



**Bauen für die Nanowissenschaft:
Spitzenforschung braucht leistungs-
orientierte Strukturen**

Dr. Olaf Wollersheim

**Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
Institut für Nanotechnologie**

**HIS-Veranstaltung III/6
Forschungszentren und Laborgebäude
28. Juni 2007, Hannover**

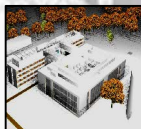
Bauen für die Nanowissenschaft: Spitzenforschung braucht leistungs- orientierte Strukturen



Das Institut für Nanotechnologie – eine Einführung



Grundüberlegungen für die Gebäudekonzeption



Das integrative Institutsgebäude 640

Bauen für die Nanowissenschaft: Spitzenforschung braucht leistungs- orientierte Strukturen



Das Institut für Nanotechnologie – eine Einführung



Grundüberlegungen für die Gebäudekonzeption

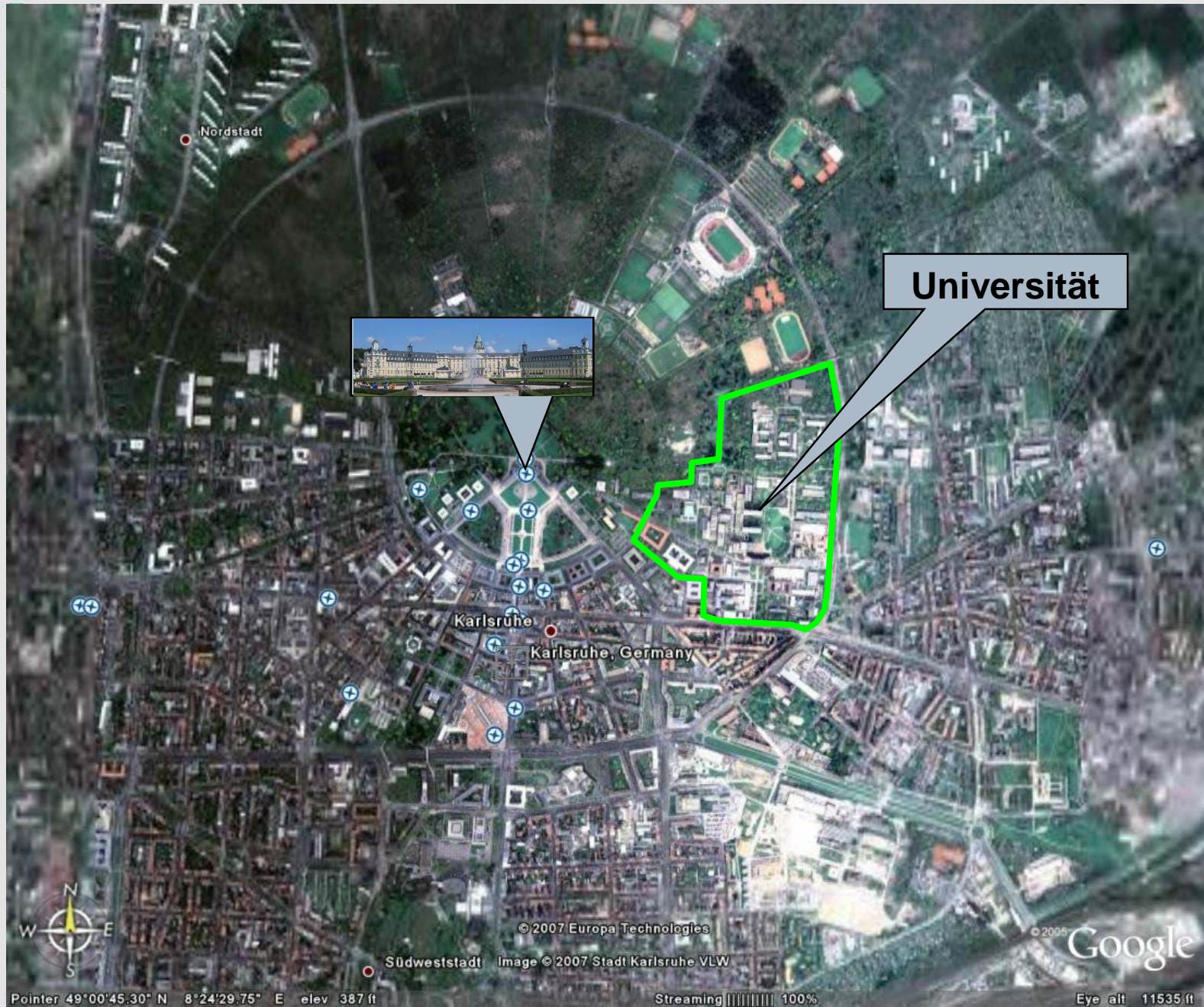


Das integrative Institutsgebäude 640

Karlsruhe Palace, founded 1715

Residence of Margrave Karl-Wilhelm of Baden-Durlach







Forschungszentrum

Stutensee

Worth

≈ 10 km

Universität

Karlsruhe Karlsruhe, Germany



© 2007 Europa Technologies
Image © 2007 GeoContent
Image © 2007 Stadt Karlsruhe VLW

© 2005 Google

Pointer 49°02'59.32" N 8°25'10.17" E elev 397 ft

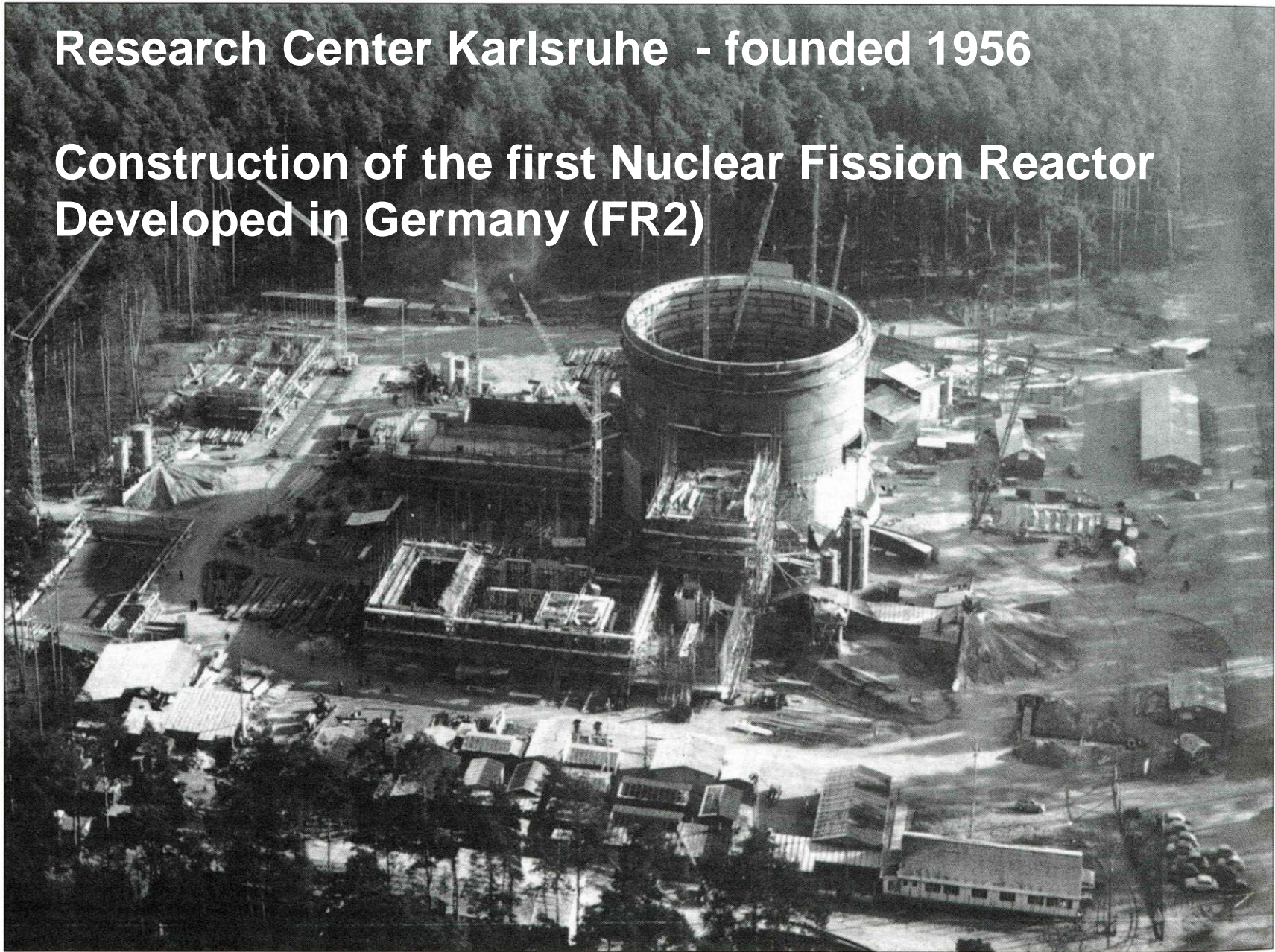
Streaming 100%

Eye alt 10:07 mi



Research Center Karlsruhe - founded 1956

**Construction of the first Nuclear Fission Reactor
Developed in Germany (FR2)**



Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher
Forschungszentren

Größte Wissenschaftsorganisation Deutschlands

24 000 Mitarbeiter/innen

Jahresbudget über 2 Milliarden €

Finanzierung 90/10 durch Bund und Sitzländer

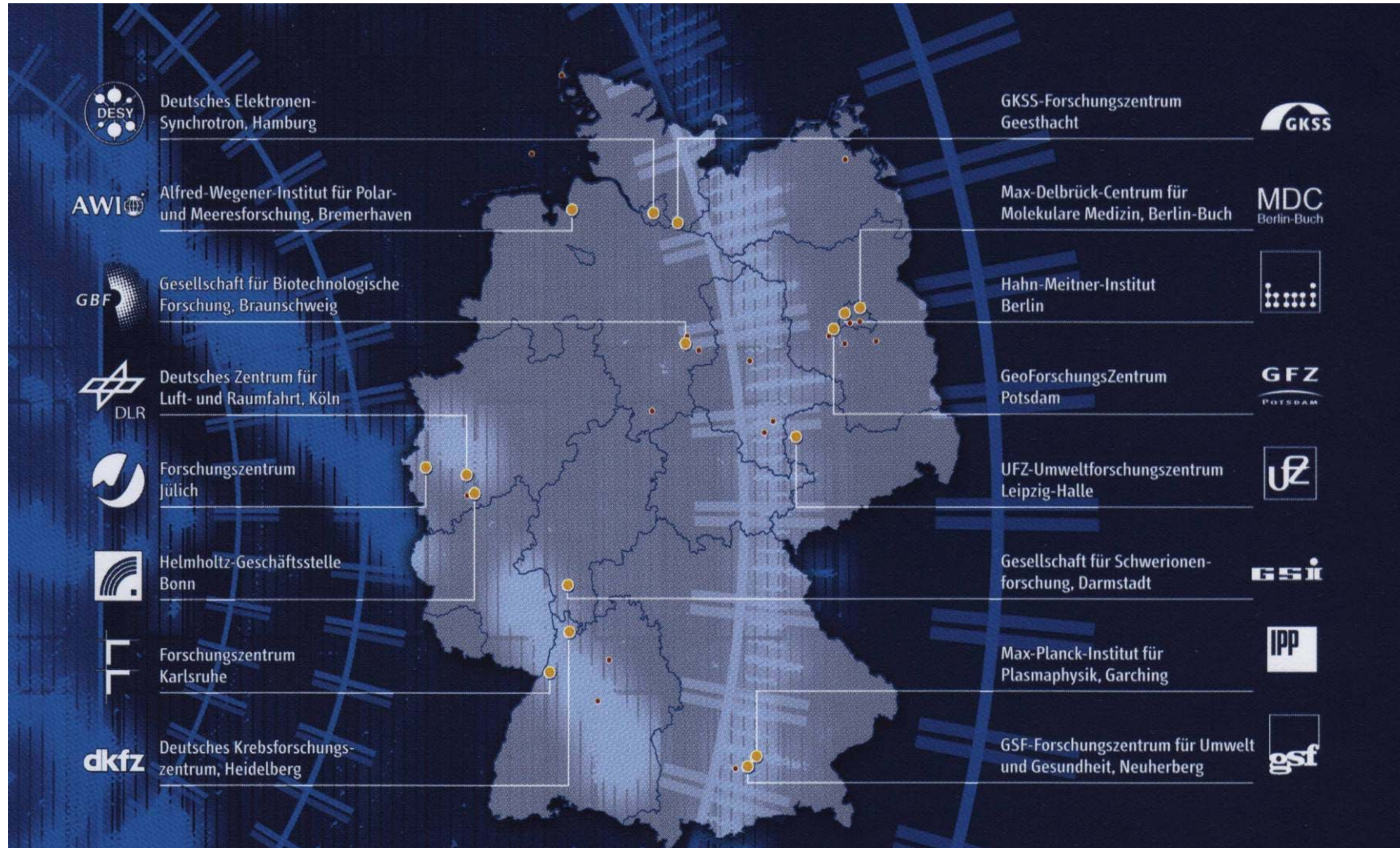
Langfristige Vorsorgeforschung in den Bereichen:

Energie, Erde und Umwelt,

Gesundheit, Schlüsseltechnologien

Struktur der Materie, Verkehr und Weltraum

Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren



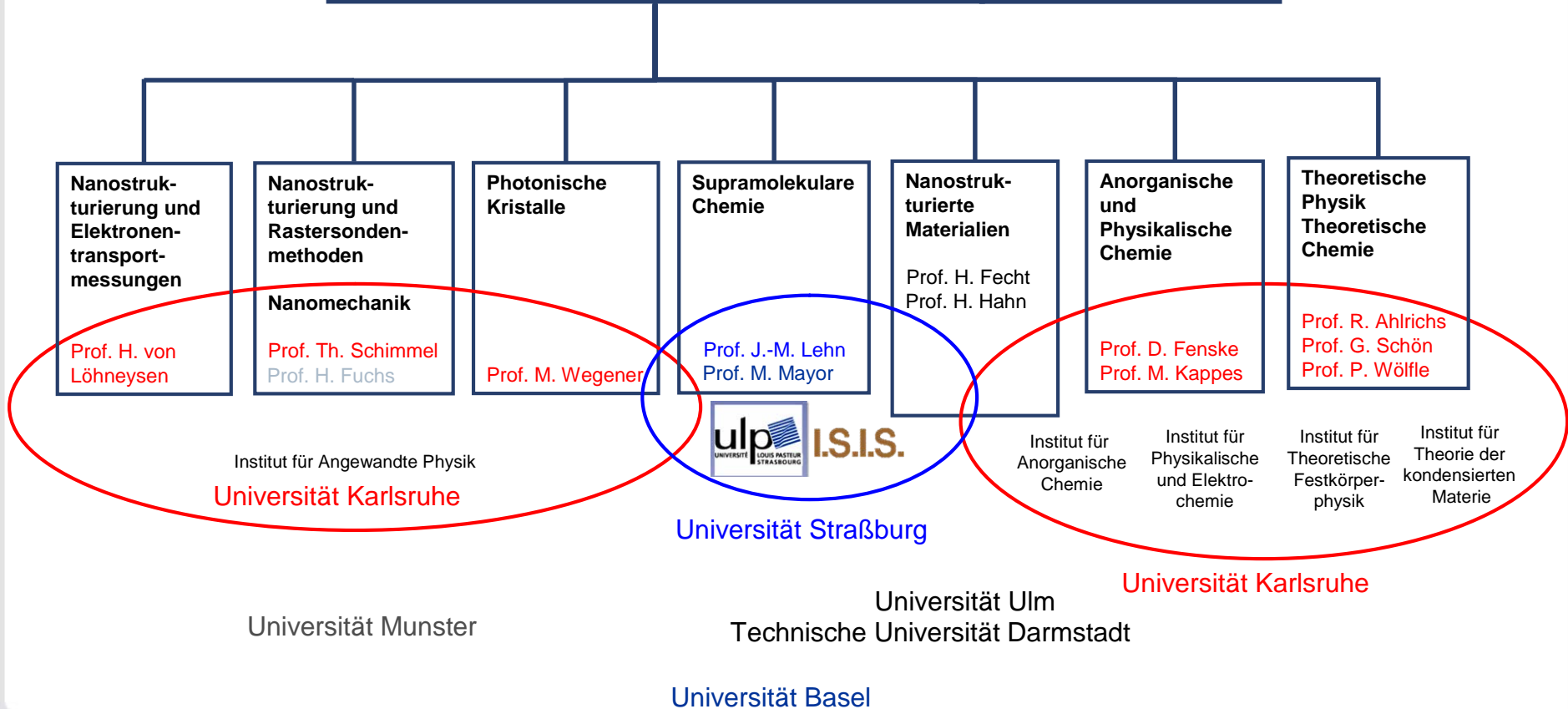
Wichtige Erfolgsfaktoren für Arbeitsgruppen in den Nanowissenschaften und der Nanotechnologie

- **Herausragende Leiter für die wissenschaftlichen Arbeitsgruppen**
- **Exzellente und internationale Nachwuchsforscher**
- **Relativ kleine Forschungsgruppen mit intensiver Interaktion**
- **Enge Kooperation zwischen Wissenschaftlern verschiedener Disziplinen aus Theorie und Experiment**
- **Top-level Infrastruktur (Verwaltung, Gebäude etc.)**

**Architektur muss diese Faktoren berücksichtigen
und dadurch zum Erfolg beitragen!**

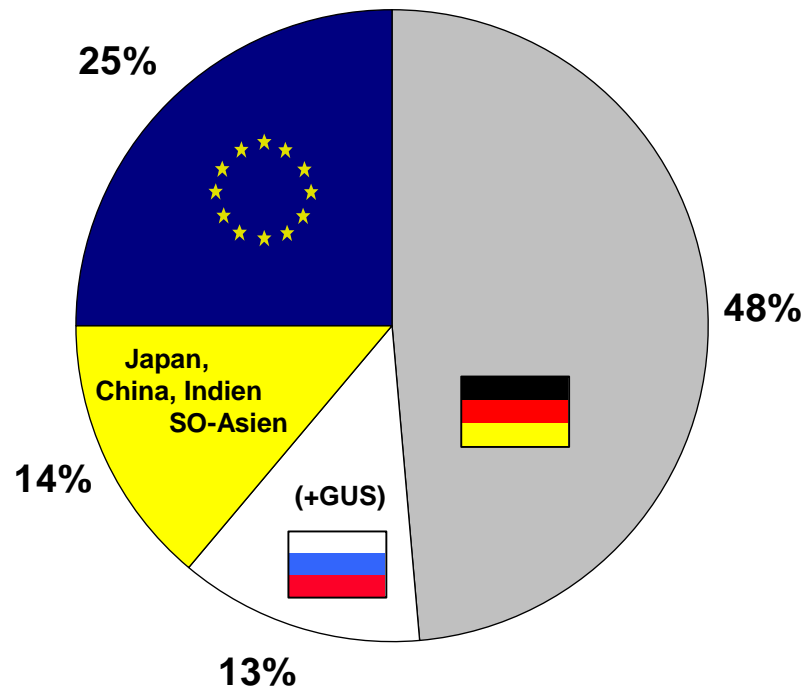
Department-Struktur des INT

Institut für Nanotechnologie Prof. H. Hahn Geschäftsführender Institutsleiter Prof. D. Fenske Prof. H. Fuchs Prof. J.-M. Lehn	Dr. O. Wollersheim Stv. Institutsleiter Leiter Infrastruktur
---	---

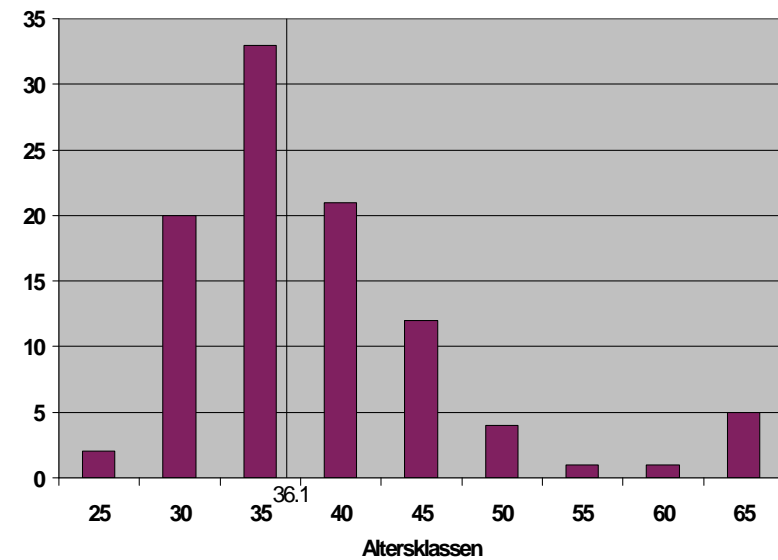


Personalstruktur des INT

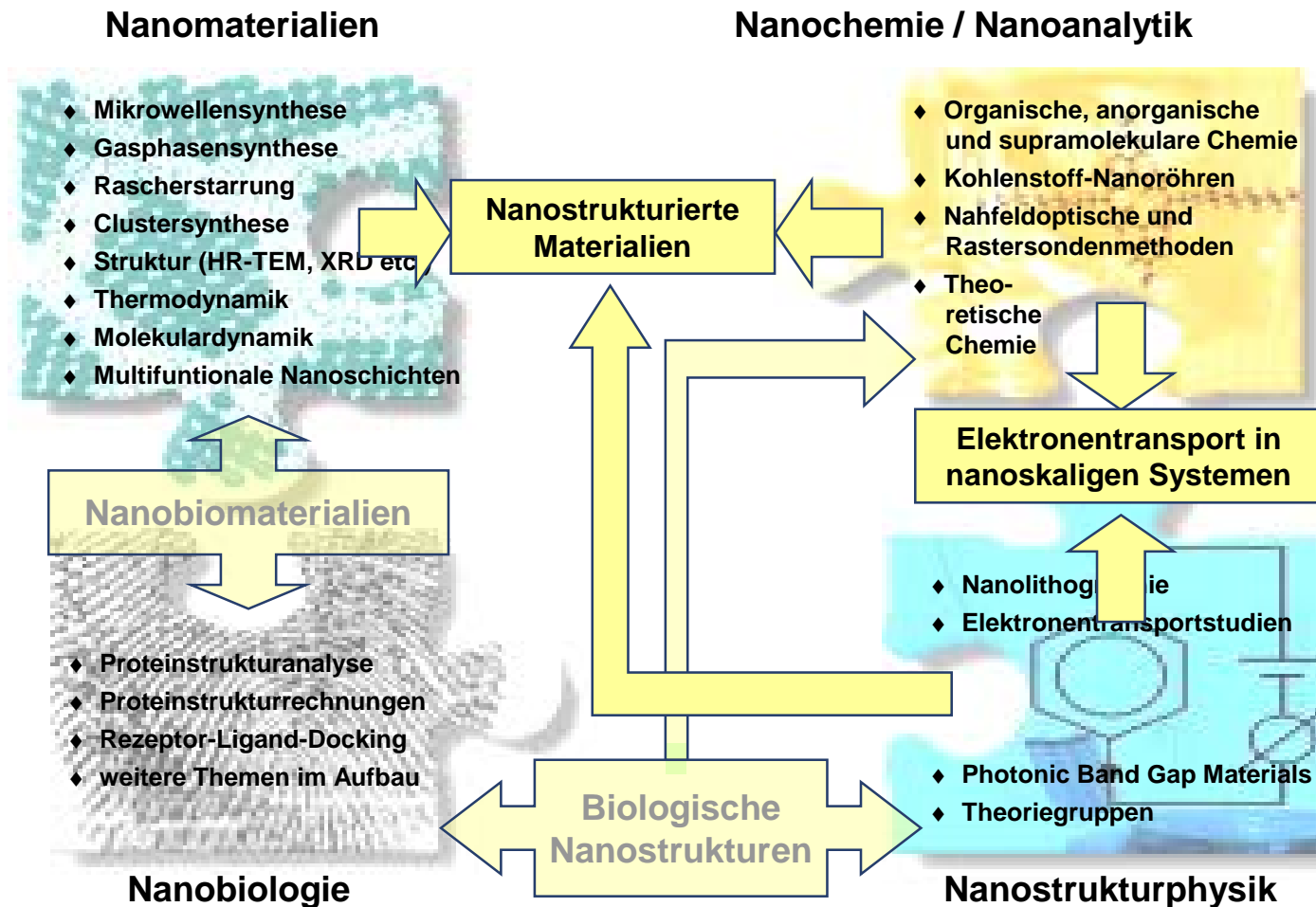
Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus 21 Nationen
- Tendenz steigend -



Altersverteilung



Kernkompetenzen und interdisziplinäre Forschungsgebiete



(Kurze) Geschichte des Instituts für Nanotechnologie (I)

**Gründungs-
idee**
(Mitte -Ende 1997)



Gründungsvorbereitung mit
den Universitäten
Karlsruhe und Straßburg,
Planentwürfe

**Zustimmung
durch den
Aufsichtsrat**
(für 1998 - 2003)



Juni 1998



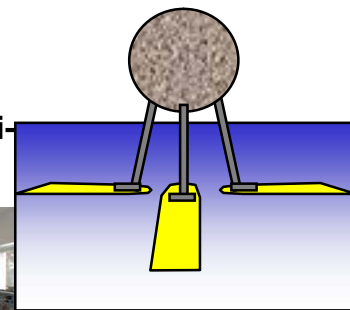
**Aufbau eines Büro-
und Laborcontainers**

Januar

**Beginn der experi-
mentellen Arbeit**

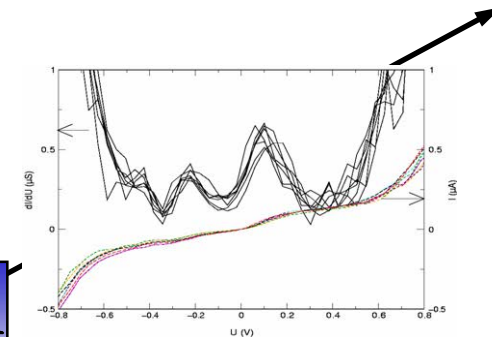


April



**„Molekularelek-
tronik“-Antrag
an den
Strategie-Fonds
der HGF**

Dezember 1999

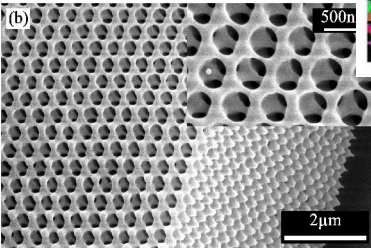


**Reproduzierbare
Transportmessungen an
einzelnen organischen
Molekülen**

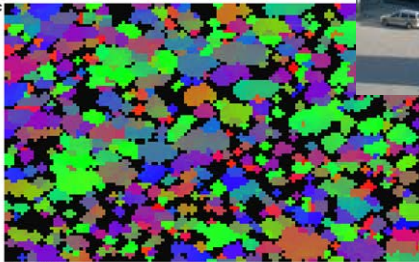
Oktober 2000

Geschichte des Instituts für Nanotechnologie (II)

Integration der Arbeitsgruppe Photonische Kristalle (M. Wegener)



Februar 2001



Integration einer zweiten Arbeitsgruppe für Nanomaterialien (H.-J. Fecht)

Januar 2002



Einweihung eines Gebäudes in Fertigteilbauweise

Juli 2003



Integration einer Arbeitsgruppe Nanomechanik (H. Fuchs)

Januar



Prof. Hahn übernimmt die geschäftsführende Leitung des INT von Prof. Gleiter

April 2004

Ausgewählte Erfolge seit Gründung im Jahr 1998

≈ 700 begutachtete Publikationen in ISI-gelisteten Zeitschriften

**in jedem Arbeitsthema ein Kooperationsprojekt mit der Industrie
mit über 1 Mio. € Industrieanteil**

Max-Planck-Preis 2001*

Erwin-Schrödinger-Preis 2004*

EURYI Award 2005*

**Ehrendoktoren der Russischen Akademie der Wissenschaften,
der Universitäten Brüssel*, Nagoya* und Sherbrooke***

Zehn Rufe an INT-Wissenschaftler, davon sechs Auslandsrufe

Vier HHNG, zwei Emmy-Noether-Gruppen*, zehn AvH-Stipendiaten

* erstmals an Wissenschaftler des Forschungszentrums Karlsruhe vergeben

Wo Deutschlands Elite forscht

Die Top-Wissenschaftseinrichtungen in den wichtigsten technologischen Zukunftsfeldern



Legende:

- Energietechnik
- Mikroelektronik
- Medizintechnik
- Informationssysteme
- Nanotechnologie
- Produktionstechnik/Automation
- Telekommunikation
- Robotik/Künstliche Intelligenz
- Werkstoffe
- Optische Technologien
- Biotechnik
- Auto/Verkehr



Die innovativsten Bundesländer (Angaben in Prozent)

Bayern	74
Baden-Württemberg	67
Nordrhein-Westfalen	22
Sachsen	15
Berlin	12
Hessen	7
Thüringen	5
Hamburg	4
Rheinland-Pfalz	4
Bremen	3
Saarland	1
Sachsen-Anhalt	1
Niedersachsen	1
Schleswig-Holstein	1
Brandenburg	1
Mecklenburg-Vorpommern	1



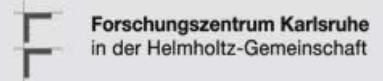
Karlsruhe Universität

Forschungszentrum

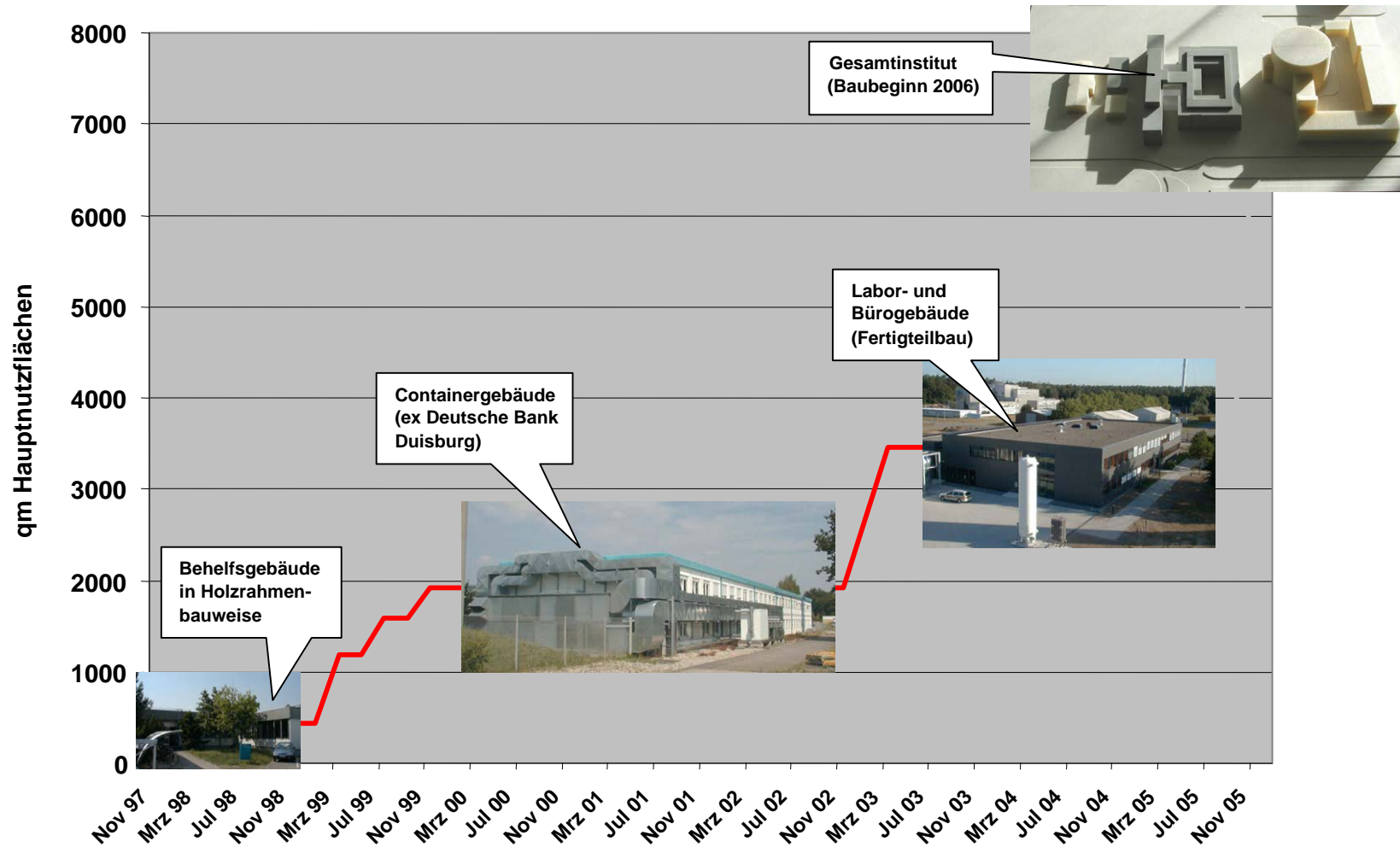
10 7 11 8

10

* Auf diesen Gebieten wurden sich die Befragten nicht auf ein einziges Institut festlegen, sondern die Leitung von Fraunhofer bzw. Max-Planck in der Gesamtheit vorzuziehen. Die Institute gehören zu den am häufigsten genannten. Quelle: IZHS Erntest (umfrage unter 200 deutschen Spitzenforschern)



Aufbau der Institutsgebäude für das INT



Bauen für die Nanowissenschaft: Spitzenforschung braucht leistungs- orientierte Strukturen



Das Institut für Nanotechnologie – eine Einführung



Grundüberlegungen für die Gebäudekonzeption



Das integrative Institutsgebäude 640

news feature

Do you want to work here?

The architects behind a new generation of laboratories believe their designs can stimulate good science. Laura Bonetta finds out how, and looks at research that may one day help to test their claims.



NATURE|VOL 424 | 14 AUGUST 2003

21 HIS-Veranstaltung: III/6 Forschungszentren und Laborgebäude 28. Juni 2007

 HELMHOLTZ
| GEMEINSCHAFT

 Forschungszentrum Karlsruhe
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Internationale Trends im Design wissenschaftlicher (Labor-)Gebäude

Anforderungen an eine moderne Wissenschafts-Architektur :

- n „neighbourhood-building“ in großen Gebäuden mit mehreren Hundert Wissenschaftlern
- n hohe ästhetische Qualität, Identifikationsmöglichkeiten, „pride-of-place“
- n offene, luftige, freie Umgebung
- n **Unterstützung von Begegnung, Diskussion, Interaktion**
- n **Erfüllung der Raumspezifikationen für wiss. Ausrüstung**
- n Pionierarbeiten durch Jonas Salk und Louis Kahn (Salk Institute, La Jolla) und weitere Beispiele ...

The Salk Institute, California



Penn State Nanofabrication Facility

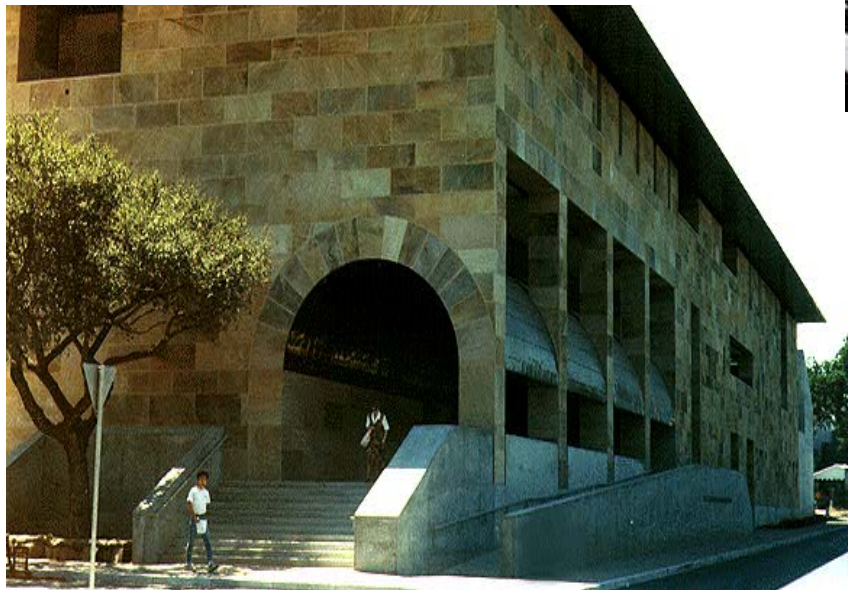


- n **Part of the 5-member NSF-sponsored NNUN**
- n **\$33 million state-of-the-art facility**
- n **Staff of 20 full-time scientists and engineers**
- n **Complete top-down and bottom-up capabilities**
- n **Leadership in chemical & molecular nanofabrication**
- n **350-450 academic and industrial users annually**

Tsinghua-Foxconn Nanotechnology Research Center, Beijing



Nanofabrication Center Stanford University



Nanotechnology Building Rice University



Institut de Science et d'Ingénierie Supramoléculaire, Strassbourg



Institut für Nanotechnologie, Karlsruhe



Bauen für die Nanowissenschaft: Spitzenforschung braucht leistungs- orientierte Strukturen



Das Institut für Nanotechnologie – eine Einführung



Grundüberlegungen für die Gebäudekonzeption



Das integrative Institutsgebäude 640



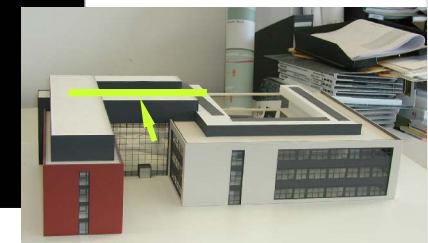
Anforderungen an eine moderne Wissenschafts-Architektur

Unterstützung von Begegnung, Diskussion, Interaktion

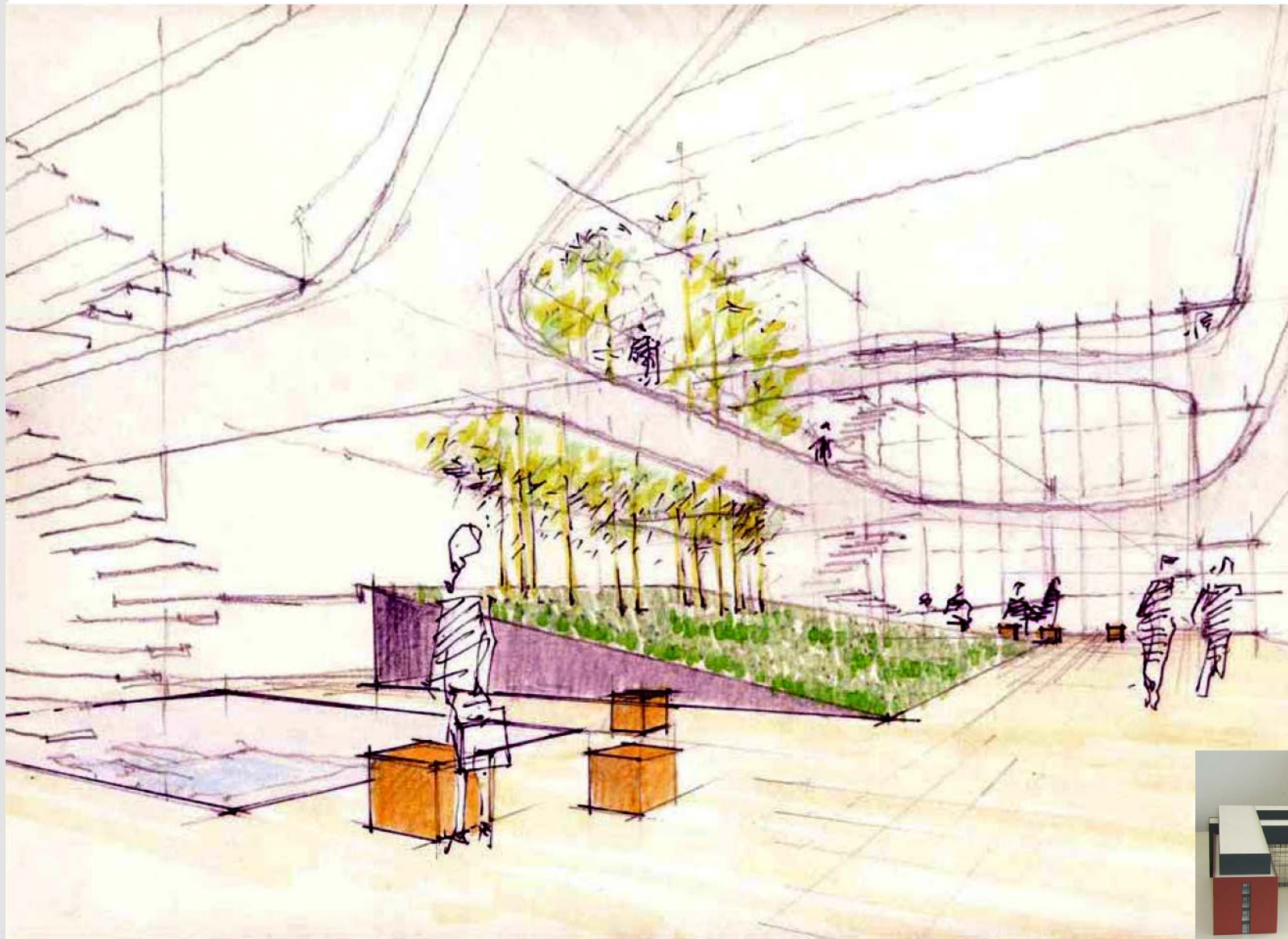
empirisch belegt: vertikale Distanzen ohne Sichtkontakt bilden eine größere (mentale) Barriere als horizontale

- ➔ Atrien und offene Treppenhäuser
- ➔ Sichtlinien zwischen Geschossen (MPI Dresden, California NanoSystems Institute, UCLA)
- ➔ Simulation von Wegführungen, Identifikation von Kreuzungspunkten, Einrichtung von Diskussionsforen an Zwangsbegegnungspunkten zur Entschleunigung

Diskussionsforen an Zwangsbegegnungspunkten



Atrien und offene Treppenhäuser, Sichtlinien zwischen Geschossen



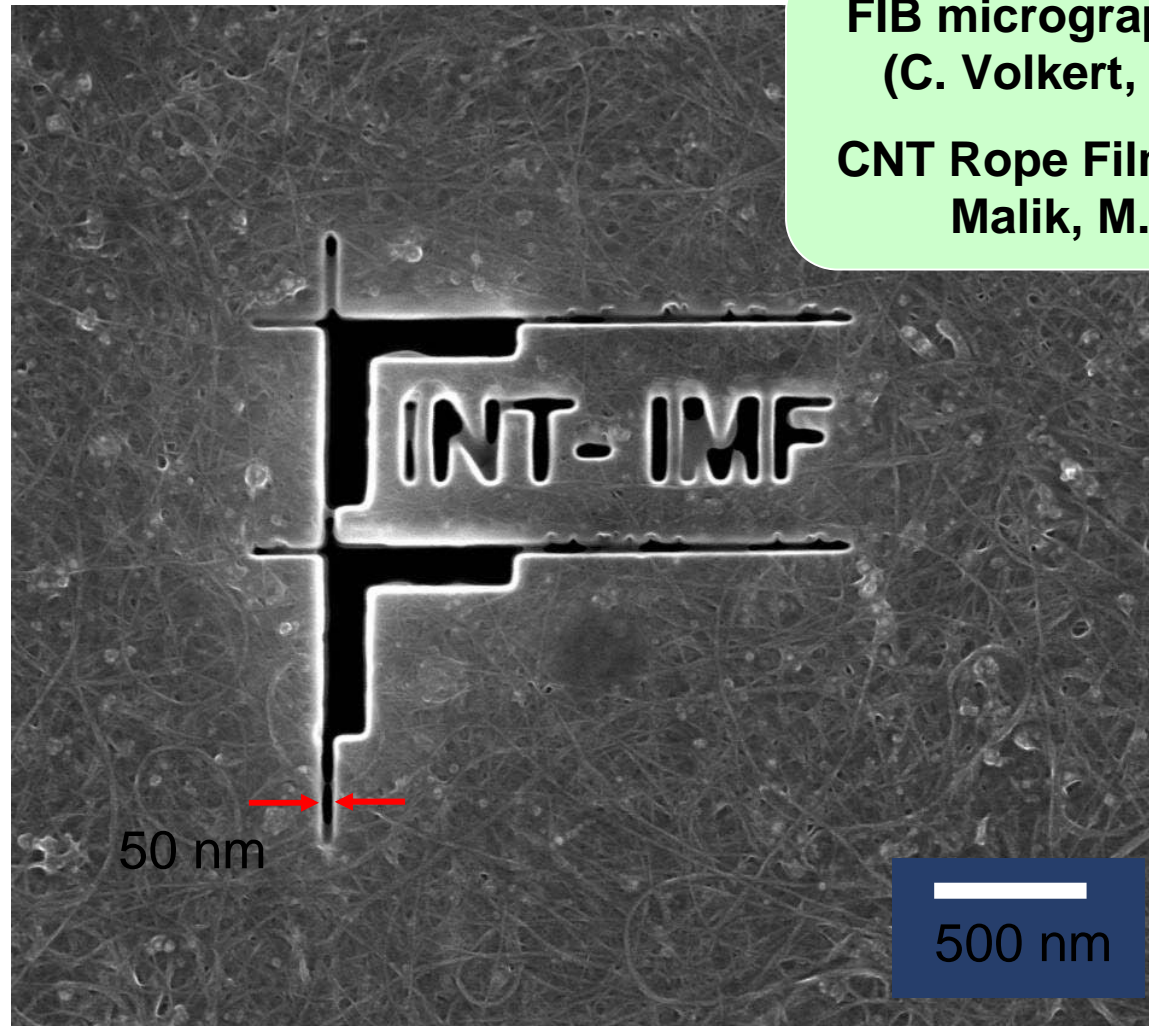
Anforderungen an eine moderne Wissenschafts-Architektur

Erfüllung der Raumspezifikationen für wiss. Ausrüstung

- n **Mechanische Anforderungen (Vibrationen, Lasten)**
- n **EMV-Anforderungen**
- n Reinheitsanforderungen, Reinraumbedingungen
- n **Temperaturstabilitäten, Luftfeuchte**
- n **Transportwege, Einbringöffnungen, Raumhöhen, Türbreiten**
- n Luftwechsel in den Chemielaboren
- n **flexibel, nachrüstbar, aber ohne Störung des Betriebs**

➔ häufig sich widersprechende Anforderungen !!

FIB Patterning of a CNT Film

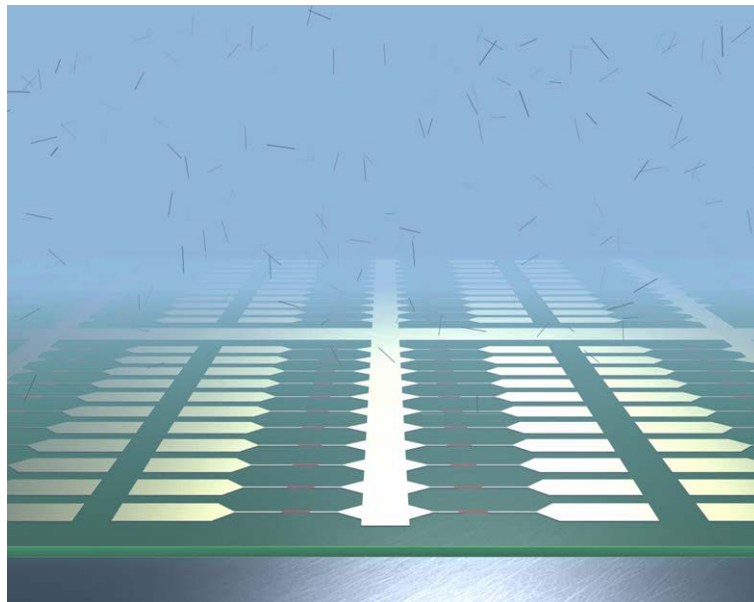


FIB micrograph from IMF II
(C. Volkert, W. Schwan)

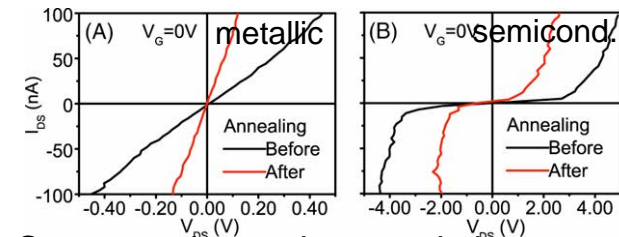
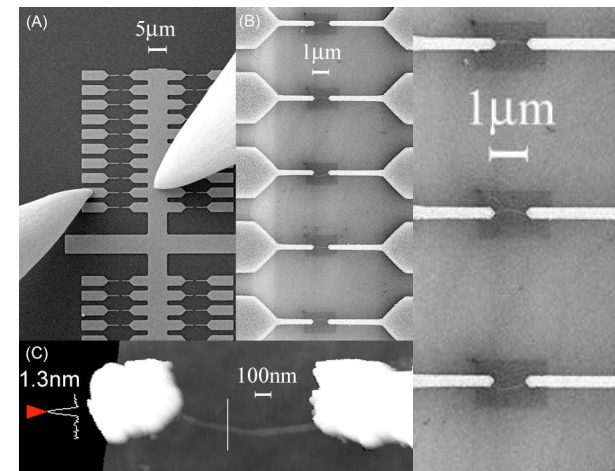
CNT Rope Film from INT (S.
Malik, M. Kappes)

Ultra-high density array of carbon nanotube devices

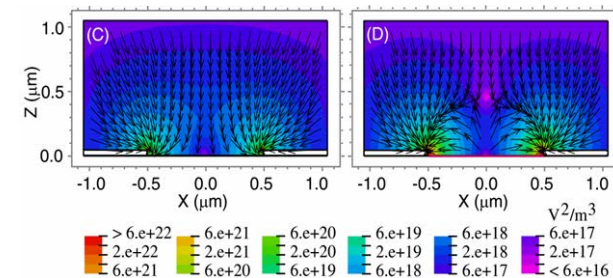
- Density of devices > 1 Mio. / cm²
- Devices are fully functional
- Each device contains 1 carbon nanotube
- Based on novel nanotube dielectrophoresis
- Application to transistor and sensor arrays, statistical measurements of properties



Assembling process of dispersed nanotubes



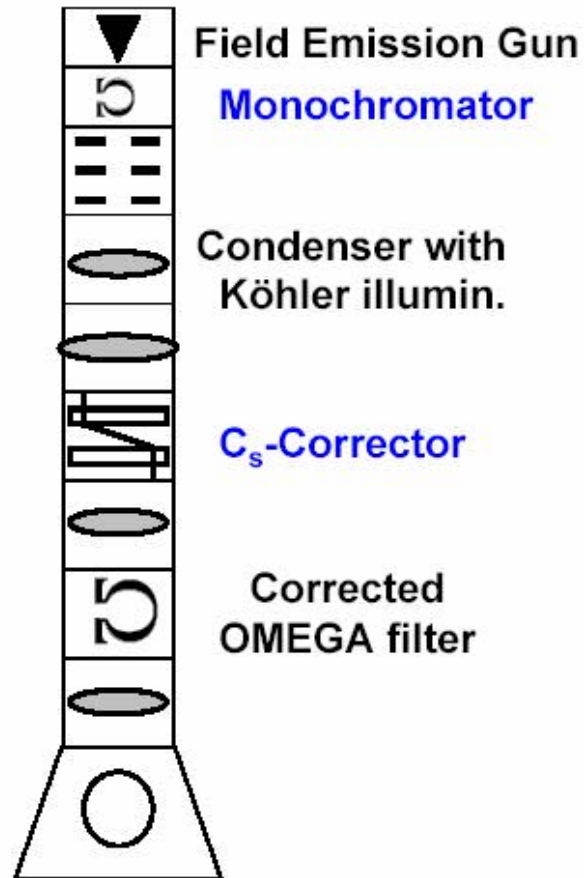
Current-voltage characteristics



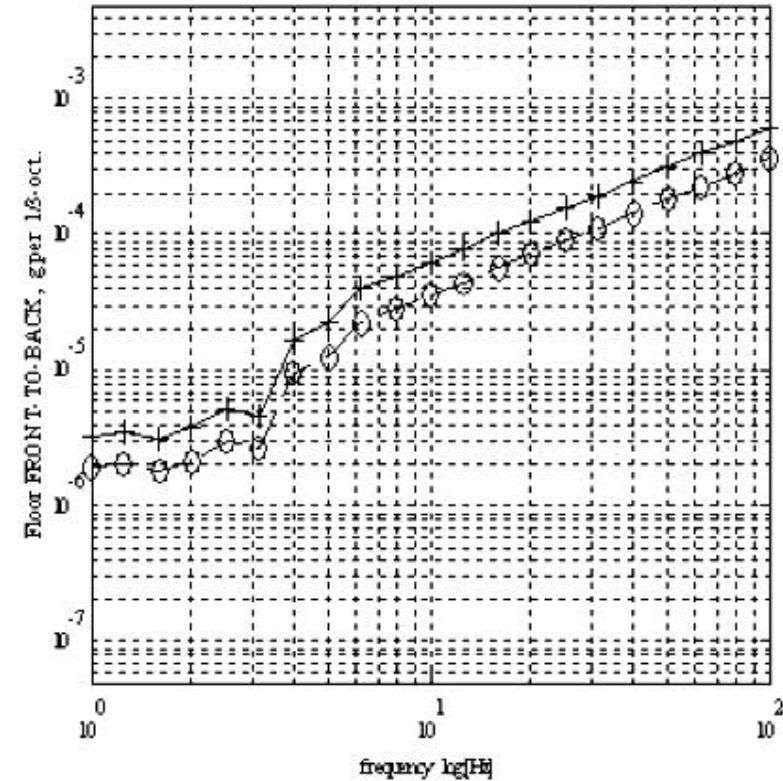
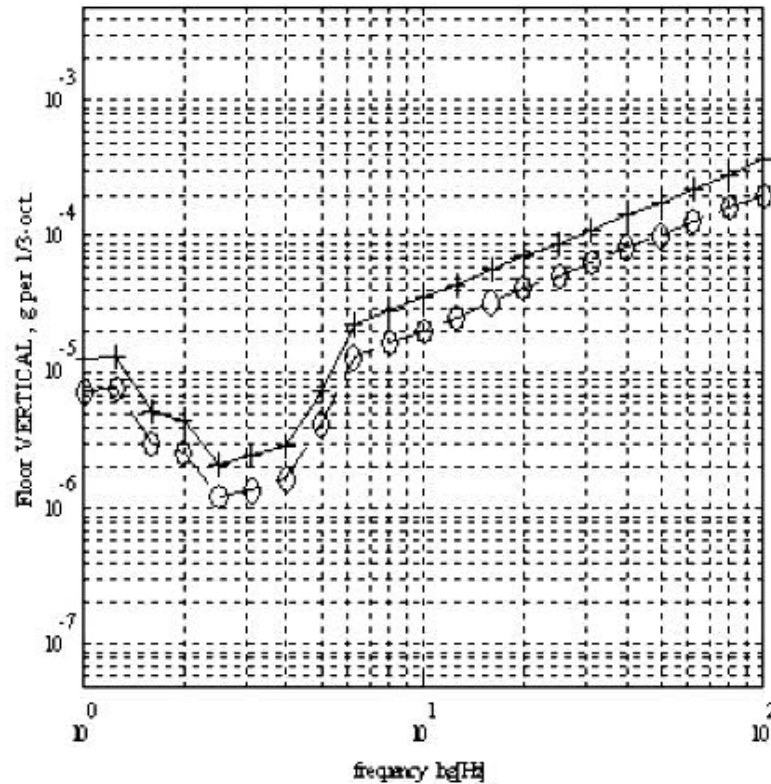
Force field calculations

Sub-Angström Mikroskop

SATEM: Setup

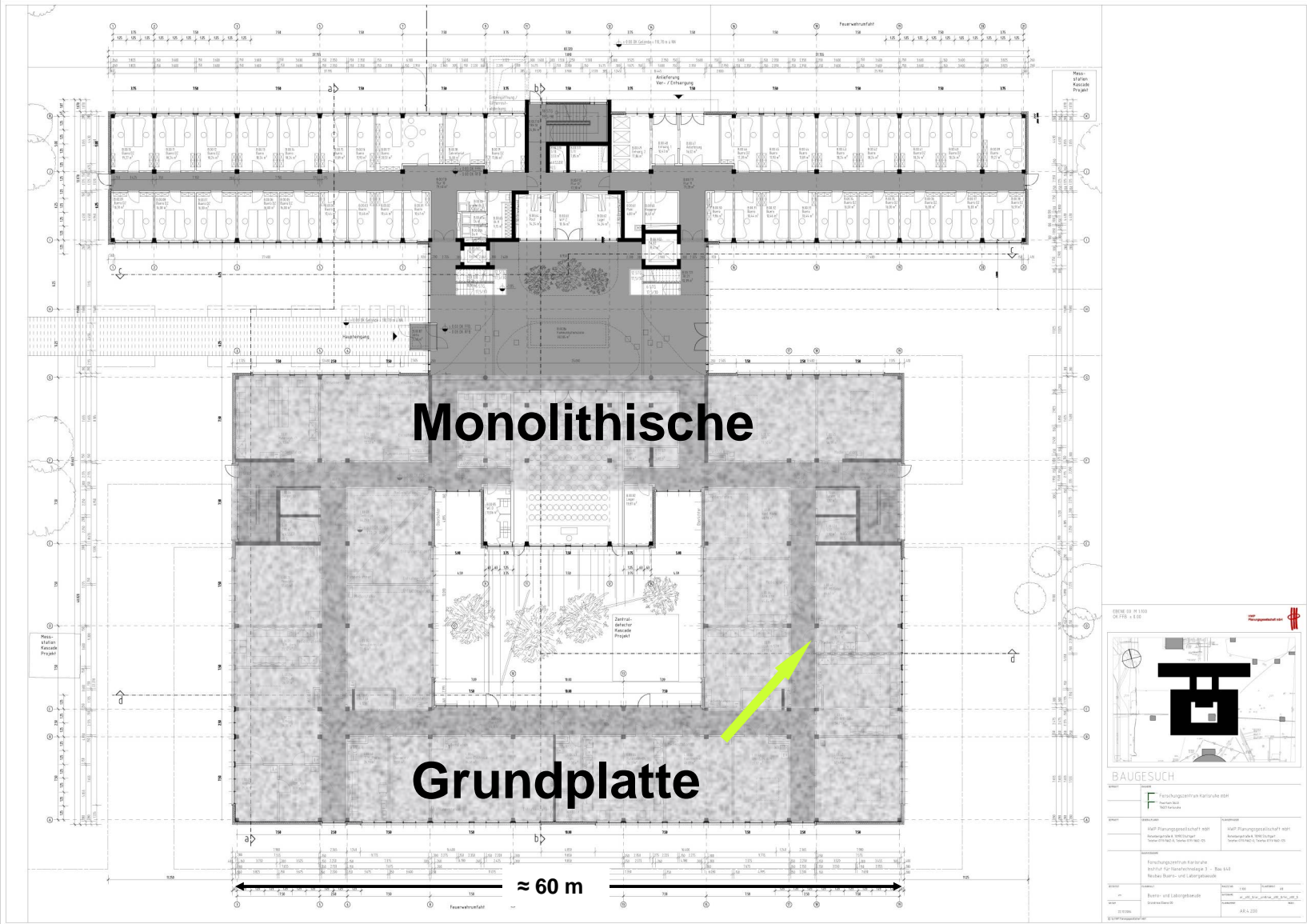


Anforderungen an die mechanische Stabilität



Baudynamische Simulationen -> 2 m monolithische Grundplatte

Gebäude 640 – Erdgeschoss



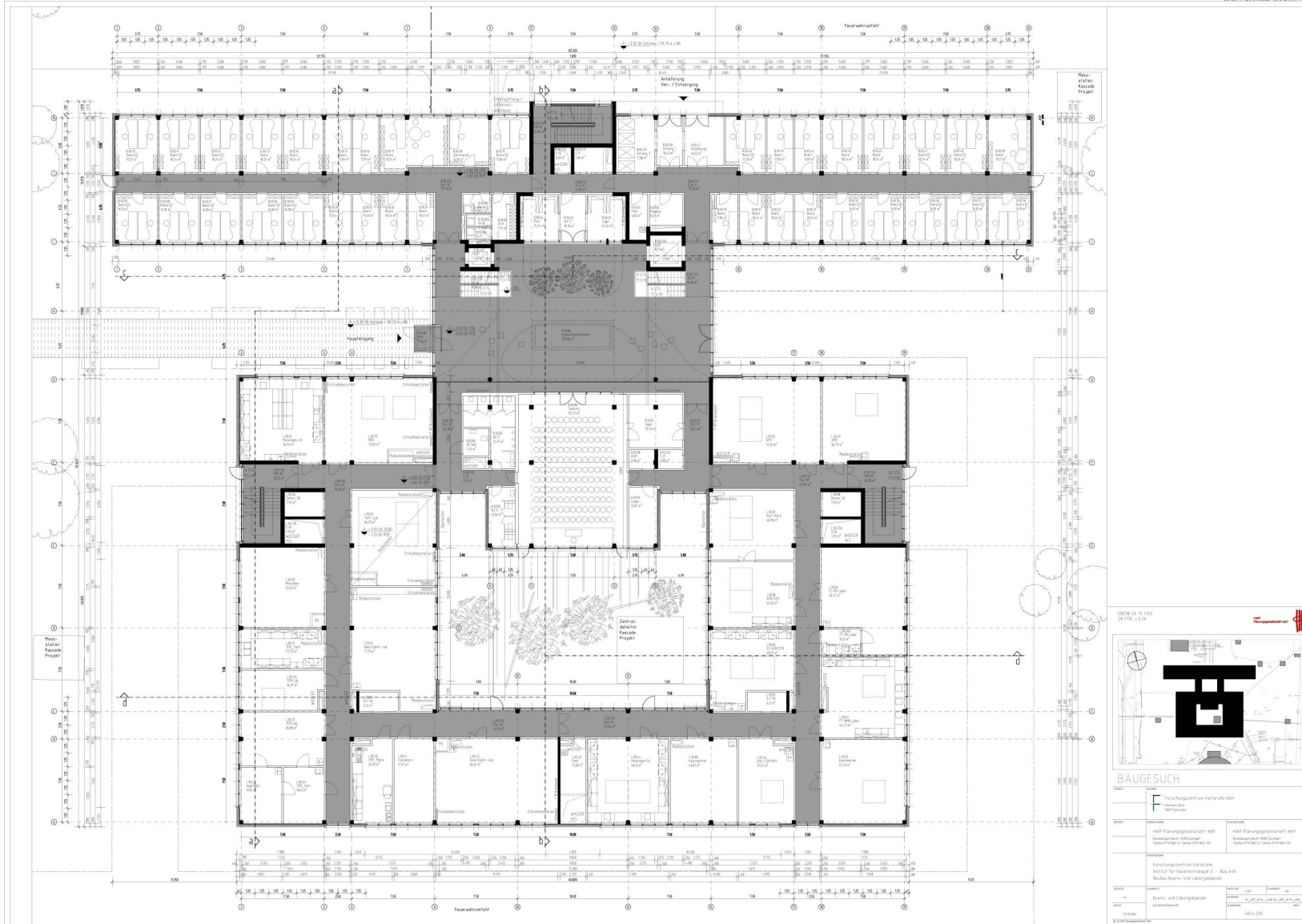
Laborräume für TEM und FIB



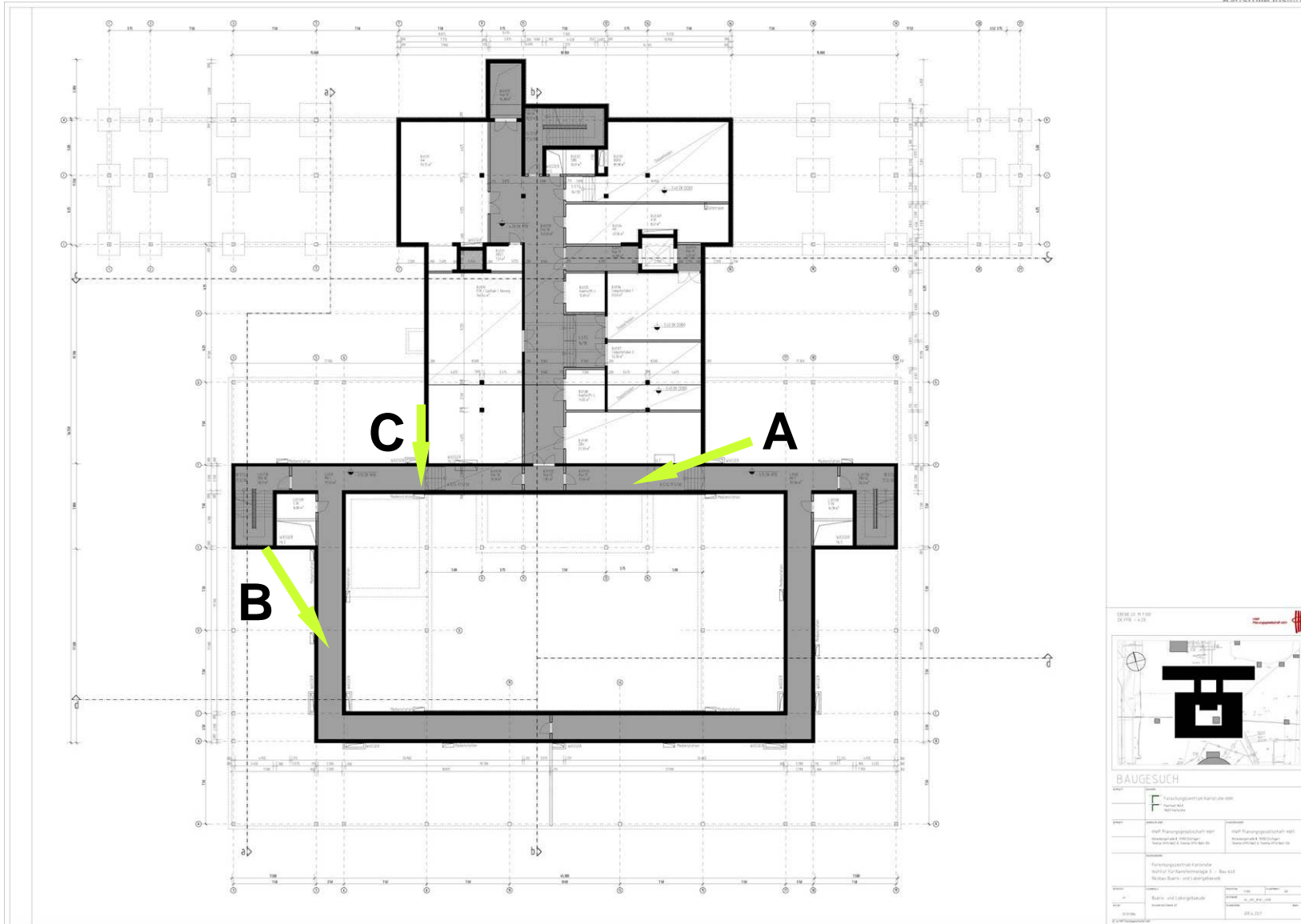
Gießen der monolithischen Grundplatte



Gebäude 640 - Erdgeschoss



Gebäude 640 – Untergeschoss (Technikverteiler)



000001_03_H1100
 04.10.07 - 4.10.07

BAUGESUCH

F Forschungszentrum Karlsruhe e.V. Fakultät für Verfahrenstechnik	Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Gert Hoffmann	Projektleiter: Prof. Dr. rer. oec. Gert Hoffmann
Projektleiter: Prof. Dr. rer. oec. Gert Hoffmann	Projektleiter: Prof. Dr. rer. oec. Gert Hoffmann	Projektleiter: Prof. Dr. rer. oec. Gert Hoffmann

Datum: 04.10.07
 Blatt: 1 von 1

Technikverteiler – Ansicht A



Technikverteiler – Ansicht B



Technikverteiler – Ansicht C Medienschacht flexibel, ohne Betriebsstörungen nachrüstbar



Gebäude 640 – Erdgeschoss Medienverteiler



Magnetic field specification

Type	Horizontal	Vertical
Titan 80-300 FEG, TEM	80 nT p-p	80 nT p-p
Titan 80-300 FEG Monochromator 0.3 eV	50 nT p-p	75 nT p-p
Titan 80-300 FEG Monochromator 0.2 eV	30 nT p-p	50 nT p-p
HRSTEM image will show resolution, but with a strongly noticeable distortion	80nT p-p	80nT p-p
HRSTEM image will show resolution, but with a small noticeable distortion.	50 nT p-p	50 nT p-p
HRSTEM image will show resolution with minor distortion.	30 nT p-p	30 nT p-p

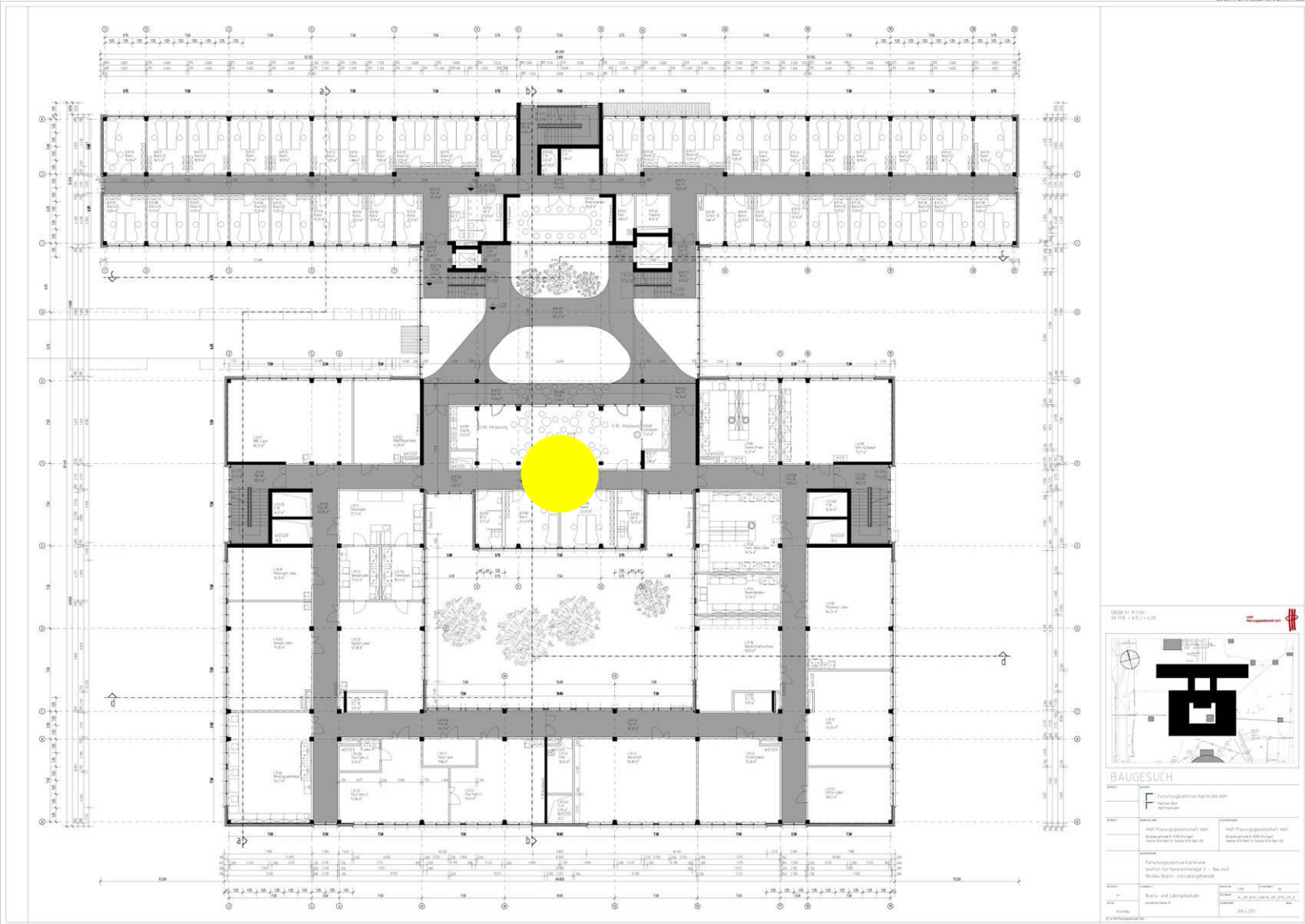
Table 3-3 Magnetic field specification

Room temperature specification

Recommended ambient temperature (for operator)	20 °C
Maximum ambient temperature range for operation within specification	18 °C to 23 °C
Maximum ambient temperature range without damage to the microscope	5 °C to 40 °C
Relative humidity at 20°C	<80%, dewpoint below 18°C
Around the Compustage: Maximum permissible rate of temperature change for operation within specifications	temperature drift: 0.2°C/30min 0.1°C/30min fluctuations: 0.05 °C/min.
Air flow , at the column away from the column	flow <5m/min

Table 3-2 Temperature specification

Gebäude 640 – 1. OG

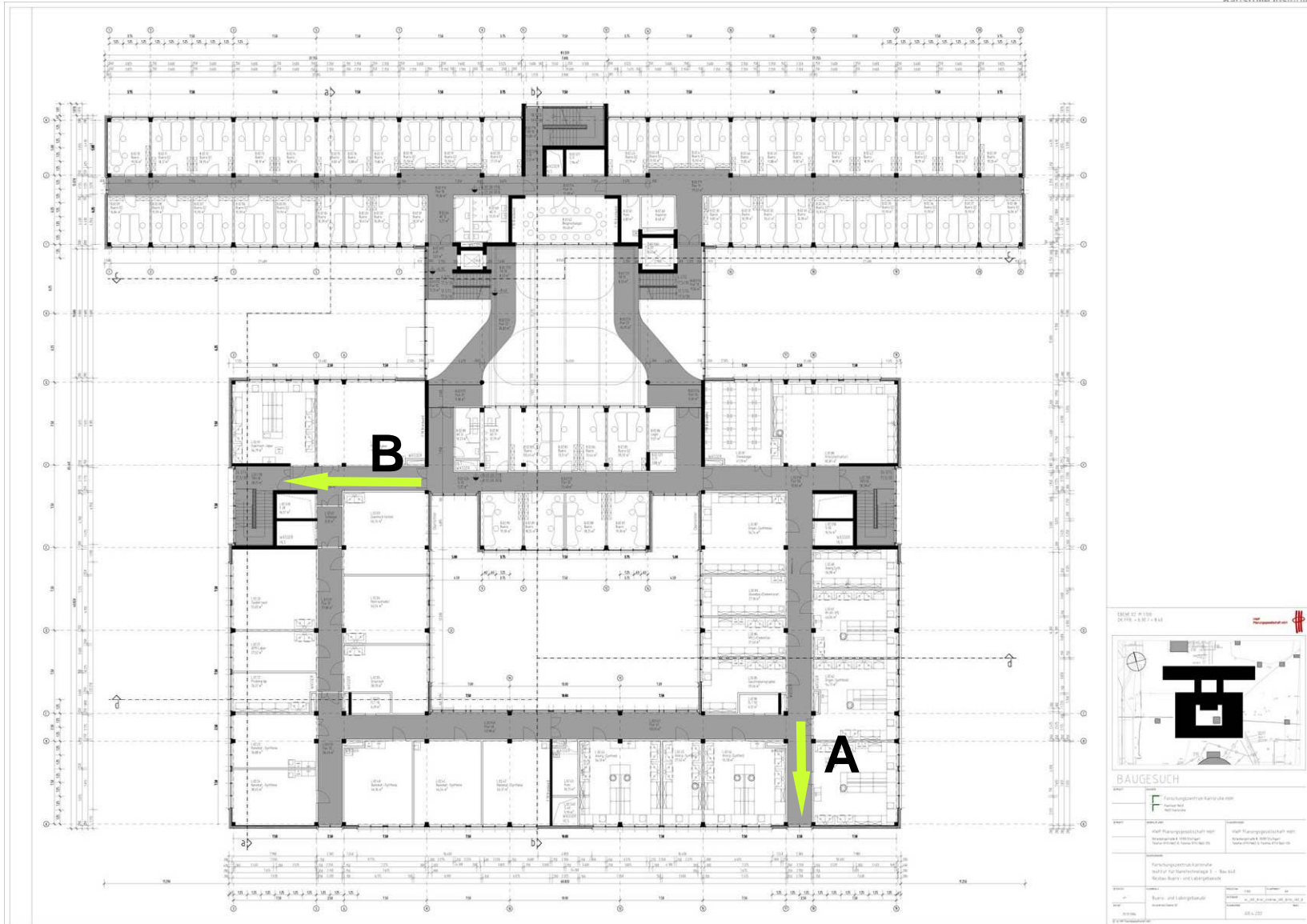


1:500
 30.00 x 30.00 m

BAUGESUCH

Auftraggeber: Forschungszentrum Karlsruhe AG
 Projekt: ...
 Entwurf: ...
 Ausführung: ...
 Datum: 28.6.2007

Gebäude 640 – 2. OG



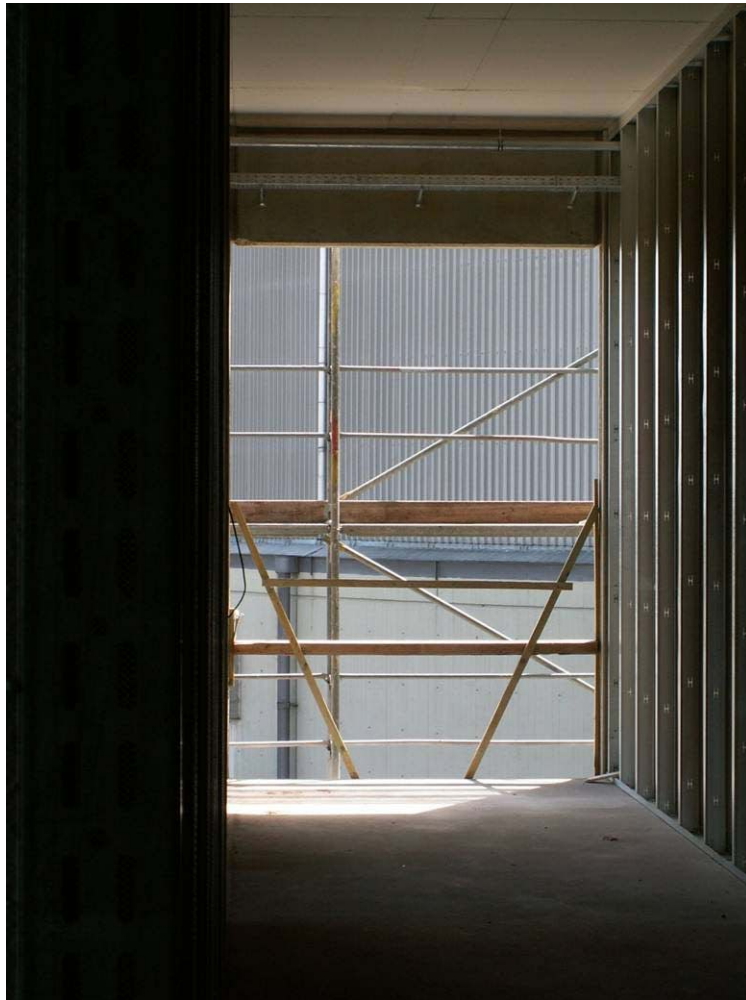
1:500
DIN A3 - 297 x 420

BAUGESUCH

<p>F Forschungsgebäude Karlsruhe</p> <p>Architekt: Prof. Dr. Ingrid Isenhardt</p> <p>Architekturbüro: Ingrid Isenhardt & Partner</p>	<p>F Forschungsgebäude Karlsruhe</p> <p>Architekt: Prof. Dr. Ingrid Isenhardt</p> <p>Architekturbüro: Ingrid Isenhardt & Partner</p>
<p>Forschungsgebäude Karlsruhe</p> <p>Architekt: Prof. Dr. Ingrid Isenhardt</p> <p>Architekturbüro: Ingrid Isenhardt & Partner</p>	<p>Forschungsgebäude Karlsruhe</p> <p>Architekt: Prof. Dr. Ingrid Isenhardt</p> <p>Architekturbüro: Ingrid Isenhardt & Partner</p>
<p>Standort: Karlsruhe</p> <p>Projekt: Forschungszentrum Karlsruhe</p> <p>Datum: 28.4.2007</p>	<p>Standort: Karlsruhe</p> <p>Projekt: Forschungszentrum Karlsruhe</p> <p>Datum: 28.4.2007</p>

Gebäude 640 – 2. OG Einbringöffnungen

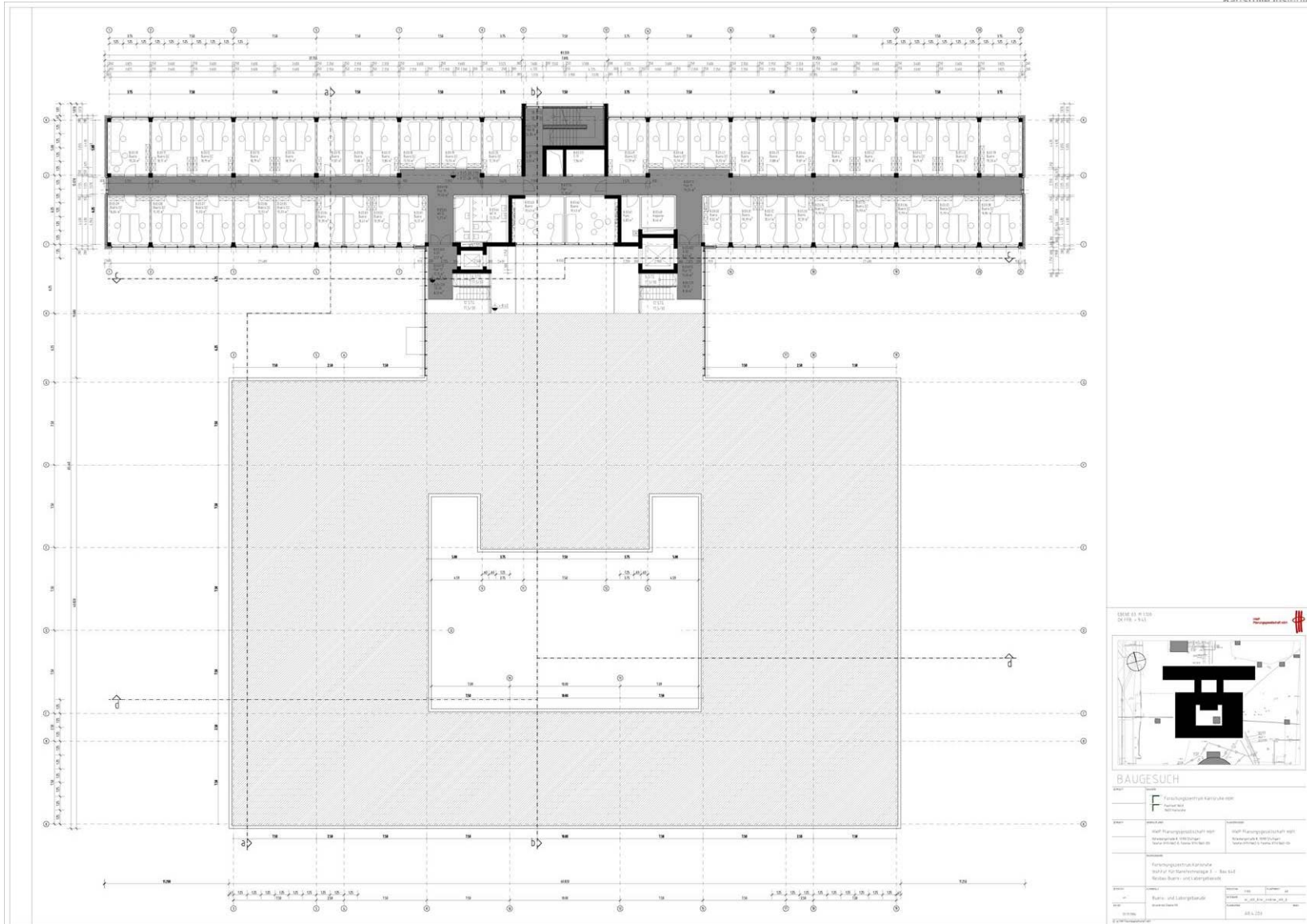
A



B



Gebäude 640 – 3. OG (nur Büro)



Gebäude 640 Technikzentrale Dach (Lüftung, Kälte)



Gebäude 640 Technikverteiler Dach (Abluft)



Fazit: Wissenschaftsinduzierte Infrastruktur im internationalen Vergleich

- + Zunehmendes Bewusstsein für die Bedeutung der Architektur bei Wissenschaftlern (und Planern)
- + Hohe Kompetenz bei Planung und Bauausführung
- Niedrige Investitionen im wissenschaftlichen Bauwesen
- Hochkomplizierte Planungs- und Genehmigungsprozesse
- Sehr lange Planungs- und Genehmigungszeiten
- „Falsche“ Schwerpunktsetzung bei der Prüfung (Herstellungskosten total überbewertet)

➔ **Internationale Konkurrenzfähigkeit nur noch in wenigen ausgewählten Bauten gegeben (aber quer durch die Säulen)**

Genehmigung von wissenschaftsinduzierten Ausbaumaßnahmen in der Helmholtz-Systematik (vereinfachtes Schema)

Anmeldung
der Maßnahme
bei der HGF

Priorisierung
der
Maßnahmen
durch LA

Entscheidung
durch den
HGF-Senat

Interne Priorisierung
der Maßnahmen
durch Vorstand und
WTR

ggf. externe
Begutachtung

Zuwendungs-
bescheid vom
BMBF

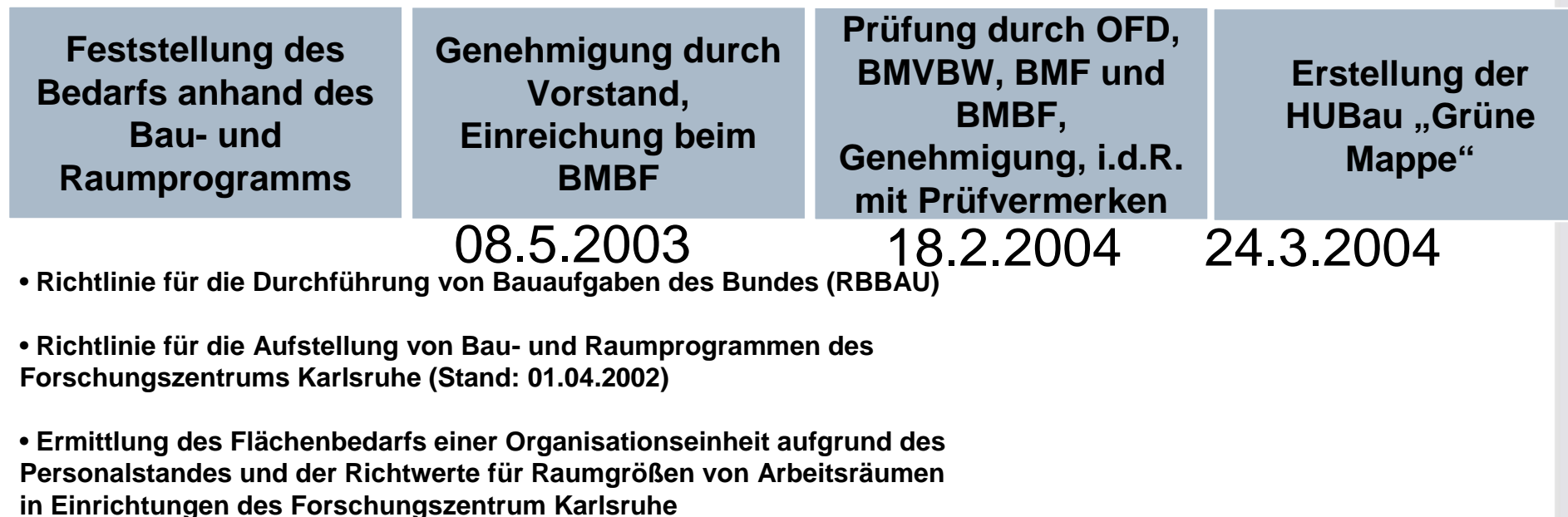
Vorlage der
Maßnahme
beim AR

ggf.
Priorisierung
der
Maßnahmen
durch den AR

Zustimmung
durch den AR

Ablauf des Planungsprozesses von wissenschaftsinduzierten Ausbaumaßnahmen

**10.06.2002: Planungsauftrag durch Vorstand, Kostendeckel 20 Mio. €
Grobkostenermittlung für das Gebäude aufgrund von Kostenrichtwerten
nach Hochschulbaurahmenprogramm (24,5 Mio. €) abzgl. 15%.**





Vielen Dank!