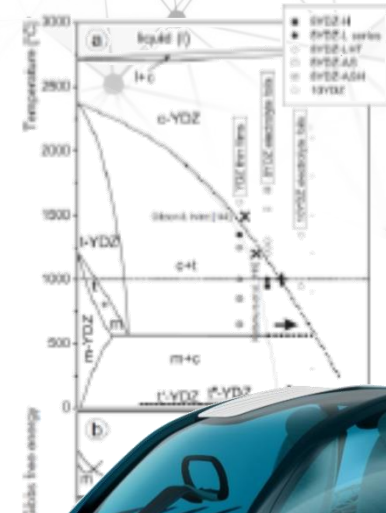
SSI '06 JACS '08

Spinodal decomposition of 8YSZ during operation



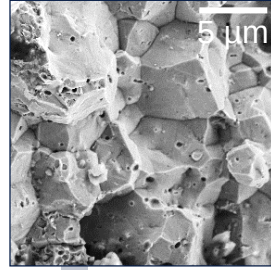
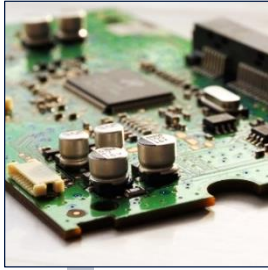
Acta Mater '09 SSI '12 Dissertation '09

Development of $\text{Y}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ phase diagram

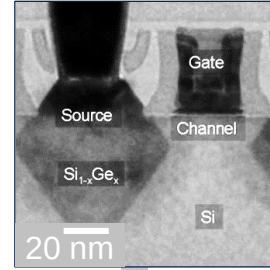


Along the length scales

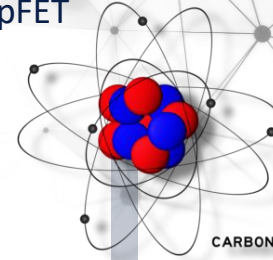
Parts



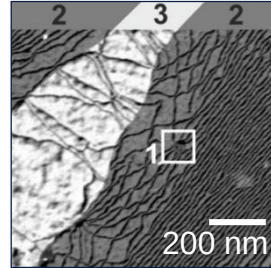
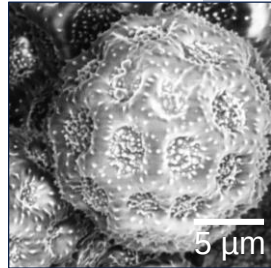
Fracture surface



pFET

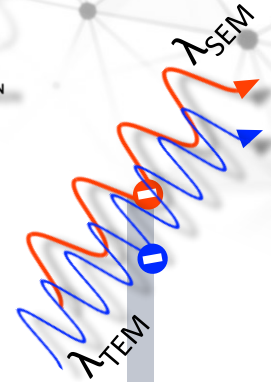
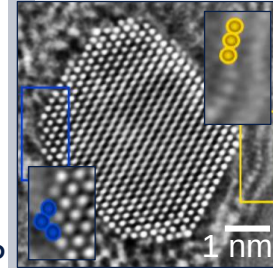


Pollen



Defects

Pt-NP

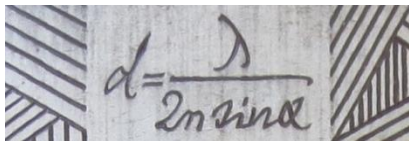


Light
microscopy

Electron
microscopy

Electron Microscopy

Optical limit


$$d = \frac{\lambda}{2n \sin \alpha}$$

Optical Microscopy



leica-microsystems.com

Butz

Resolution at
sub-Å level

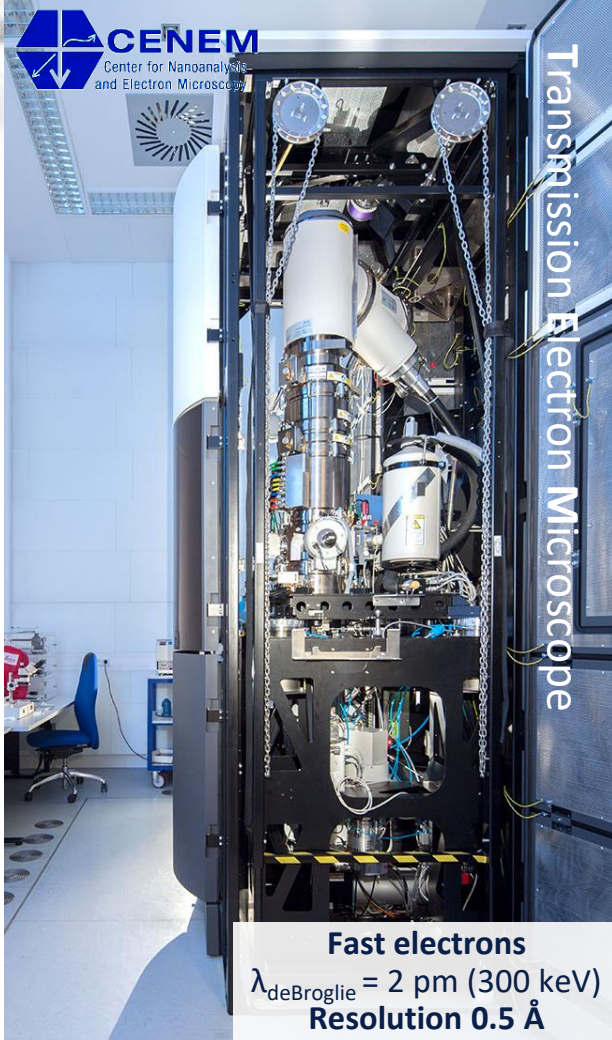
Ionizing e^-



Spectroscopy

(Depth of field
in SEM)

LMN seminar / 11 NOV 2020



12

Advanced EM

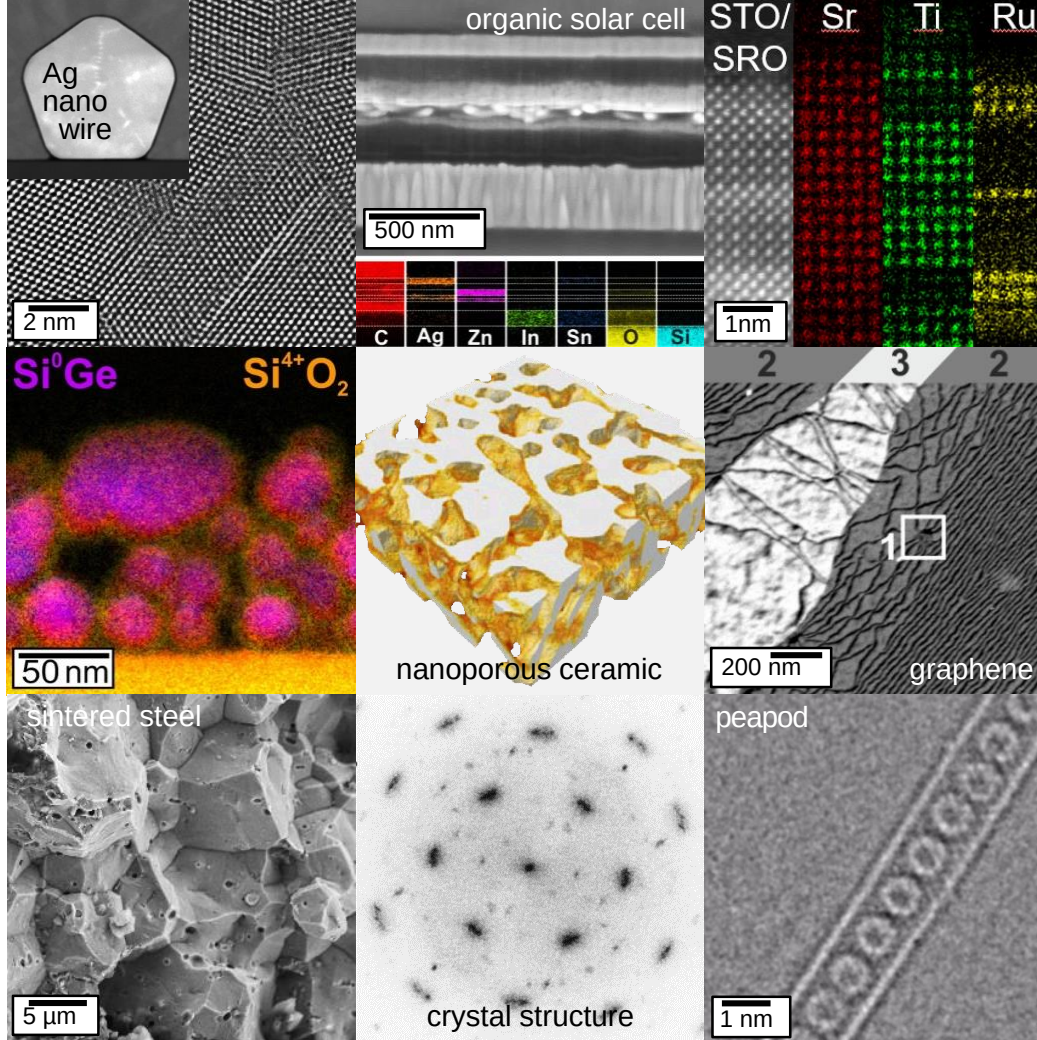
Broad methods portfolio



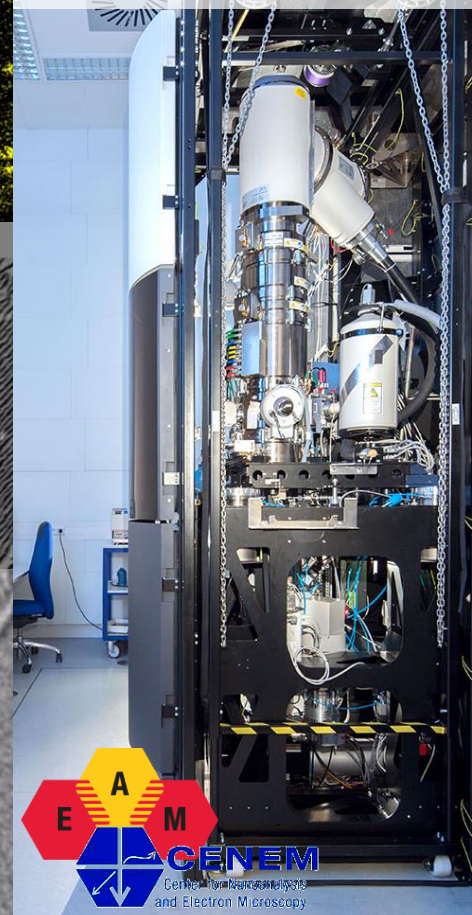
Materials/
device research

+

Methods
developments



Supervision of double-corr.
FEI Titan Themis³ 300
2011-2015

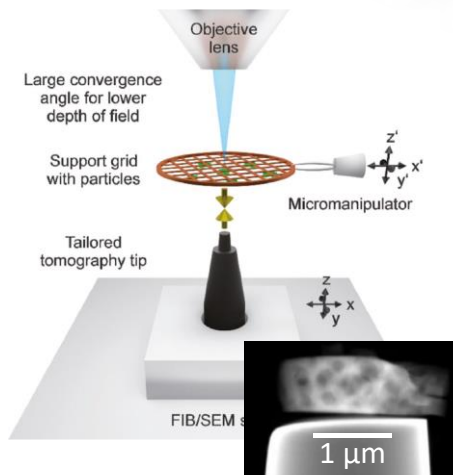
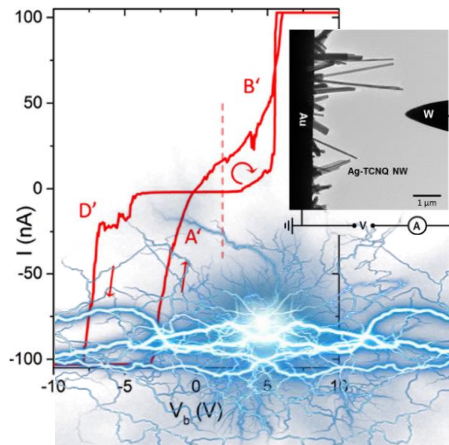
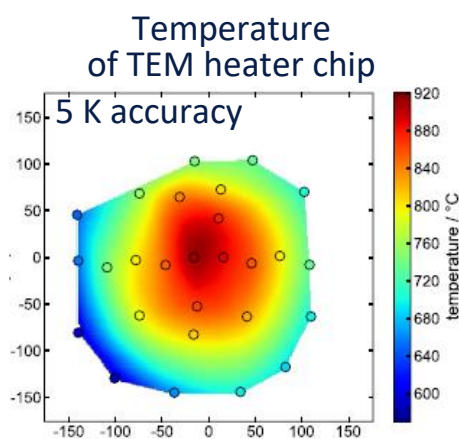
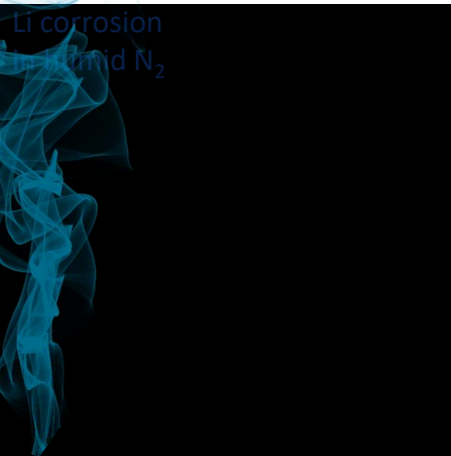
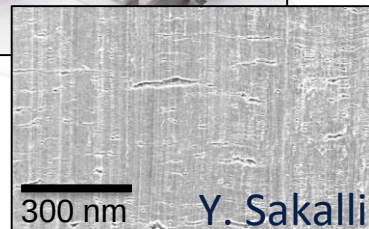
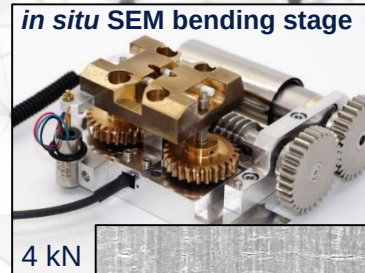
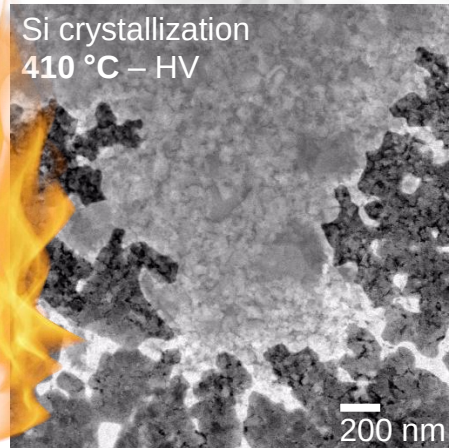
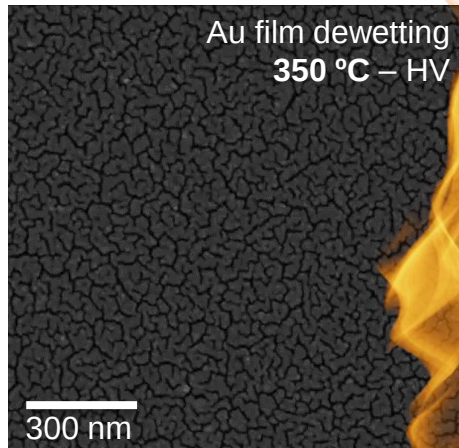


Adv Energy Mater '20 JACS '14
Energy Env Sci '18 Nanoscale '15
Nat Phys '15 ACS Photonics '19
Nature '14 Adv Energy Mater '13
Acta Mater '15



in situ EM & Developments

„Seeing is believing“



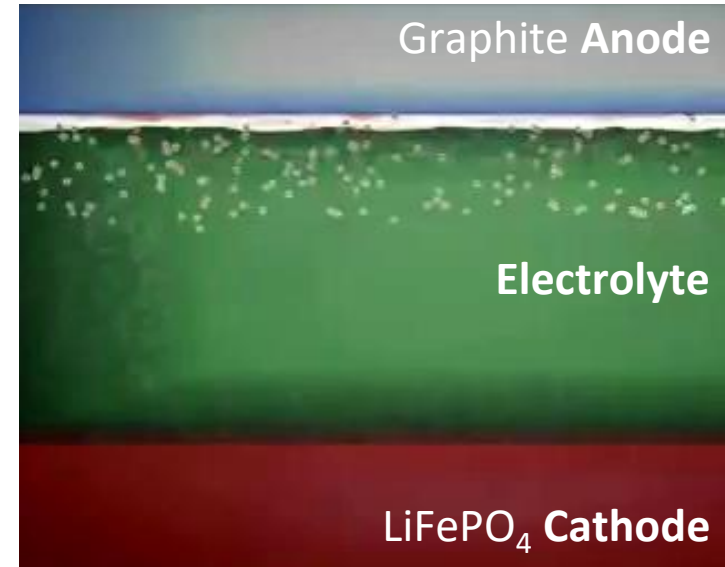
Reactive Materials & Devices

Intended failure of LiPo battery



Real battery

Charging
Deposition of Li at anode
Li-dendrite formation
Internal short circuit

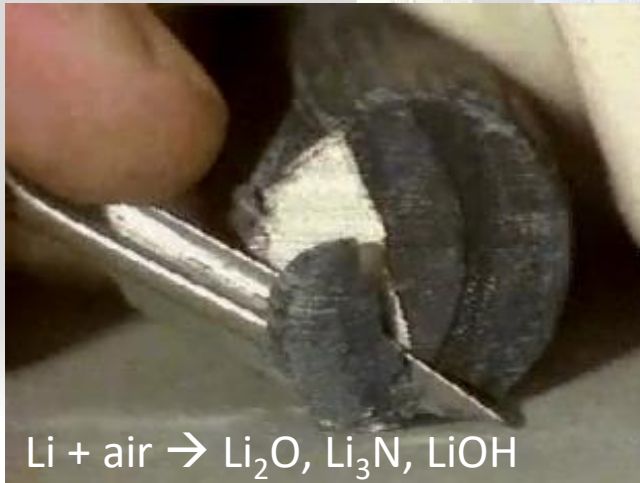


NewsD2 & Oak Ridge National Laboratory/Youtube.com

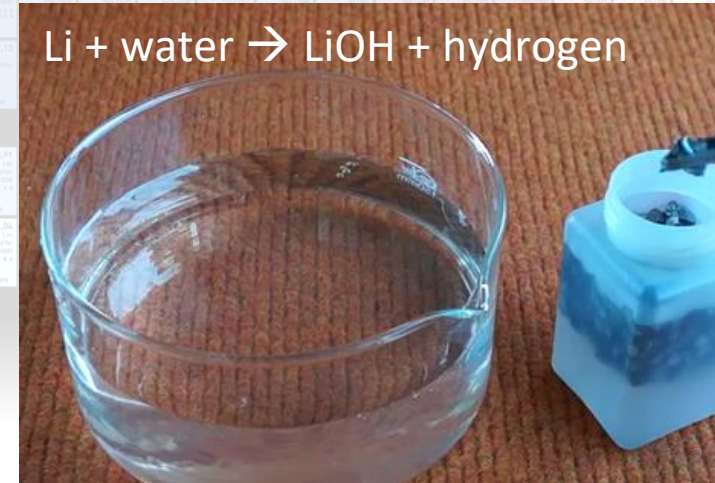
Reactive Materials & Devices

- Lightest solid element/metal
0.5 g/cm³
- One of the most reactive elements

Li in air



Li in water

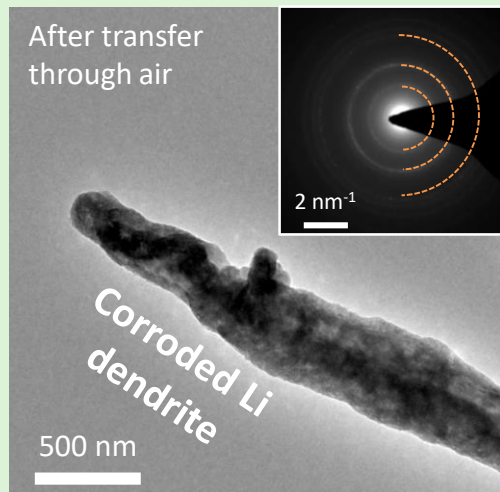


1 1,008 H Wasserstoff		2 4,0026 He Helium	
3 6,94 Li Lithium		4 9,0122 Be Beryllium	
5 10,81 B Bor		6 12,011 C Kohlenstoff	
7 14,007 N Stickstoff		8 15,999 O Sauerstoff	
9 18,998 F Fluor		10 20,180 Ne Neon	
11 22,990 Na Natrium		12 24,305 Mg Magnesium	
13 26,982 Al Aluminium		14 28,086 Si Silicium	
15 30,974 P Phosphor		16 32,06 S Schwefel	
17 35,45 Cl Chlor		18 39,948 Ar Argon	
19 39,098 K Kalium		20 40,078 Ca Calcium	
21 44,956 Sc Scandium		22 47,867 Ti Titan	
23 50,942 V Vanadium		24 51,996 Cr Chrom	
25 54,938 Mn Mangan		26 55,845 Fe Eisen	
27 58,933 Co Cobalt		28 58,933 Ni Nickel	
29 63,546 Cu Kupfer		30 65,38 Zn Zink	
31 69,723 Ga Gallium		32 72,63 Ge Germanium	
33 74,922 As Arsen		34 78,96 Se Selen	
35 79,904 Br Brom		36 83,798 Kr Krypton	
37 85,468 Rb Rubidium		38 87,62 Sr Strontium	
39 88,906 Y Yttrium		40 91,224 Zr Zirkon	
41 92,906 Nb Niob		42 95,942 Mo Molybdän	
43 98,906 Tc Technetium		44 101,07 Ru Ruthenium	
45 102,91 Rh Rhodium		46 106,42 Pd Platin	
47 107,87 Ag Silber		48 112,41 Cd Kadmium	
49 114,82 In Indium		50 118,71 Sn Zinn	
51 121,76 Sb Antimon		52 127,60 Te Tellur	
53 126,91 I Jod		54 131,29 Xe Xenon	
55 132,91 Cs Cäsium		56 137,33 Ba Baryum	
57 140,91 Pr Praseodym		58 140,91 Ce Cerium	
59 144,24 La Lanthan		60 150,36 Eu Europium	
61 151,96 Sm Samarium		62 157,25 Gd Gadolinium	
63 162,50 Tb Terbium		64 167,26 Dy Dysprosium	
65 174,97 Ho Holmium		66 175,05 Er Erbium	
67 187,04 Tm Thulium		68 188,91 Yb Ytterbium	
69 197,04 Lu Lutetium		70 198,91 Hf Hafnium	
71 200,59 Ta Tantalum		72 197,04 W Wolfram	
73 208,98 Re Rhenium		74 186,21 Os Osmium	
75 223,02 Fr Francium		76 223,02 Ra Radium	
77 223,02 Ac Actinium		78 223,02 Th Thorium	
79 223,02 Pa Protactinium		80 223,02 U Uran	
81 223,02 Np Neptunium		82 223,02 Pu Plutonium	
83 223,02 Am Americium		84 223,02 Cm Curium	
85 223,02 Bk Berkelium		86 223,02 Cf Californium	
87 223,02 Es Einsteinium		88 223,02 Fm Fermium	
89 223,02 Md Mendelevium		90 223,02 No Nobelium	
91 223,02 Lr Lawrencium		92 223,02 Rf Rutherfordium	
93 223,02 Db Dubnium		94 223,02 Sg Seaborgium	
95 223,02 Bh Bohrium		96 223,02 Hs Hassium	
97 223,02 Mt Meitnerium		98 223,02 Ds Darmstadtium	
99 223,02 Uu Ununseptium		100 223,02 Uub Unbibium	
101 223,02 Uuh Unhennium		102 223,02 Uuo Unbinilium	
103 223,02 Uuu Untrium		104 223,02 Uuu Unquadrium	
105 223,02 Uup Unpentium		106 223,02 Uuh Unhexium	
107 223,02 Uus Unseptium		108 223,02 Uuo Unoktium	
109 223,02 Uuu Unnonium		110 223,02 Uuu Undecium	
111 223,02 Uuu Undecium		112 223,02 Uuu Untrium	
113 223,02 Uuu Untrium		114 223,02 Uuu Untrium	
115 223,02 Uuu Untrium		116 223,02 Uuu Untrium	
117 223,02 Uuu Untrium		118 223,02 Uuu Untrium	
119 223,02 Uuu Untrium		120 223,02 Uuu Untrium	
121 223,02 Uuu Untrium		122 223,02 Uuu Untrium	
123 223,02 Uuu Untrium		124 223,02 Uuu Untrium	
125 223,02 Uuu Untrium		126 223,02 Uuu Untrium	
127 223,02 Uuu Untrium		128 223,02 Uuu Untrium	
129 223,02 Uuu Untrium		130 223,02 Uuu Untrium	
131 223,02 Uuu Untrium		132 223,02 Uuu Untrium	
133 223,02 Uuu Untrium		134 223,02 Uuu Untrium	
135 223,02 Uuu Untrium		136 223,02 Uuu Untrium	
137 223,02 Uuu Untrium		138 223,02 Uuu Untrium	
139 223,02 Uuu Untrium		140 223,02 Uuu Untrium	
141 223,02 Uuu Untrium		142 223,02 Uuu Untrium	
143 223,02 Uuu Untrium		144 223,02 Uuu Untrium	
145 223,02 Uuu Untrium		146 223,02 Uuu Untrium	
147 223,02 Uuu Untrium		148 223,02 Uuu Untrium	
149 223,02 Uuu Untrium		150 223,02 Uuu Untrium	
151 223,02 Uuu Untrium		152 223,02 Uuu Untrium	
153 223,02 Uuu Untrium		154 223,02 Uuu Untrium	
155 223,02 Uuu Untrium		156 223,02 Uuu Untrium	
157 223,02 Uuu Untrium		158 223,02 Uuu Untrium	
159 223,02 Uuu Untrium		160 223,02 Uuu Untrium	
161 223,02 Uuu Untrium		162 223,02 Uuu Untrium	
163 223,02 Uuu Untrium		164 223,02 Uuu Untrium	
165 223,02 Uuu Untrium		166 223,02 Uuu Untrium	
167 223,02 Uuu Untrium		168 223,02 Uuu Untrium	
169 223,02 Uuu Untrium		170 223,02 Uuu Untrium	
171 223,02 Uuu Untrium		172 223,02 Uuu Untrium	
173 223,02 Uuu Untrium		174 223,02 Uuu Untrium	
175 223,02 Uuu Untrium		176 223,02 Uuu Untrium	
177 223,02 Uuu Untrium		178 223,02 Uuu Untrium	
179 223,02 Uuu Untrium		180 223,02 Uuu Untrium	
181 223,02 Uuu Untrium		182 223,02 Uuu Untrium	
183 223,02 Uuu Untrium		184 223,02 Uuu Untrium	
185 223,02 Uuu Untrium		186 223,02 Uuu Untrium	
187 223,02 Uuu Untrium		188 223,02 Uuu Untrium	
189 223,02 Uuu Untrium		190 223,02 Uuu Untrium	
191 223,02 Uuu Untrium		192 223,02 Uuu Untrium	
193 223,02 Uuu Untrium		194 223,02 Uuu Untrium	
195 223,02 Uuu Untrium		196 223,02 Uuu Untrium	
197 223,02 Uuu Untrium		198 223,02 Uuu Untrium	
199 223,02 Uuu Untrium		200 223,02 Uuu Untrium	
201 223,02 Uuu Untrium		202 223,02 Uuu Untrium	
203 223,02 Uuu Untrium		204 223,02 Uuu Untrium	
205 223,02 Uuu Untrium		206 223,02 Uuu Untrium	
207 223,02 Uuu Untrium		208 223,02 Uuu Untrium	
209 223,02 Uuu Untrium		210 223,02 Uuu Untrium	
211 223,02 Uuu Untrium		212 223,02 Uuu Untrium	
213 223,02 Uuu Untrium		214 223,02 Uuu Untrium	
215 223,02 Uuu Untrium		216 223,02 Uuu Untrium	
217 223,02 Uuu Untrium		218 223,02 Uuu Untrium	
219 223,02 Uuu Untrium		220 223,02 Uuu Untrium	
221 223,02 Uuu Untrium		222 223,02 Uuu Untrium	
223 223,02 Uuu Untrium		224 223,02 Uuu Untrium	
225 223,02 Uuu Untrium		226 223,02 Uuu Untrium	
227 223,02 Uuu Untrium		228 223,02 Uuu Untrium	
229 223,02 Uuu Untrium		230 223,02 Uuu Untrium	
231 223,02 Uuu Untrium		232 223,02 Uuu Untrium	
233 223,02 Uuu Untrium		234 223,02 Uuu Untrium	
235 223,02 Uuu Untrium		236 223,02 Uuu Untrium	
237 223,02 Uuu Untrium		238 223,02 Uuu Untrium	
239 223,02 Uuu Untrium		240 223,02 Uuu Untrium	
241 223,02 Uuu Untrium		242 223,02 Uuu Untrium	
243 223,02 Uuu Untrium		244 223,02 Uuu Untrium	
245 223,02 Uuu Untrium		246 223,02 Uuu Untrium	
247 223,02 Uuu Untrium		248 223,02 Uuu Untrium	
249 223,02 Uuu Untrium		250 223,02 Uuu Untrium	
251 223,02 Uuu Untrium		252 223,02 Uuu Untrium	
253 223,02 Uuu Untrium		254 223,02 Uuu Untrium	
255 223,02 Uuu Untrium		256 223,02 Uuu Untrium	
257 223,02 Uuu Untrium		258 223,02 Uuu Untrium	
259 223,02 Uuu Untrium		260 223,02 Uuu Untrium	
261 223,02 Uuu Untrium		262 223,02 Uuu Untrium	
263 223,02 Uuu Untrium		264 223,02 Uuu Untrium	
265 223,02 Uuu Untrium		266 223,02 Uuu Untrium	
267 223,02 Uuu Untrium		268 223,02 Uuu Untrium	
269 223,02 Uuu Untrium		270 223,02 Uuu Untrium	
271 223,02 Uuu Untrium		272 223,02 Uuu Untrium	
273 223,02 Uuu Untrium		274 223,02 Uuu Untrium	
275 223,02 Uuu Untrium		276 223,02 Uuu Untrium	
277 223,02 Uuu Untrium		278 223,02 Uuu Untrium	
279 223,02 Uuu Untrium		280 223,02 Uuu Untrium	
281 223,02 Uuu Untrium		282 223,02 Uuu Untrium	
283 223,02 Uuu Untrium		284 223,02 Uuu Untrium	
285 223,02 Uuu Untrium		286 223,02 Uuu Untrium	
287 223,02 Uuu Untrium		288 223,02 Uuu Untrium	
289 223,02 Uuu Untrium		290 223,02 Uuu Untrium	
291 223,02 Uuu Untrium		292 223,02 Uuu Untrium	
293 223,02 Uuu Untrium		294 223,02 Uuu Untrium	
295 223,02 Uuu Untrium		296 223,02 Uuu Untrium	
297 223,02 Uuu Untrium		298 223,02 Uuu Untrium	
299 223,02 Uuu Untrium		300 223,02 Uuu Untrium	
301 223,02 Uuu Untrium		302 223,02 Uuu Untrium	
303 223,02 Uuu Untrium		304 223,02 Uuu Untrium	
305 223,02 Uuu Untrium		306 223,02 Uuu Untrium	
307 223,02 Uuu Untrium		308 223,02 Uuu Untrium	
309 223,02 Uuu Untrium		310 223,02 Uuu Untrium	
311 223,02 Uuu Untrium		312 223,02 Uuu Untrium	
313 223,02 Uuu Untrium		314 223,02 Uuu Untrium	
315 223,02 Uuu Untrium		316 223,02 Uuu Untrium	
317 223,02 Uuu Untrium		318 223,02 Uuu Untrium	
319 223,02 Uuu Untrium		320 223,02 Uuu Untrium	
321 223,02 Uuu Untrium		322 223,02 Uuu Untrium	
323 223,02 Uuu Untrium		324 223,02 Uuu Untrium	
325 223,02 Uuu Untrium		326 223,02 Uuu Untrium	
327 223,02 Uuu Untrium		328 223,02 Uuu Untrium	
329 223,02 Uuu Untrium		330 223,02 Uuu Untrium	
331 223,02 Uuu Untrium		332 223,02 Uuu Untrium	
333 223,02 Uuu Untrium		334 223,02 Uuu Untrium	
335 223,02 Uuu Untrium		336 223,02 Uuu Untrium	
337 223,02 Uuu Untrium		338 223,02 Uuu Untrium	
339 223,02 Uuu Untrium		340 223,02 Uuu Untrium	
341 223,02 Uuu Untrium		342 223,02 Uuu Untrium	
343 223,02 Uuu Untrium		344 223,02 Uuu Untrium	
345 223,02 Uuu Untrium		346 223,02 Uuu Untrium	
347 223,02 Uuu Untrium		348 223,02 Uuu Untrium	
349 223,02 Uuu Untrium		350 223,02 Uuu Untrium	
351 223,02 Uuu Untrium		352 223,02 Uuu Untrium	
353 223,02 Uuu Untrium		354 223,02 Uuu Untrium	
355 223,02 Uuu Untrium		356 223,02 Uuu Untrium	
357 223,02 Uuu Untrium		358 223,02 Uuu Untrium	
359 223,02 Uuu Untrium		360 223,02 Uuu Untrium	
361 223,02 Uuu Untrium		362 223,02 Uuu Untrium	
363 223,02 Uuu Untrium		364 223,02 Uuu Untrium	
365 223,02 Uuu Untrium		366 223,02 Uuu Untrium	
367 223,02 Uuu Untrium		368 223,02 Uuu Untrium	
369 223,02 Uuu Untrium		370 223,02 Uuu Untrium	
371 223,02 Uuu Untrium		372 223,02 Uuu Untrium	
373 223,02 Uuu Untrium		374 223,02 Uuu Untrium	
375 223,02 Uuu Untrium		376 223,02 Uuu Untrium	
377 223,02 Uuu Untrium		378 223,02 Uuu Untrium	
379 223,02 Uuu Untrium		380 223,02 Uuu Untrium	
381 223,02 Uuu Untrium		382 223,02 Uuu Untrium	
383 223,02 Uuu Untrium		384 223,02 Uuu Untrium	
385 223,02 Uuu Untrium		386 223,02 Uuu Untrium	
387 223,02 Uuu Untrium		388 223,02 Uuu Untrium	
389 223,02 Uuu Untrium		390 223,02 Uuu Untrium	
391 223,02 Uuu Untrium		392 223,02 Uuu Untrium	
393 223,02 Uuu Untrium		394 223,02 Uuu Untrium	
395 223,02 Uuu Untrium		396 223,02 Uuu Untrium	
397 223,02 Uuu Untrium		398 223,02 Uuu Untrium	
399 223,02 Uuu Untrium		400 223,02 Uuu Untrium	
401 223,02 Uuu Untrium		402 223,02 Uuu Untrium	
403 223,02 Uuu Untrium		404 223,02 Uuu Untrium	
405 223,02 Uuu Untrium		406 223,02 Uuu Untrium	
407 223,02 Uuu Untrium		408 223,02 Uuu Untrium	
409 223,02 Uuu Untrium		410 223,02 Uuu Untrium	
411 223,02 Uuu Untrium		412 223,02 Uuu Untrium	
413 223,02 Uuu Untrium		414 223,02 Uuu Untrium	
415 223,02 Uuu Untrium		416 223,02 Uuu Untrium	
417 223,02 Uuu Untrium		418 223,02 Uuu Untrium	
419 223,02 Uuu Untrium		420 223,02 Uuu Untrium	
421 223,02 Uuu Untrium		422 223,02 Uuu Untrium	
423 223,02 Uuu Untrium		424 223,02 Uuu Untrium	
425 223,02 Uuu Untrium		426 223,02 Uuu Untrium	
427 223,02 Uuu Untrium		428 223,02 Uuu Untrium	
429 223,02 Uuu Untrium		430	

Reactive Materials & Devices

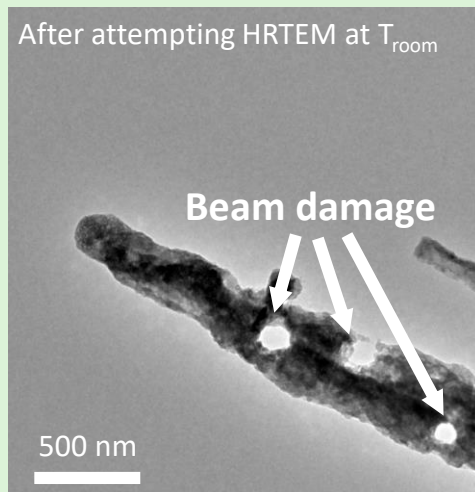
Extreme reactivity

→ Degradation

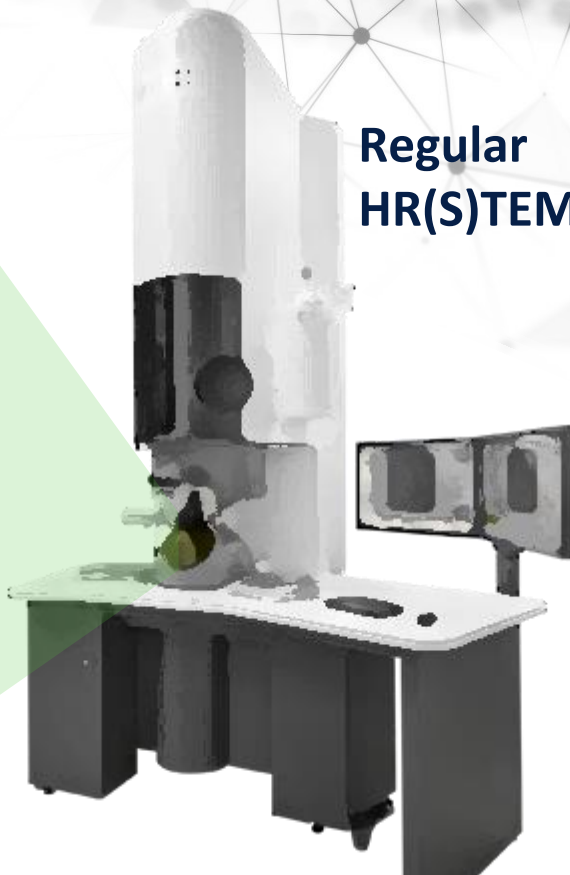


Extreme Li mobility

→ Beam sensitivity

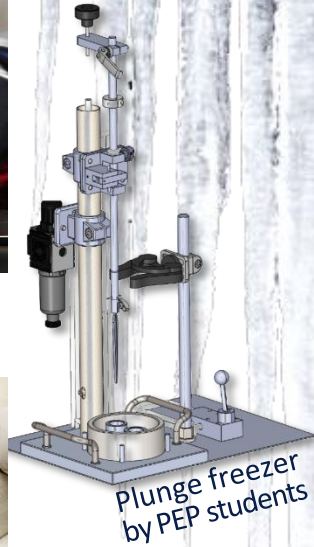
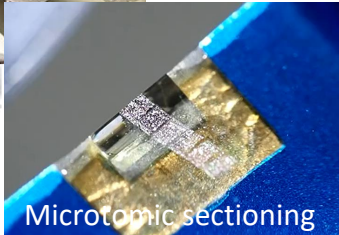
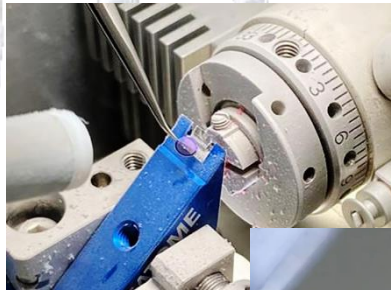


**Regular
HR(S)TEM**



Cryo-EM – Reactive Materials & Devices

Pictures from Leica, FEI, Fischione, Gatan webpages



Plunge freezer
by PEP students



FIB/REM
Microanalytik &
Cross-sectioning



**Optische
Mikroskopie**
Microanalytik



**Abscheide-
anlagen**



Glovebox
Synthese &
Probenhandhabung



**Cryo-/
Inertgas-
Transfer**

**Transmissions-
elektronen-
mikroskop**
Nanoanalytik



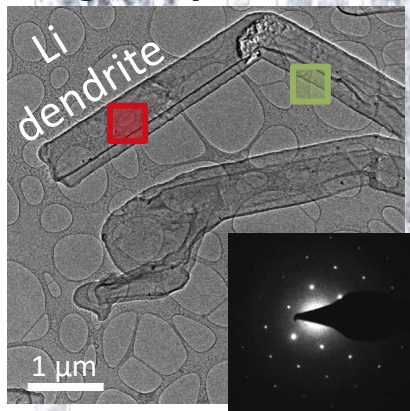
Ultramikrotom
Cross-sectioning für TEM/REM/OM



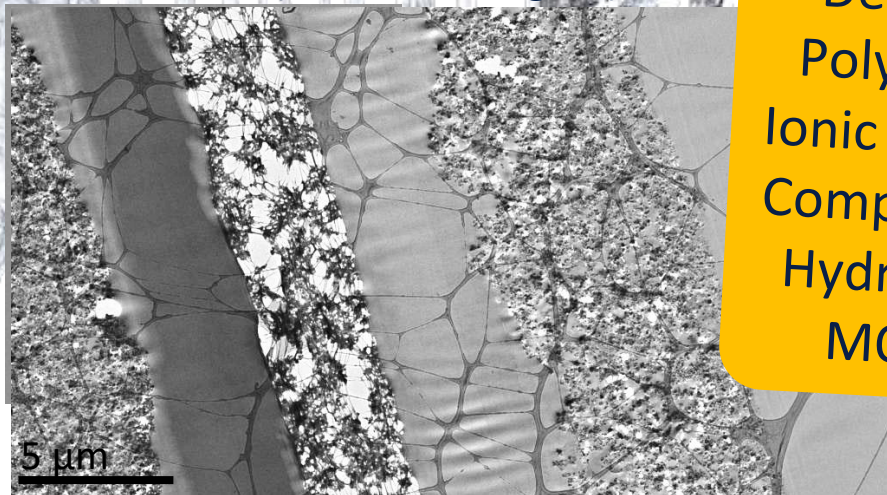
**Cryo- & Inertgas-
TEM Transferhalter**

Cryo-EM – Reactive Materials & Devices

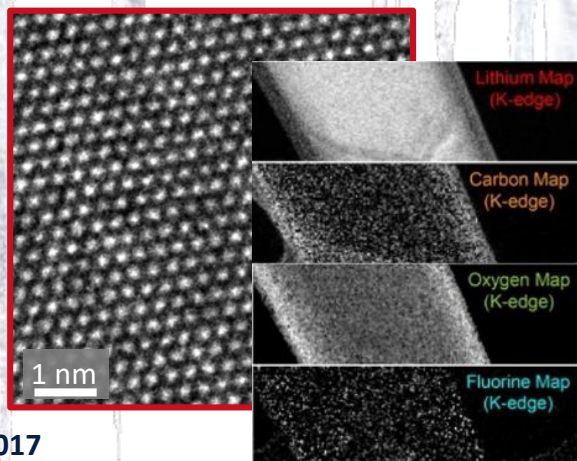
Single-crystalline Li



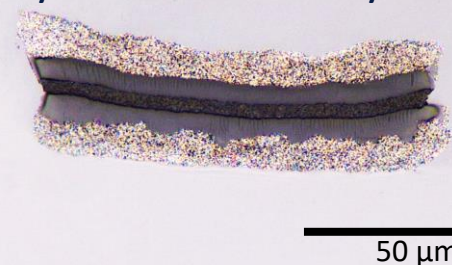
PEM fuel cell (UDE / AG Segets)



Devices
Polymers
Ionic liquids
Composites
Hydrogen
MOFs



Cross-sectioning by ultra-microtomy

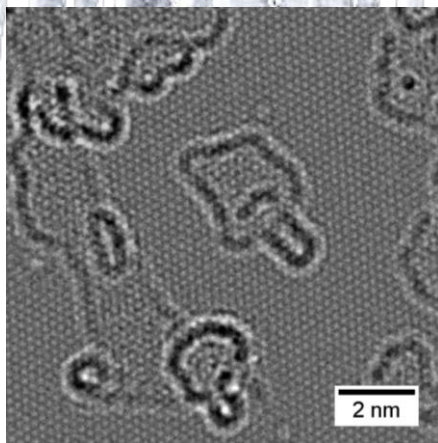


Research

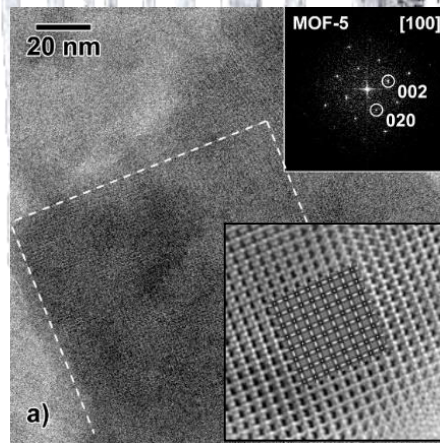
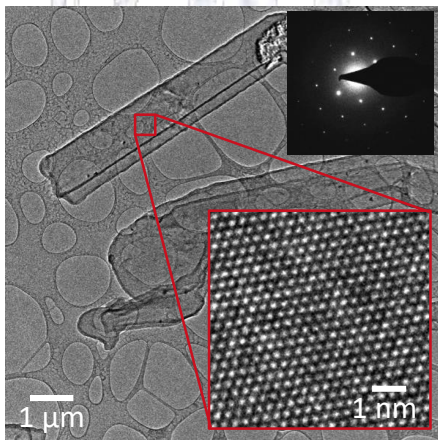
Low-kV AC-TEM

Graphene/GO

Nature 2014
Science 2017



Metallic Li/alkalis Cryo-TEM



Low-dose TEM

MOFs, battery materials

*Micro Mesopor
Mat* 2012

Inert
environment
Improved
vacuum



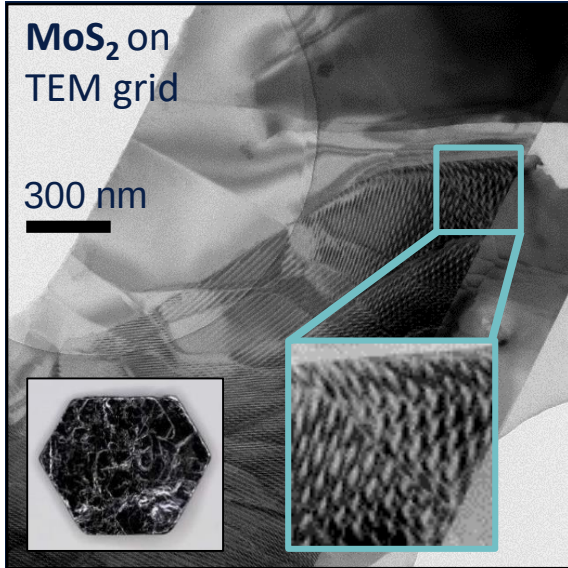
Angew Chem 2016



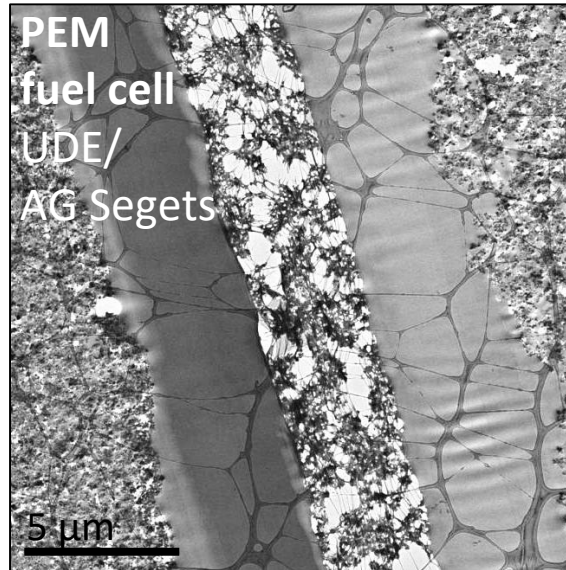
Direct
detectio
ncamer

Current Research

2D Semiconductors

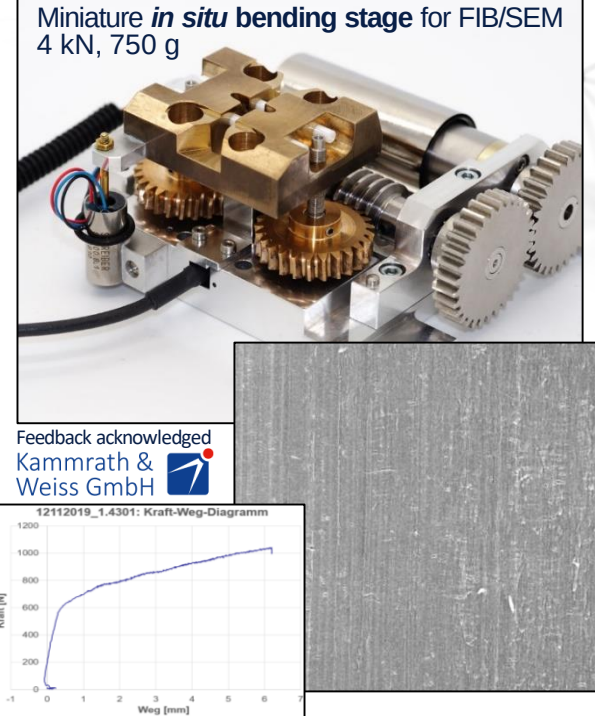


Energy Materials & Devices



GO Na-batteries
 Water purification
 Supercapacitors

in situ Developments



Research Network

EM

Complementary
characterization

Materials research

  Will Chueh
Yi Cui, Yuzhang Li
Jennifer Dionne
Bob Sinclair

  **Arizona State University**
Peter Crozier

  **DTU**



Milestones

EM preparation
Opt. microscopes
Cryo preparation
2D synthesis

1.1 M€
Spectrometer
+ 2 TEM holder

**Transmissions-
elektronen-
mikroskop**
Nanoanalytik

Glovebox
Synthese &
Probenhandhabung

Ultramikrotom
Cross-sectioning für TEM/REM/OM

Cryo- & Inertgas-
TEM Transferhalter

Erweitertes TEM-Methodenspektrum durch abbildendes EEL-Spektrometer

EEL-Map

70 Energieverlust [eV]

EELS

- Lokale Zusammensetzung
- Bindung, Oxidationsstufe
- atomare Konfiguration
- Plasmonenspektroskopie

EFTEM

- Lokale Zusammensetzung
- Bindung, Oxidationsstufe
- atomare Konfiguration
- Plasmonenspektroskopie

CBED Pattern

Dehnungsverteilung

Energieverlust

EEL-Spektrometer

Energiefilterte Elektronenbildung

Lokale Gitterverzerrungen

Defektanalysen (Burgersvektor von Versetzungen)

Hochleistungskeramik für
katalyt. Anwendungen
3D-Rekonstruktion

μCT
0.9 M€
(0.4 M€)

0.9 M€
1 Scientist
1 Technician
60 k€ SHK

10/2017

10/2018

10/2019

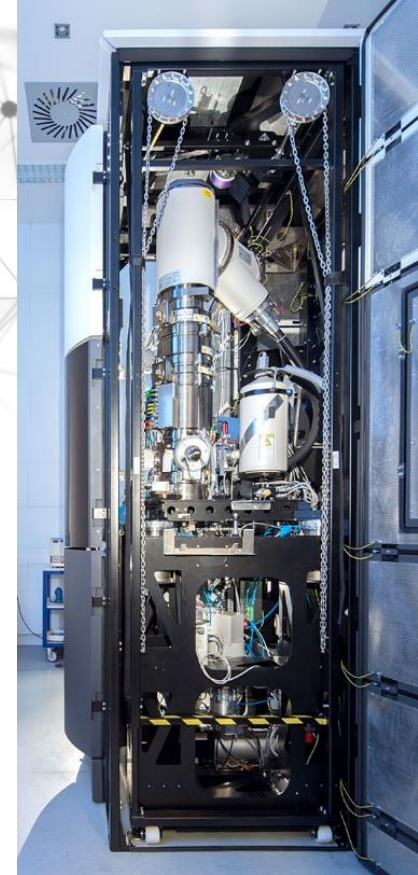
10/2020

Equipment

#	J A H R	Wunsch	Kennzeichnungen
			- #: gruppenübergreifende Nutzung (Service und Eigennutzung am MNaF) - Anschaffungsjahr - Wunschausstattung
#	4-5		Aberrationskorrigiertes HR(S)TEM (vorläufige Preisauskunft 6 M€) FEG, Image-/Probekorrektor, ChemiSTEM, CMOS-Kamera, abbildendes EEL-Spektrometer (GIF Quantum, DualEELS, Fast Shutter, 2kV Drifttube, DigiScan), 60/80/200/300 kV Alignments Fishione Nanomill

Ausstattungsumfang gemäß Gesprächen an der Fakultät

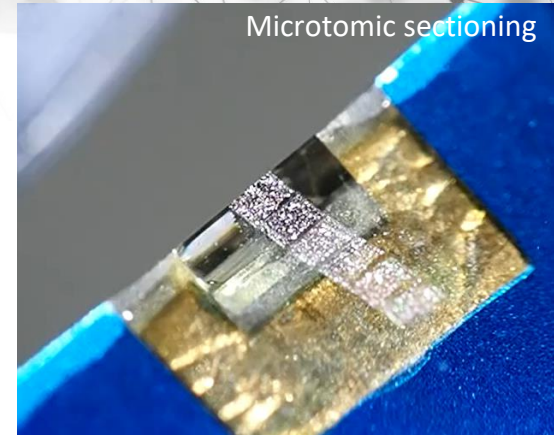
#	1		Talos-Upgrade: Hochspannungsjustage 80 kV
#	1		Server für Backup, Datenaustausch für AG und am MNaF
#	2		Talos-Nachrüstung: Gatan Enfinium/Quantum EEL-Spektrometer (vorläufige Preisauskunft 850.000 €)
#	3	W	360° Tomographiehalter
#	3	W	Heizhalter 1000 °C (TEM)



~5 M€

Equipment

#	1	Feindiamantdrahtsäge Well
#	1	Ultraschallbohrer Gatan
#	1	Schleifmaschine Allied Multiprep + einfache Schleifmaschine
#	1	TEM-Plasmareiniger (Proben-/Halterreinigung, Halterlagerung)
#	1	3x Stereomikroskop mit großem Arbeitsabstand (1x Kamera + PC)
#	1	hochauflösendes Lichtmikroskop für Probenpräparation, <i>in situ</i> und korrelative Mikroskopie (Objektive bis 5-100x kurzer AA, 2x langer AA, Dunkelfeld, Phasenkontrast, Motortisch, Farbkamera)
#	1	2x Exzikkator für Proben-/Halteraufbewahrung
#	1	Kupplungssystem für LN2-Kanne
	1	Laborbasisausstattung (C-Bedampfung, μ m-Uhren, Heizplatten, Vakuumpinzetten, Destillationsanlage für Lösungsmittel, Vakuumbauteile)
	1	Laborverbrauchsmittel für 2 Jahre (Chemikalien, Schleif-/Polier-mittel, Pinzetten, SEM-Stubs, Probenschachteln, Handschuhe)
#	2	
#	2	Kohlenstoff-GIS (Gasinjektionssystem) für Helios 600i



Equipment

Schwerpunkt Schichtkristalle und Heterostrukturen

	1		Transfersystem für Schichtkristalle (LM, ex situ Manipulator)
	1		Kritisch-Punkt-Trockner, Spincoater
	2		Gasphasenreaktor (Wachstum von Schichtkristallen)
	2	W	TEM-Rotationshalter

Schwerpunkt Nanopartikuläre/-strukturierte Materialien

#	2		Vakuum-Ultraschallzerstäuber für nanopartikuläre Materialien
#	2		Inertgas-Glovebox mit angeflanschem Reaktor und Inertgas-Schleuse (Reaktorbetrieb Hochvakuum und Gasatmosphäre, Turbopumpstand, Vakuumtechnik, Sicherheitsausstattung)
#	2		TEM-Vakuumtransferhalter

Schwerpunkt keramische, metallische Werkstoffe

	2		Rohröfen + Kammeröfen (1700 °C, Hochvakuum-/Gasbetrieb, Sicherheitsausstattung)
	2		Gasflaschenschrank, Sicherheitsausstattung
	3		2x Rohröfen (1200 °C, Langzeitauslagerungen)
#	3		mech. Formgebung Keramik
#	3		2x Kammeröfen (1200 °C, Gasbetrieb, Sicherheitsausstattung)
#	3		MEMS-Heizhalter >1200 °C (TEM)





When we're living our dream

Facility Development

2018



Facilities ▾ Research ▾ User Access ▾

FAU

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft
„Gerätezentren – Core Facilities“



2010 – 2015

Facility Development

FEI Titan Themis³ 300 (05/2014-9/2014)



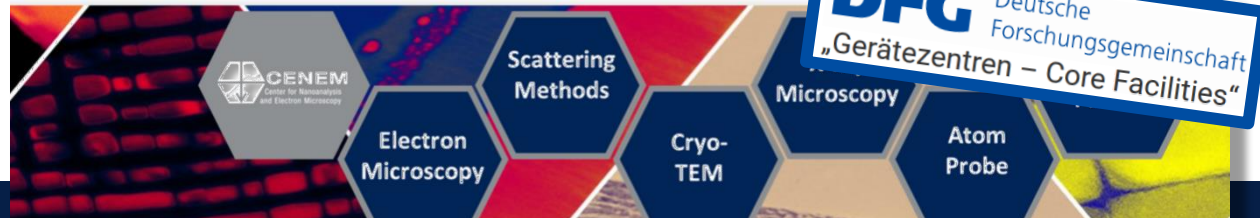
Supervision
Fund raising
Acquisition
Installation

AC-HR(S)TEM
(S)TEM
2x EELS
FIB
nanoCT
(μ CT)

2010 – 2015



Facilities ▾ Research ▾ User Access ▾

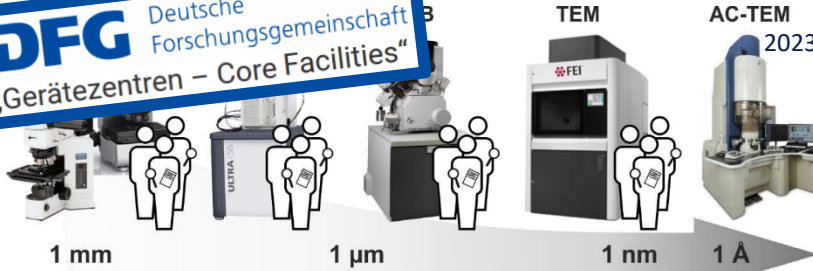


FAU

Facility Development



DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft
„Gerätezentren – Core Facilities“

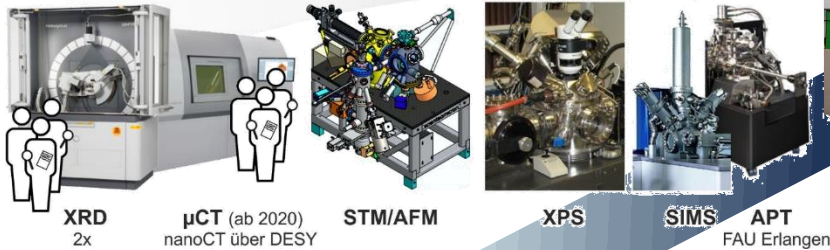


INCYTE
Forschungs-
zentrum



2023
7 High-End-EM-Labore
- 400 m² komp. Analytik
- 300 m² Präparation
& Materialsynthese
- 600 m² Reinraum

2017 – 2020

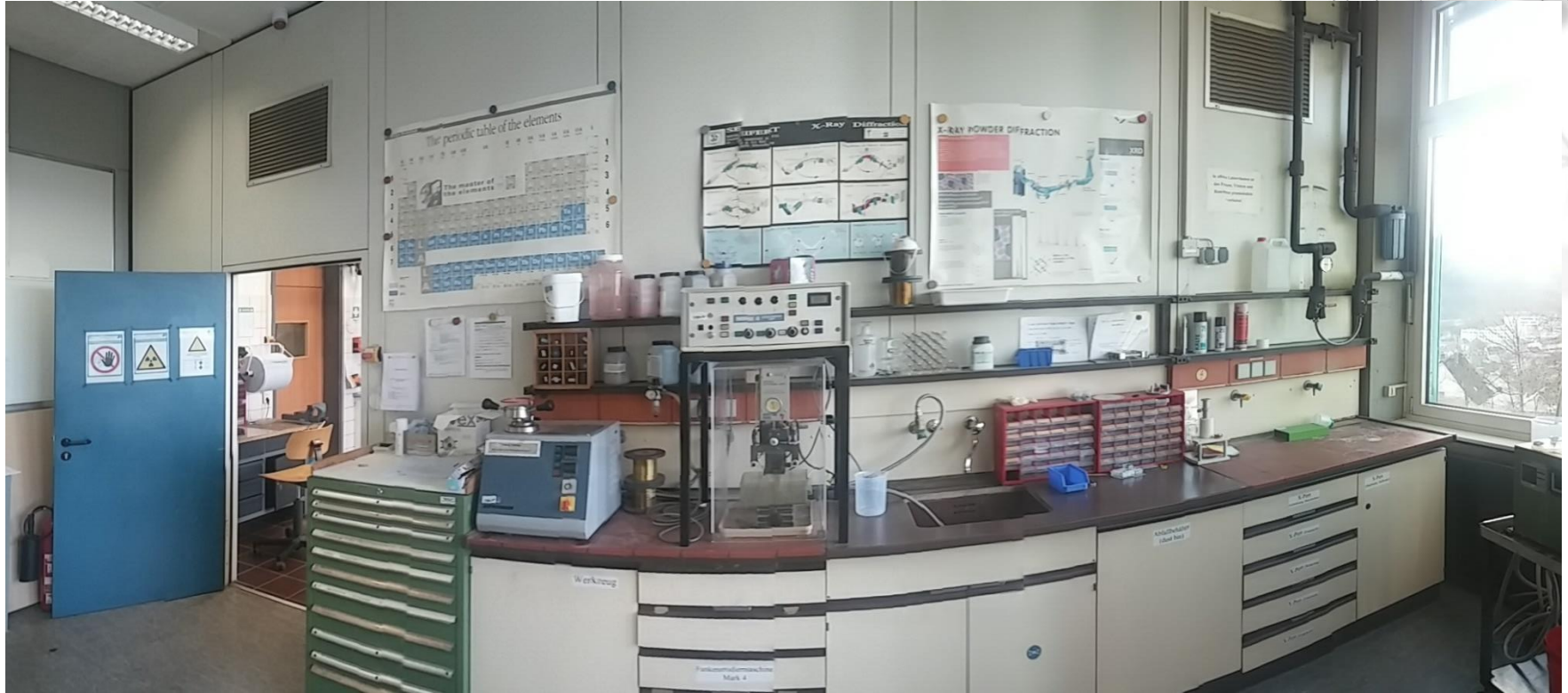


Facilities ▾ Research ▾ User Access ▾



DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft
„Gerätezentren – Core Facilities“

Remodeling



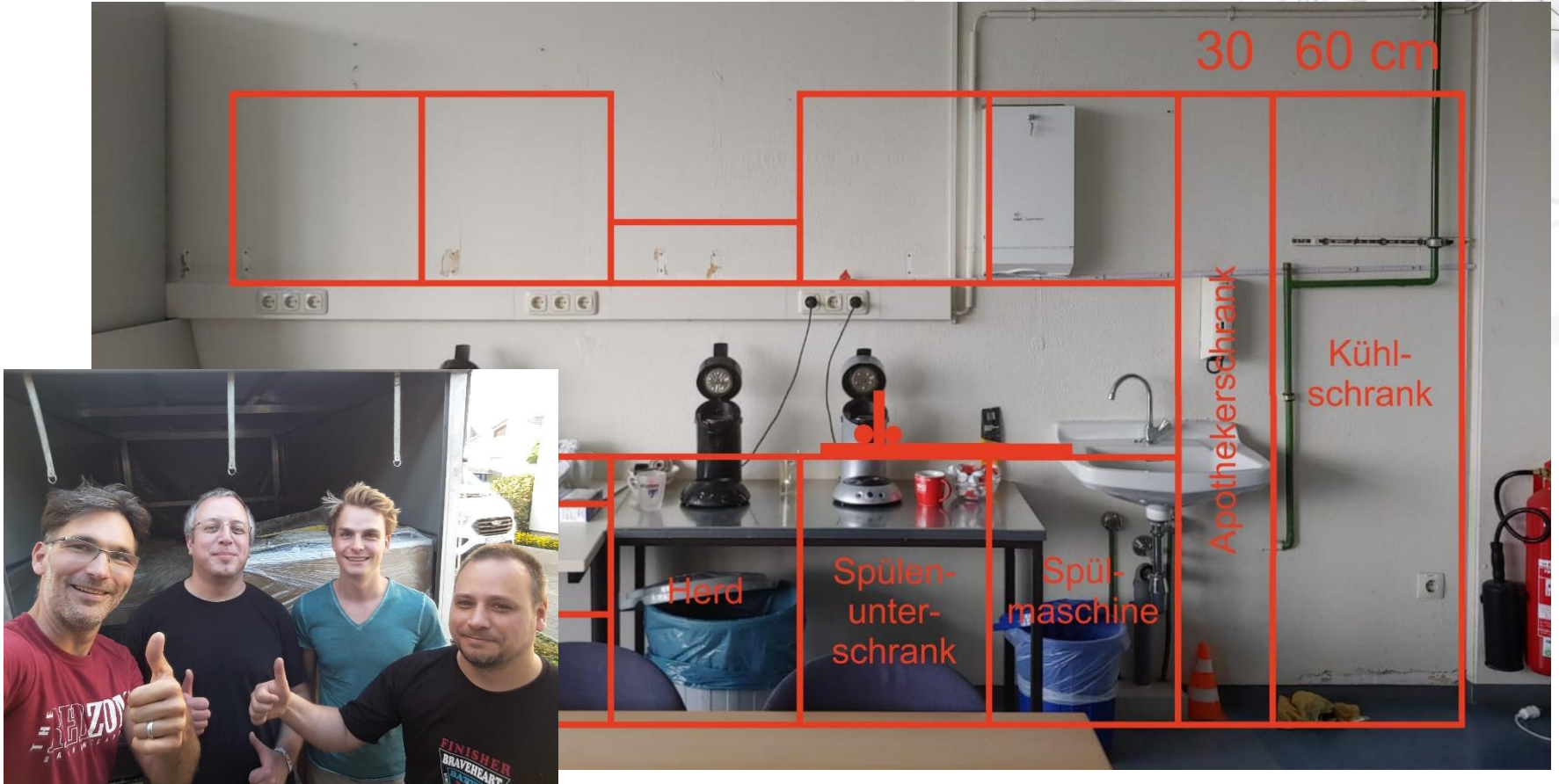
Remodeling



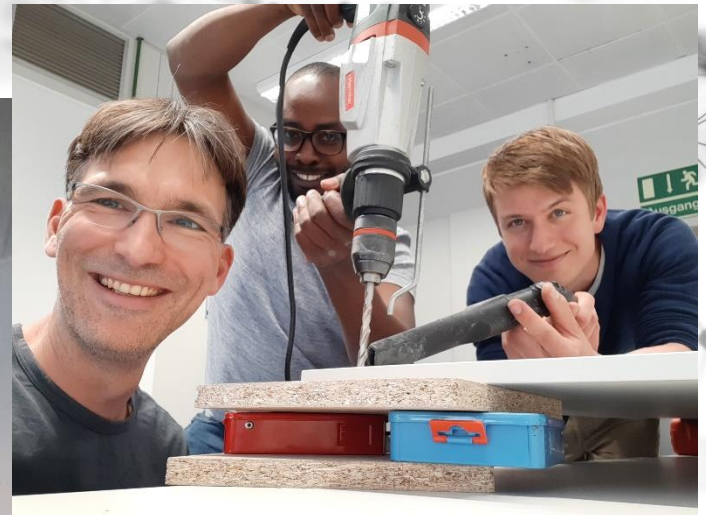
Remodeling



Remodeling



Remodeling



Remodeling

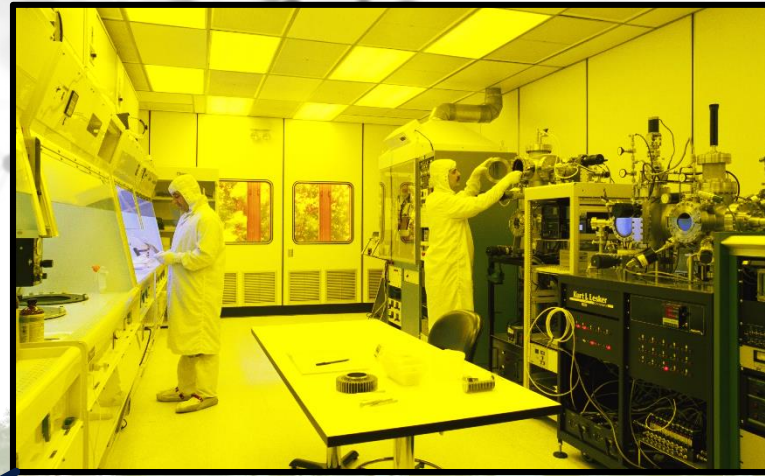
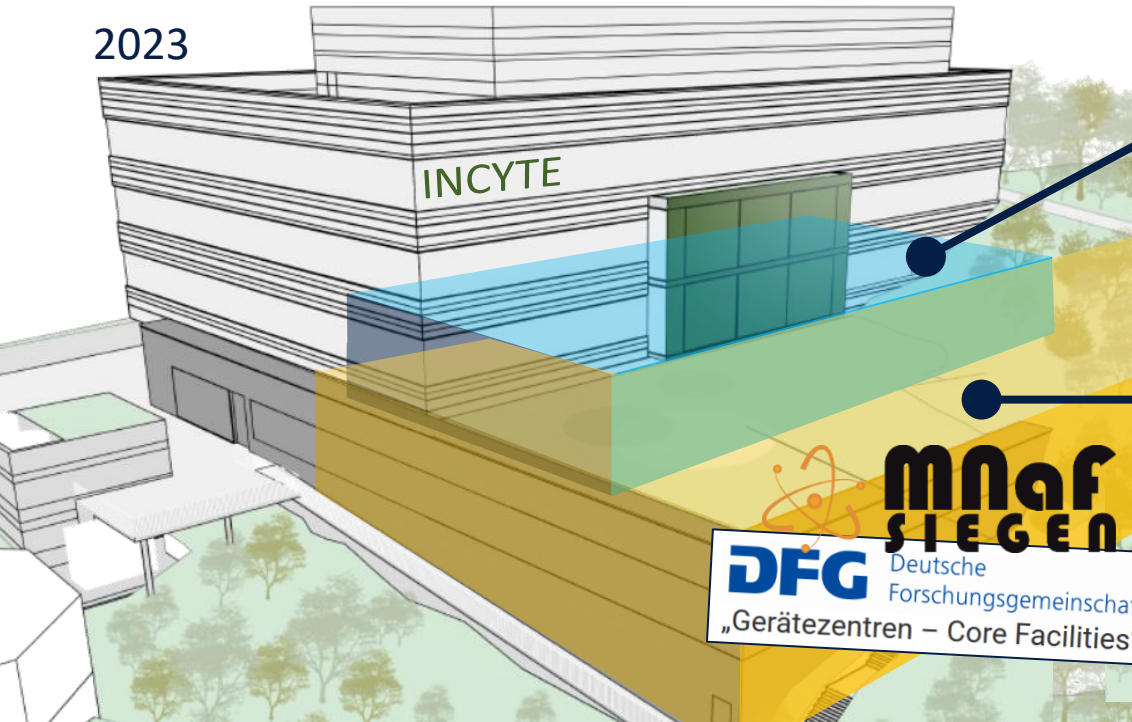
Meeting room 409/4
Zeiss SEM lab (LOT)
Several offices



INCYTE Research Center

NANOANALYTIK, NANOCHEMIE & CYBER-PHYSISCHE SENSORTECHNOLOGIE

2023



mna
SIEGEN
Deutsche
Forschungsgemeinschaft
„Gerätezentren – Core Facilities“



INCYTE status

Haring

- 600 m² **Reinraum**
- 150 m² **Eigenlabore**

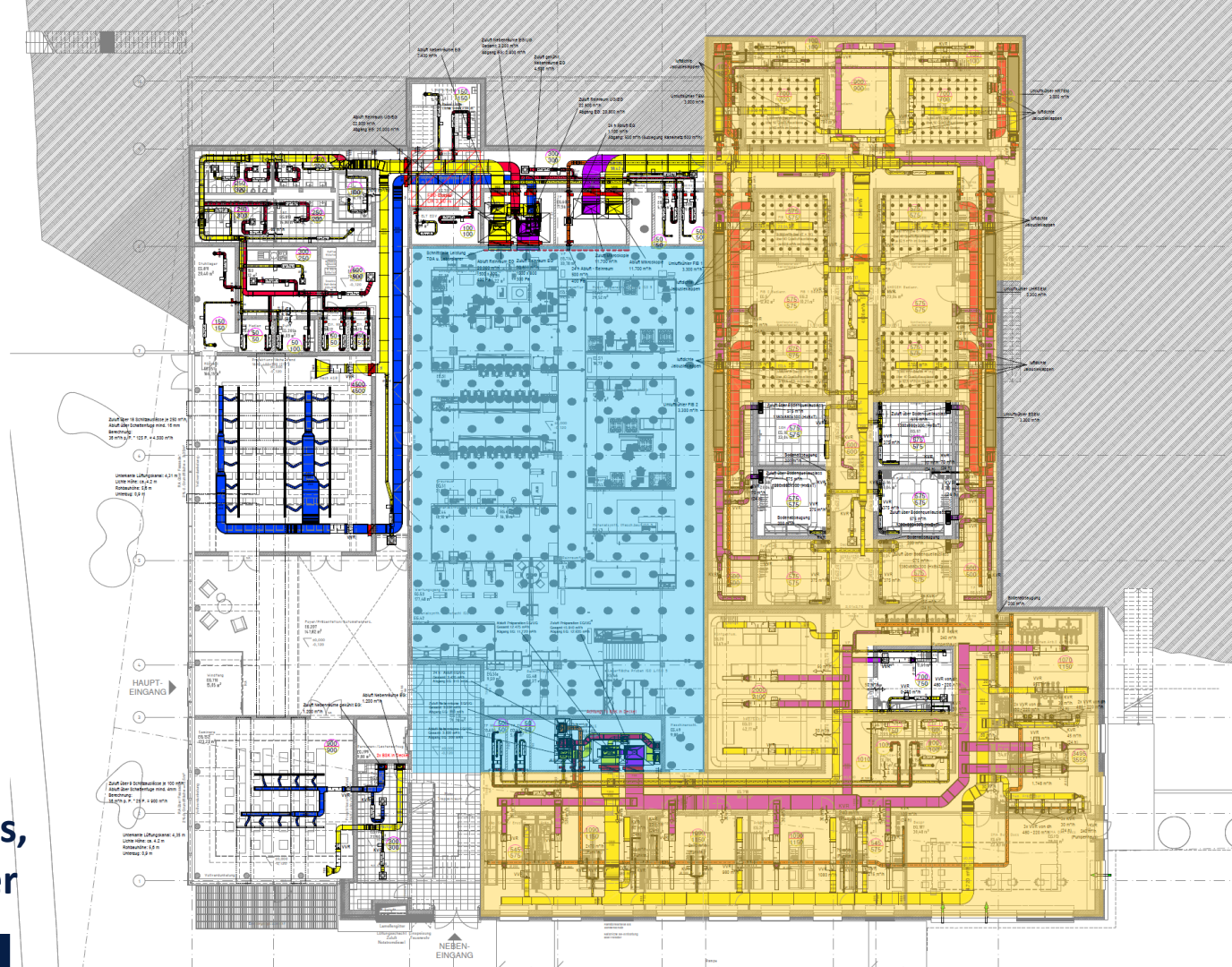
Butz

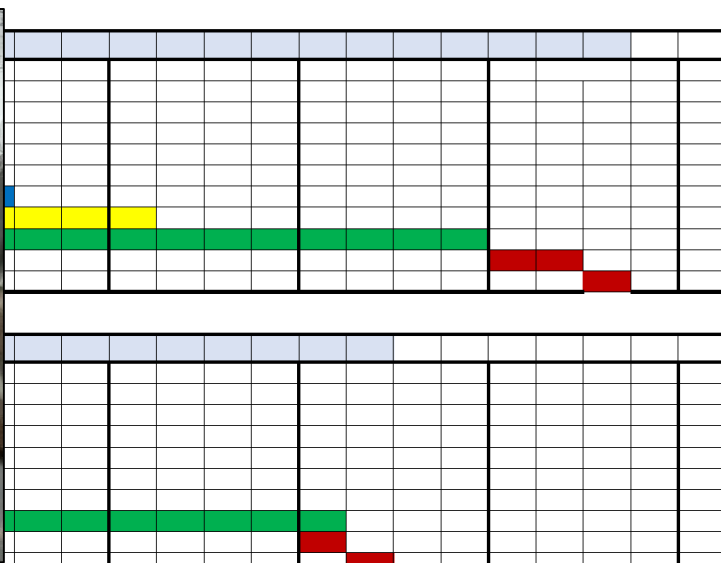
- 500 m² **GG-Labore**
- 350 m² **Präparation**
- 150 m² **Eigenlabore**
- Büroflächen
- Hörsäle
- Kommunikation
- Gesamtkonzept

Jiang: CVD + RR

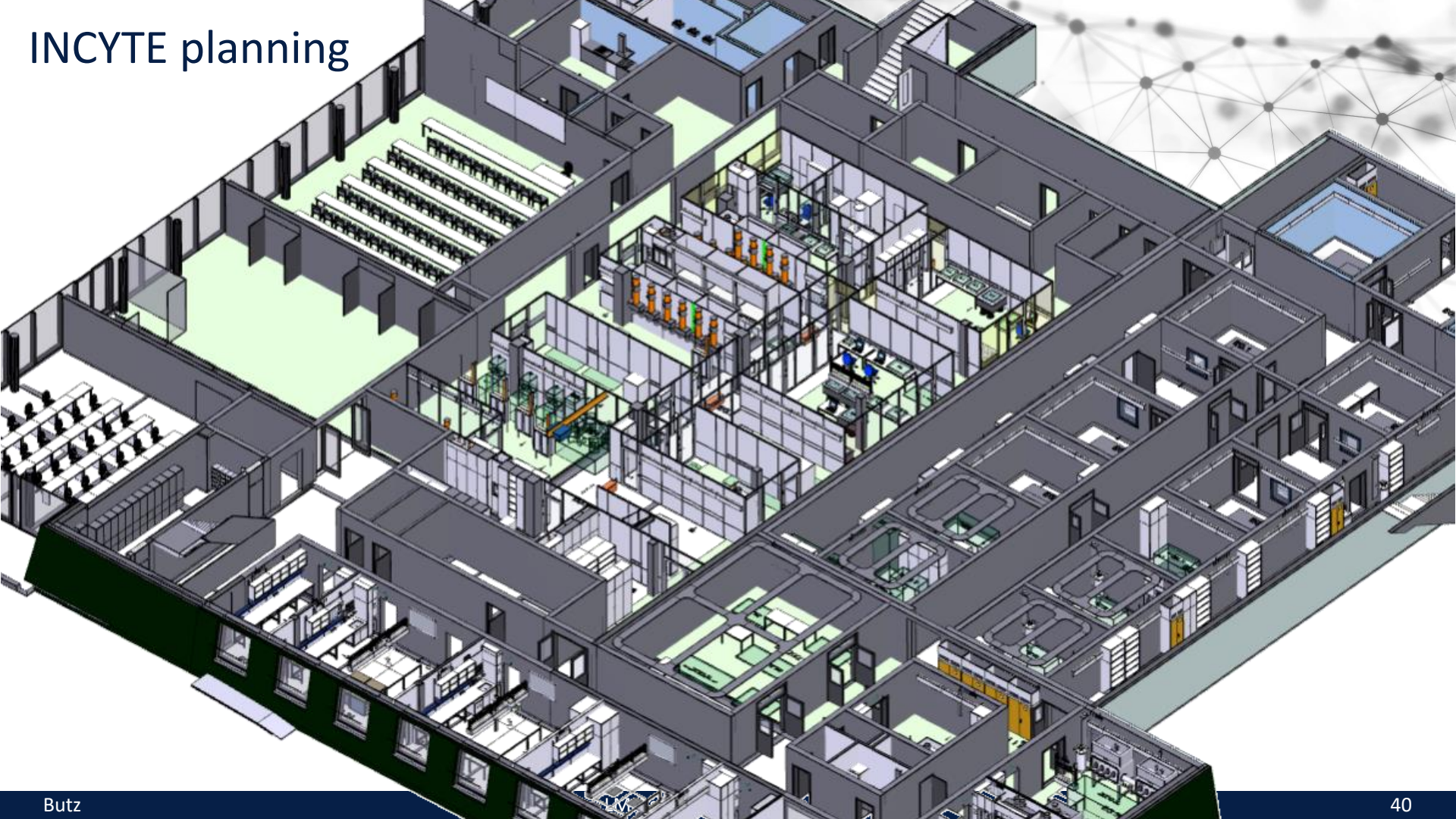
Brandt: μ CT, XRD

**Busse, NF Lemme, Krauss,
Schönherr, Merzendorfer**





INCYTE planning

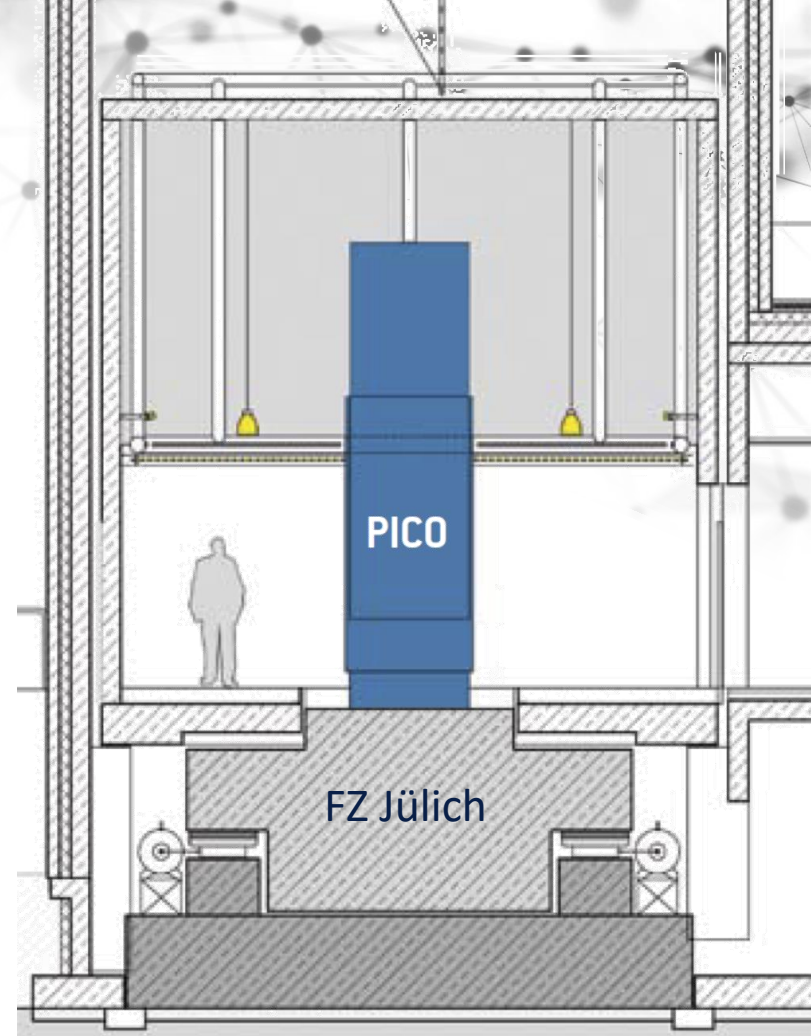


Cutting-edge Lab Space



Reinraum & Nanoanalytik

- Mechanische Vibrationen ($< 1 \mu\text{m/s}$)
- Elektromagnetische Abschirmung ($< 10 \text{ nT}$)
- Temperaturstabilität (1 K/24 h)
- Partikelreinheit





WHAT IS GOING ON NOW ?

Development of Master/Bachelor Studies



Allgemeine Werkstofftechnik	Jiang
Aufbau technischer Werkstoffe	Butz
Verformungsverhalten technischer Werkstoffe	NN
Tribologie und Bauteilverhalten	Jiang
Fallstudien zu technischen Schadensfällen	Ohrndorf
Werkstoffverhalten unter mechanischer Belastung	Brandt -> NN
Technische Bruchmechanik (Weinberg)	Weinberg
Materialermüdung (Ohrndorf, Brandt)	Brandt
Verformungsverhalten technischer Werkstoffe	NN
Fallstudien zu technischen Schadensfällen	Ohrndorf
Oberflächentechnik	Jiang
Tribologie und Bauteilverhalten	Jiang
Verfahrenstechnik der Oberflächenmodifikationen	Jiang
Physikalische Chemie funktioneller Dünnschichten	Jiang
Materialwissenschaft dünner Schichten und Schichtsysteme	Jiang
Werkstoffe für den Fahrzeugleichtbau	Brandt
Werkstoffe für Automobile I	Brandt
Werkstoffe für Automobile II	Brandt
Werkstoffsysteme für den Fahrzeugleichtbau	Brandt
Materialermüdung (Ohrndorf, Brandt)	Brandt
Mikro- und Nanoanalytik in der Materialforschung	Butz
Rasterelektronen- und Ionenmikroskopie	Butz
Abbildende TEM und Elektronenbeugung	Butz
Fortgeschrittene TEM und spektroskopische Methoden	Butz
Röntgenmethoden	Butz
Moderne Funktionswerkstoffe	Butz
Aufbau technischer Werkstoffe	Butz
Physikalische Eigenschaften technischer Werkstoffe	Jiang
Nanostrukturierte Werkstoffe für die Energie- und Sensorik	Jiang
Keramik- und Hybridwerkstoffe	Butz

4x 9 ECTS
from focal field

SoSe

WiSe

MA-TEC 20 – Mikro- und Nanoanalytik in der Materialforschung (3 aus 4)

Rasterelektronen- und –ionenmikroskopie
Abbildende TEM und Elektronenbeugung

Fortgeschrittene TEM & Spektroskopie
Moderne Röntgenmethoden

MA-TEC 21 – Moderne Funktionswerkstoffe (3 aus 4)

Nanostrukt. WS f.d. Energie- & Sensortechnik
Keramik- und Hybridwerkstoffe

Aufbau technischer Werkstoffe*
Phys. Eigenschaften techn. Werkstoffe

*auch MA-TEC 16, PF MatWerk

Fachlabore (MatWerk)

SoSe

WiSe

Werkstofftechnik Pflichtfach

Werkstofftechnik II
Werkstofftechnikpraktikum

Werkstofftechnik I
WT1-Übung

BA-TEC 13 – *Werkstofffunktionalisierung*

(2 aus 3)

Grundlagen der Oberflächentechnik
Korrosion und Korrosionsschutz

Funktionswerkstoffe (Einführung)

BA-TEC 14 – *Werkstoff- und Schadensanalytik*

Moderne Charakterisierungsmethoden

Schadenskunde in der Werkstofftechnik

Planungs- und Entwicklungsprojekt PEP

Teaching – Staff



Prof. Dr. B. Butz



Dr.-Ing. J. Müller



M. Sc. M. Hepp

Butz



Prof. Dr. M. Killian



Dr. C. Pritzel



Dr. C. Wiktor



Dr. Y. Sakalli



Dr. S. Afflerbach



M. Sc. S. Leith

B. Sc. S. Weitz

LMN



Teaching – Staff



Prof. Dr. B. Butz



Prof. Dr. M. Killian



Dr. Y. Sakalli

B. Sc. S. Weitz



Dr.-Ing. J. Müller



Dr. C. Pritzel



Dr. S. Afflerbach



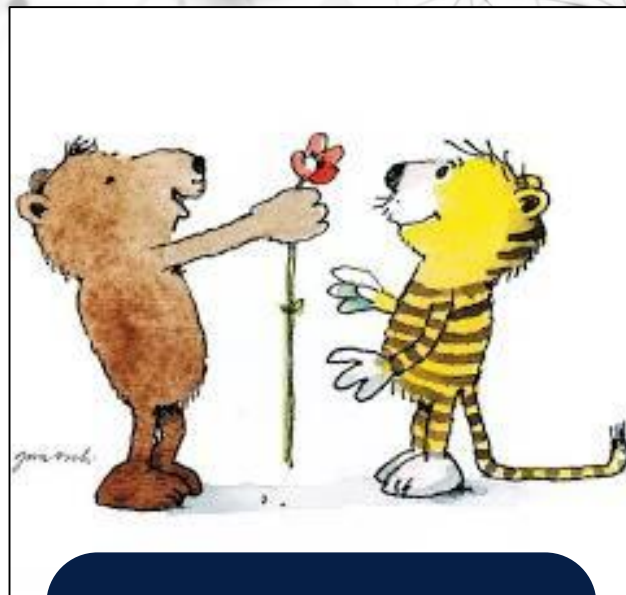
M. Sc. M. Hepp



Dr. C. Wiktor



M. Sc. S. Leith



X-ray School 2021

Strategy meeting on
13 NOV 2020
at 9:00 a.m.

Public Outreach



Mikroskopie-Workshop 2018

Liebe Kinder, liebe Eltern,

wir – begeisterte Physiker, Chemiker und Ingenieure des Mikroskopiecenters der Universität Siegen – möchten Euch zusammen mit euren Lehrern einen spannenden Einblick in unsere Arbeit und in die mikroskopisch kleine Welt um uns herum gewähren. Zusammen mit Euch wollen wir alles das entdecken, was ihr mit bloßem Auge nicht mehr einfach erblicken könnt.

Dazu werden wir euch am 25.9. / 27.9. an der b school besuchen und unsere Lupen und Lichtmikroskope mitbringen.



Was braucht ihr? Eine gesunde Portion Neugier; und natürlich dürft ihr eure eigene Proben mitbringen, die wir uns dann gemeinsam anschauen wollen.

Wir freuen uns schon sehr auf unsere gemeinsame Entdeckungstour!

Viele Grüße,
Dr. Pingu und ihr Team

