

AN INITIATIVE OF

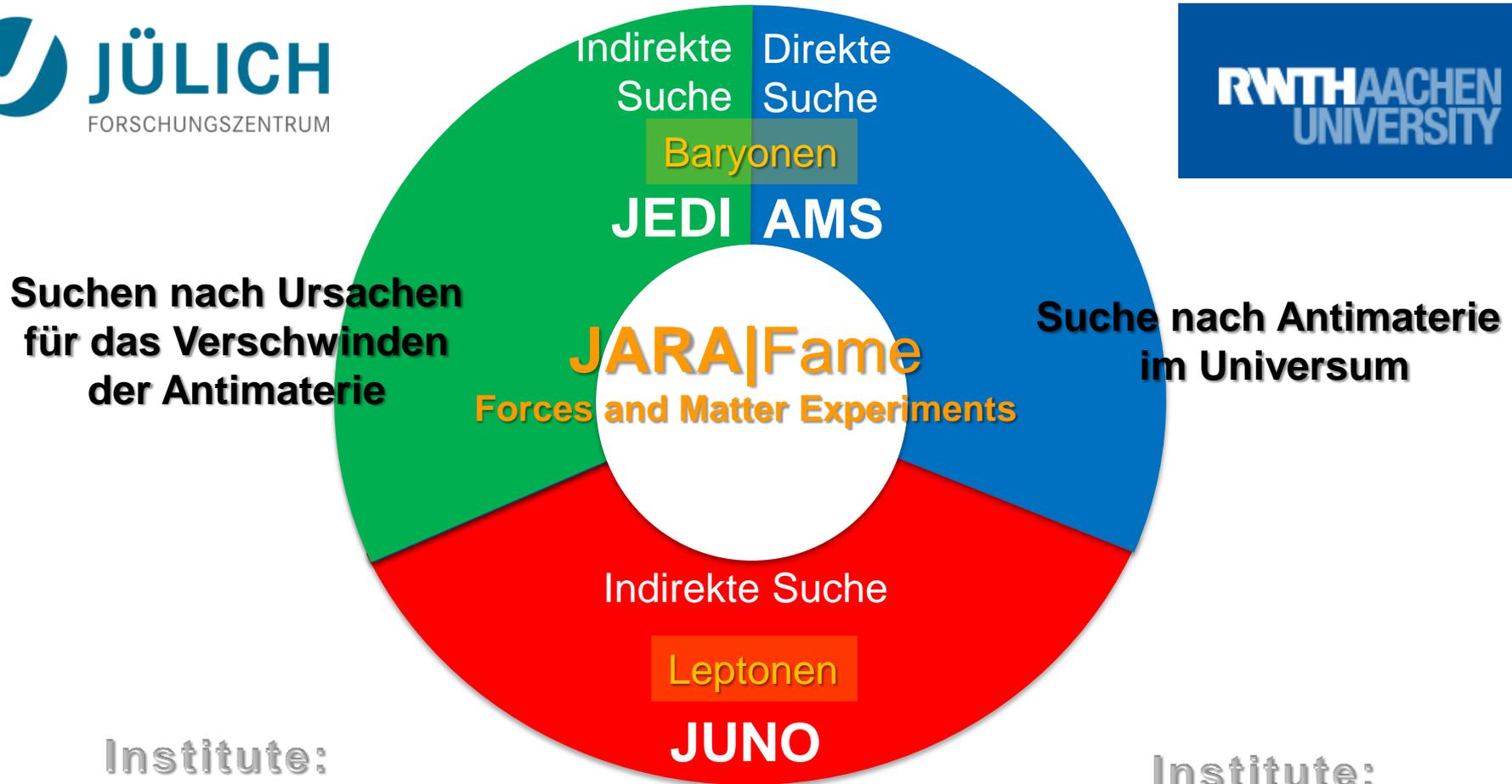
RWTHAACHEN
UNIVERSITY

 **JÜLICH**
FORSCHUNGSZENTRUM



193 Professoren – mehr als 4000 Wiss. Mitarbeiter – Budget 500 Mio. €

Schicksal der Antimaterie



Institute:
Institut für Kernphysik (IKP)
Zentralinstitut für Engineering,
Elektronik und Analytik (ZEA)
Jülich Supercomputing Centre (JSC)

Institute:
Physikalisches Institut (PI)
Institut für Hochfrequenztechnik (IHf)
Institut für Hochspannungstechnik (IfHT)

Symmetrie - Symmetrieverletzung



Aachener Dom - Das karolingische Oktogon

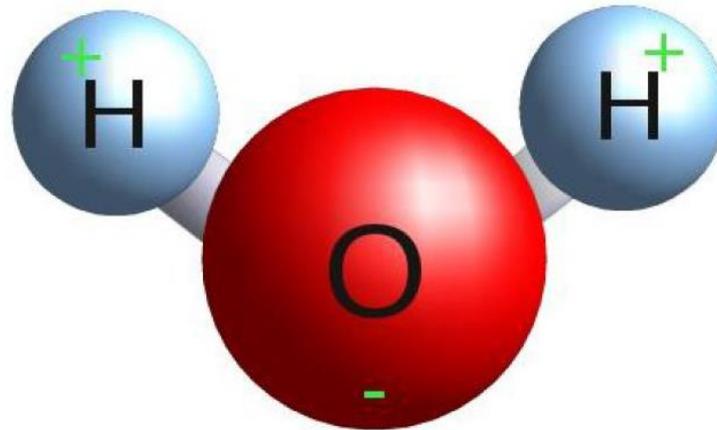
von Frank Kleibold

Symmetrie: System ändert sich durch bestimmte Transformation
(Drehung, Spiegelung, Zeitumkehr, . . .) nicht

Was ist ein Elektrische Dipolmoment?

Räumliche Trennung von positiven und negativen Ladungen

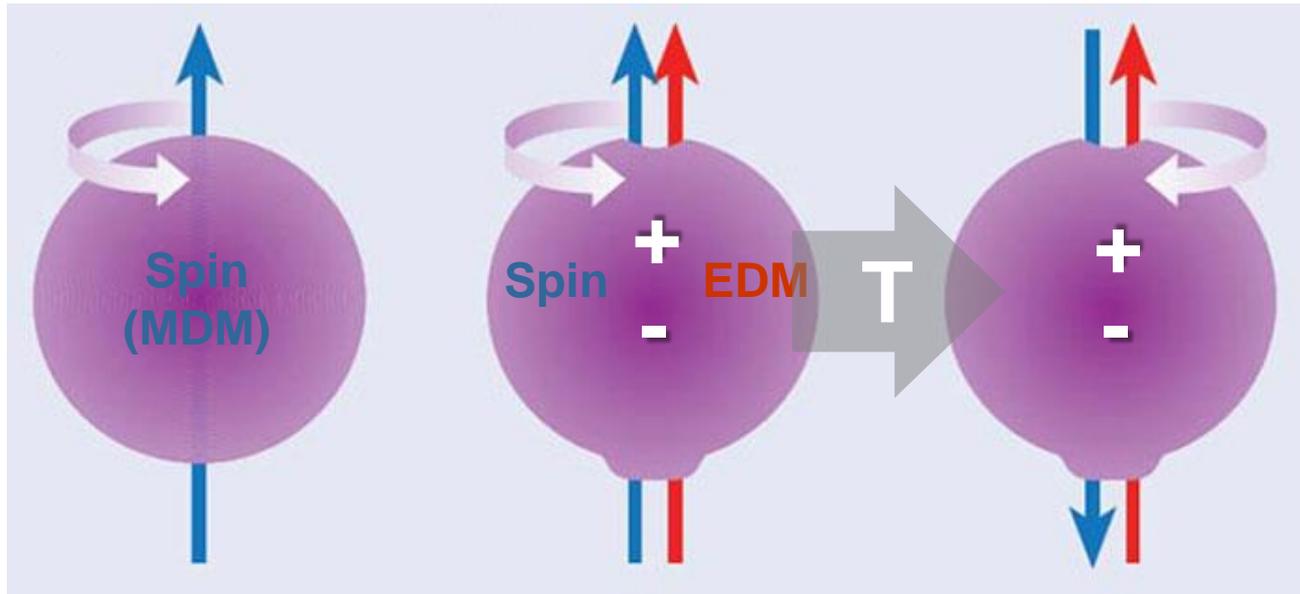
Beispiel Wassermolekül: $2 \cdot 10^{-9} \text{ e} \cdot \text{cm}$



Hat zwei entarte Zustände verschiedener Parität
im Grundzustand

Der Parität liegt eine Raumspiegelung zugrunde

Elektrische Dipolmomente (EDM) subatomarer Teilchen



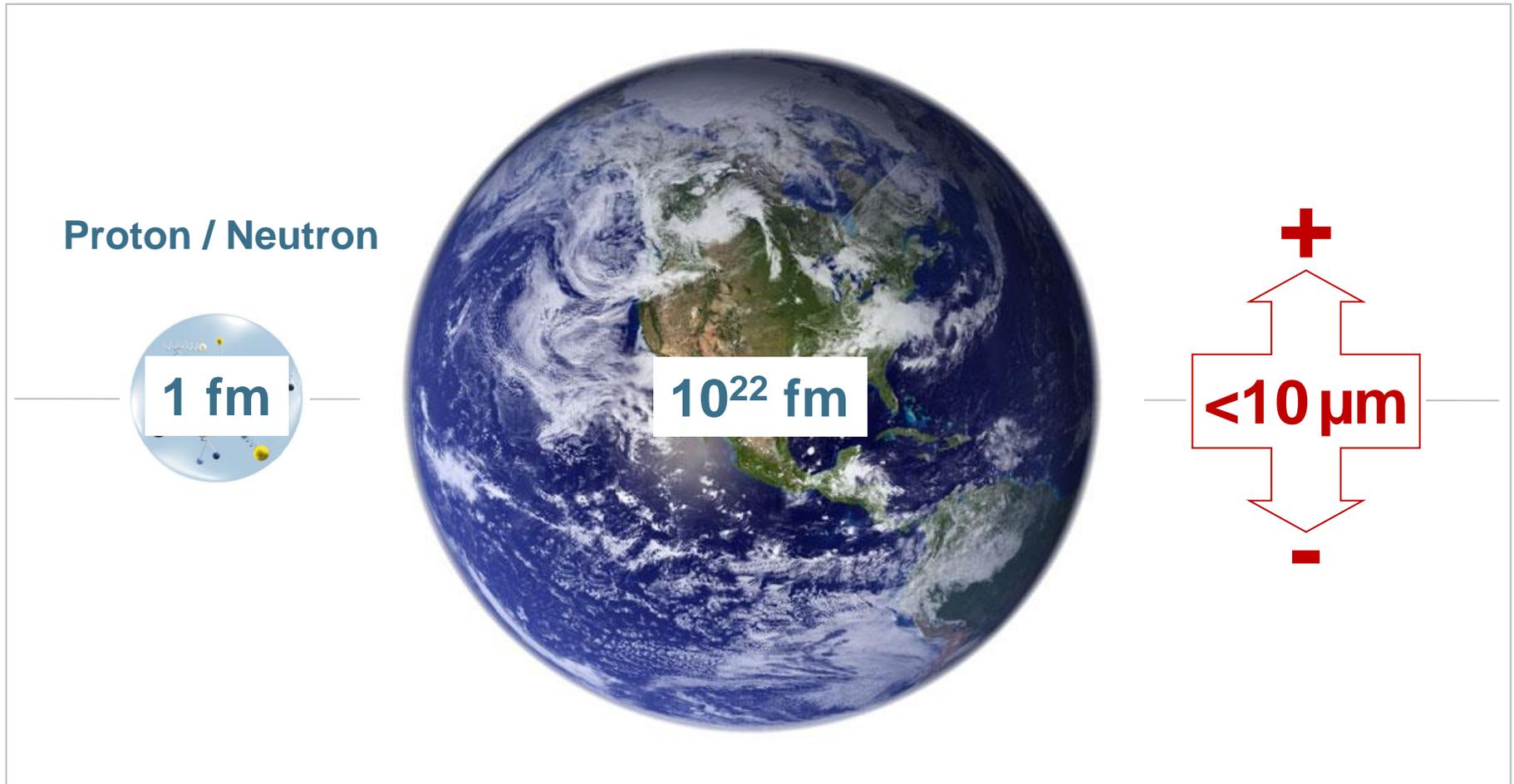
„Kugel“:
kein EDM

Unterschiedliche
Zustände

EDM verletzt T (CP)

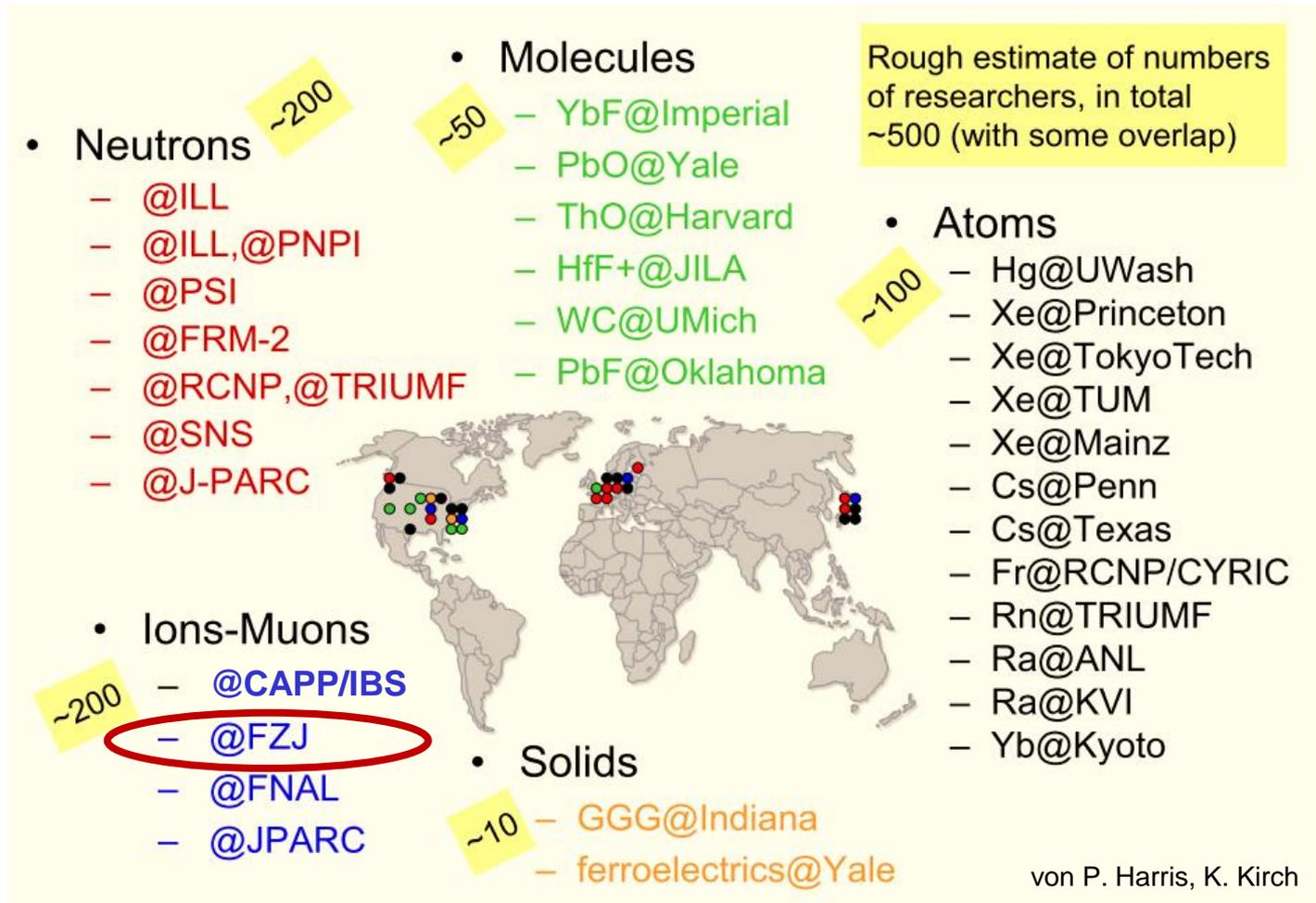
Grund für Materie-Antimaterie Asymmetrie
im Universum?

Größenvergleich



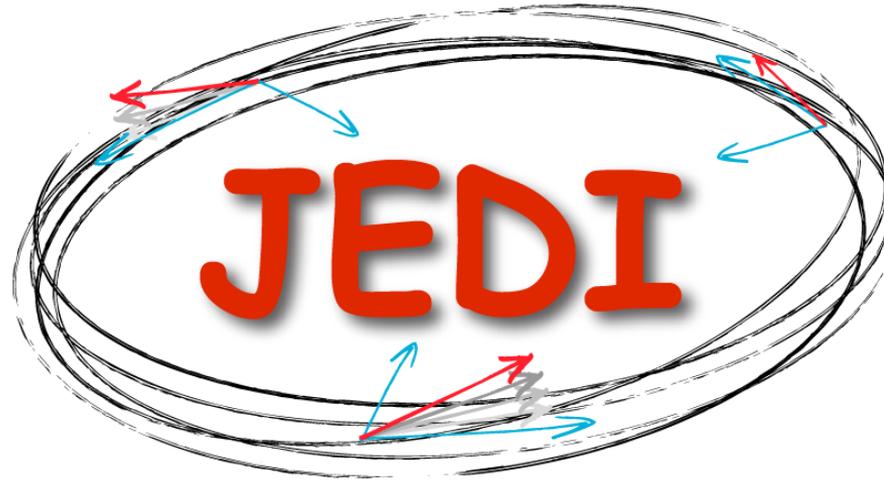
Präzisionsexperimente

EDM Experimente Weltweit



Messung an verschiedenen Objekten um die Ursache der CP Verletzung zu verstehen

Internationale Kollaboration



JEDI Collaboration

Jülich Electric Dipole Moment Investigations

115 members

33 institutes

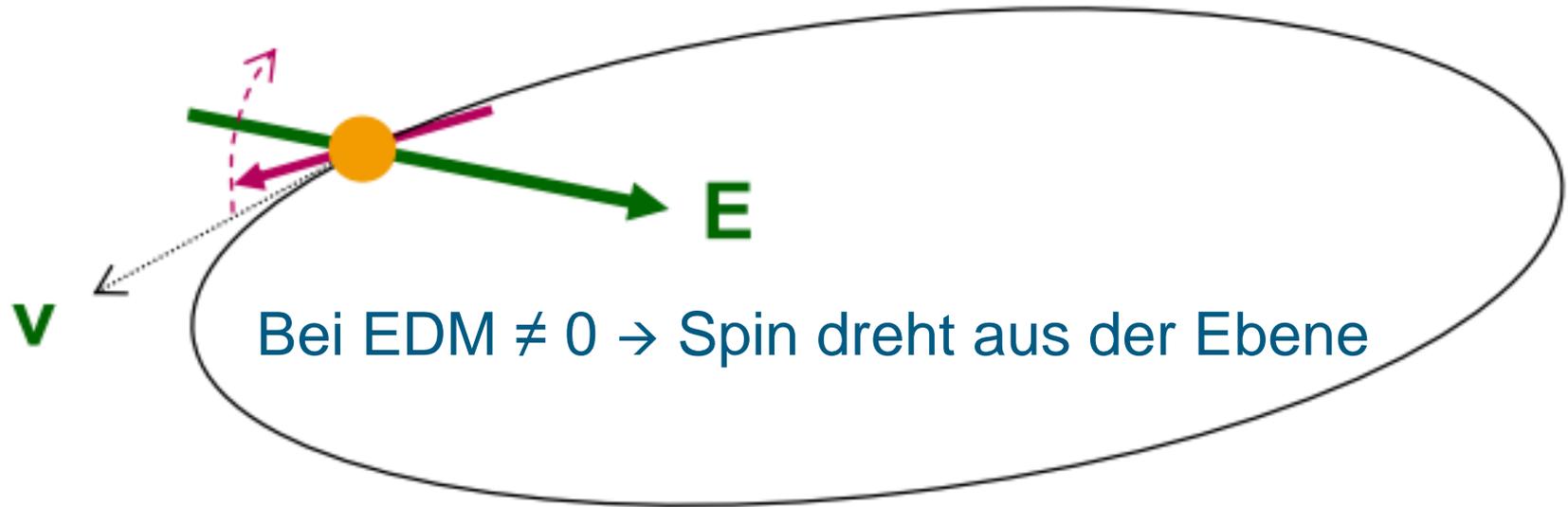
11 countries

12 PhD students in JARA-FAME
(**F**orces and **M**atter **E**xperiments)

<http://collaborations.fz-juelich.de/ikp/jedi/>

Messmethode

Teilchen (p, d) in Speicherring; **radiales elektrisches Feld (E)**:



Messung der Spinrichtung

Neu: geladene Teilchen (Hadronen)

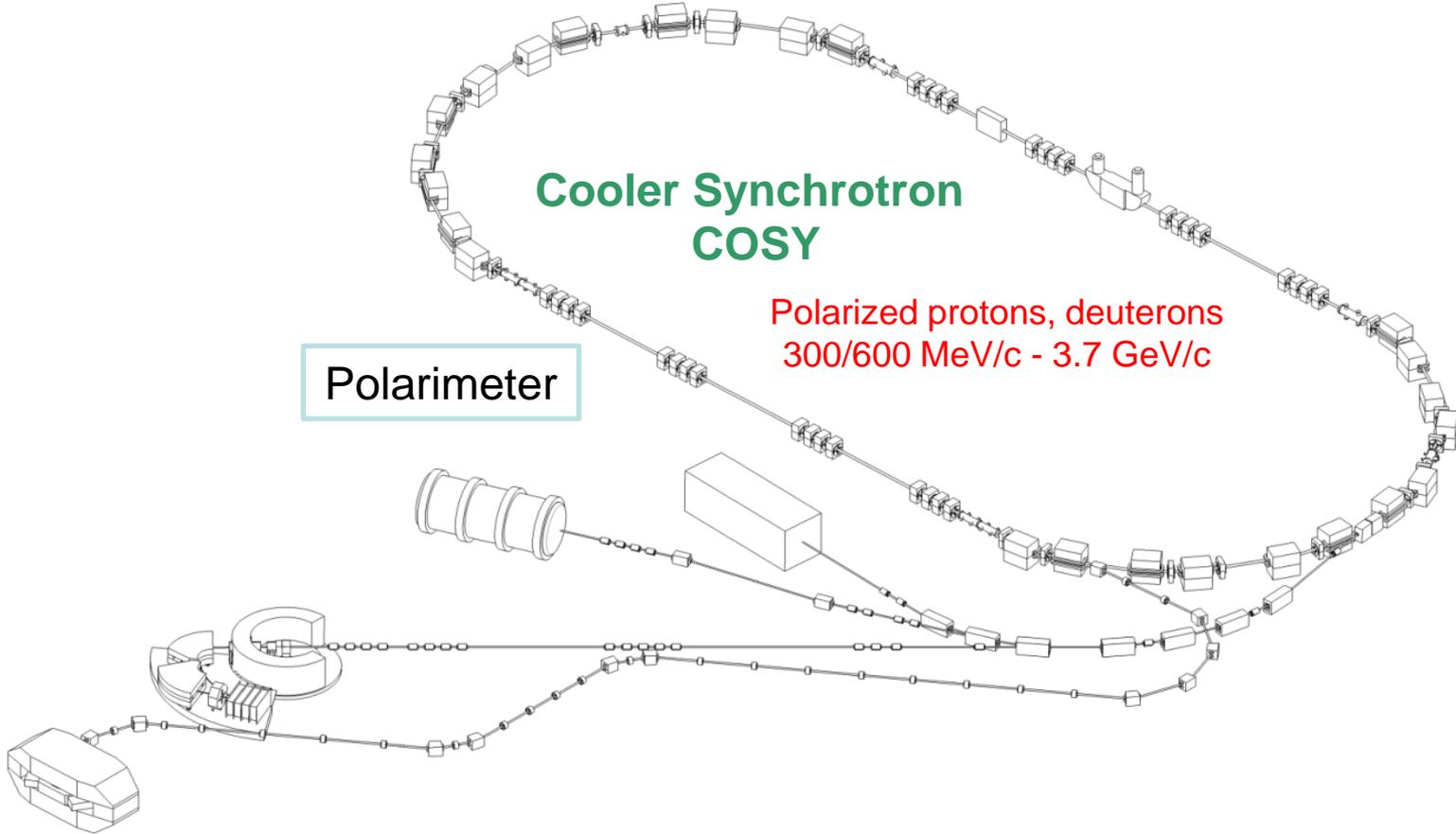
Der Speicherring als Experiment

Hochfrequente Spinmanipulatoren

Cooler Synchrotron
COSY

Polarized protons, deuterons
300/600 MeV/c - 3.7 GeV/c

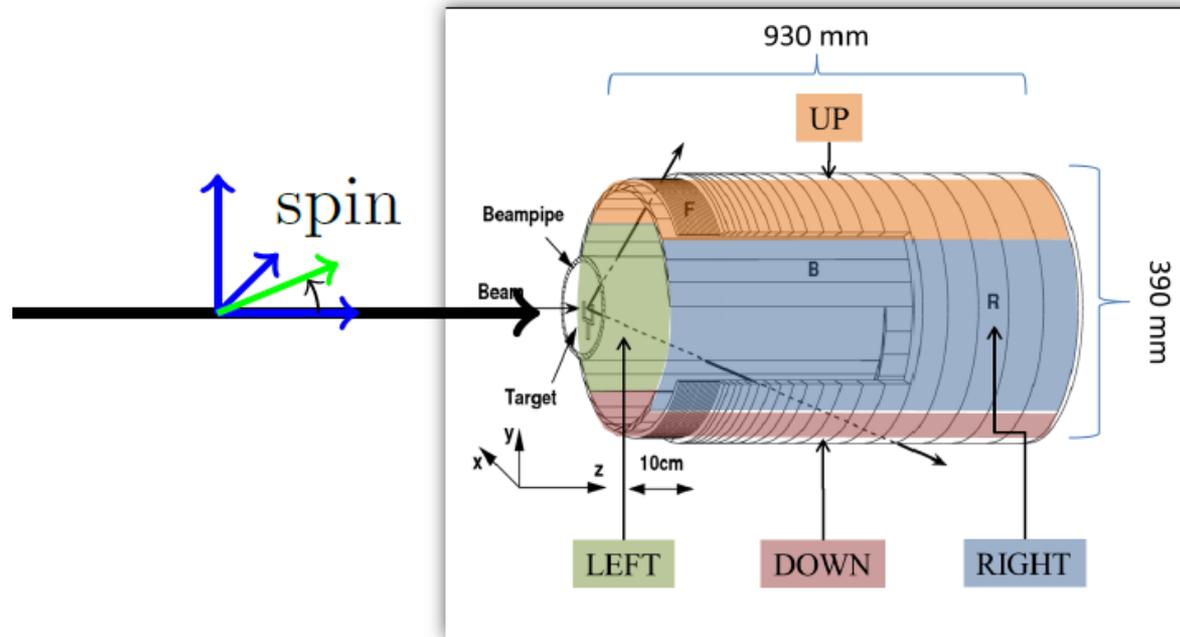
Polarimeter



Polarisierte Protonen
und Deuteronenquelle

Idealer Ausgangspunkt

Messung der Spinrichtung

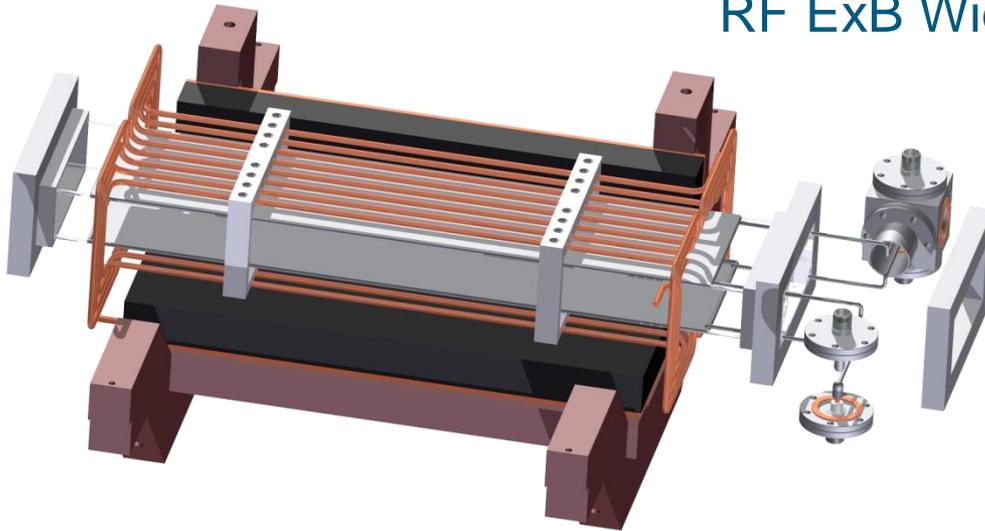


- Streuung des Teilchenstrahls an Kohlenstofftargets
- Polarisation ist proportional zu Zählratenunterschieden in der **linken/rechten** bzw. **oberen/unteren** Detektorhälfte

Spinrichtung kann gemessen werden

Hochfrequente Spinmanipulatoren

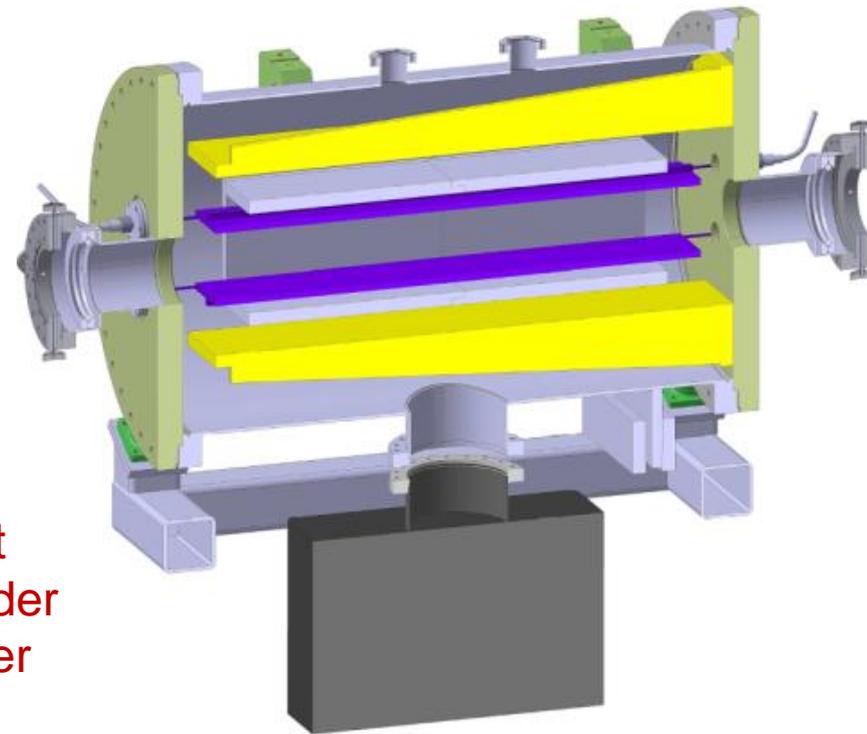
RF ExB Wien Filter



Konventionelles System mit Spulen und Platten im Resonanzkreisen

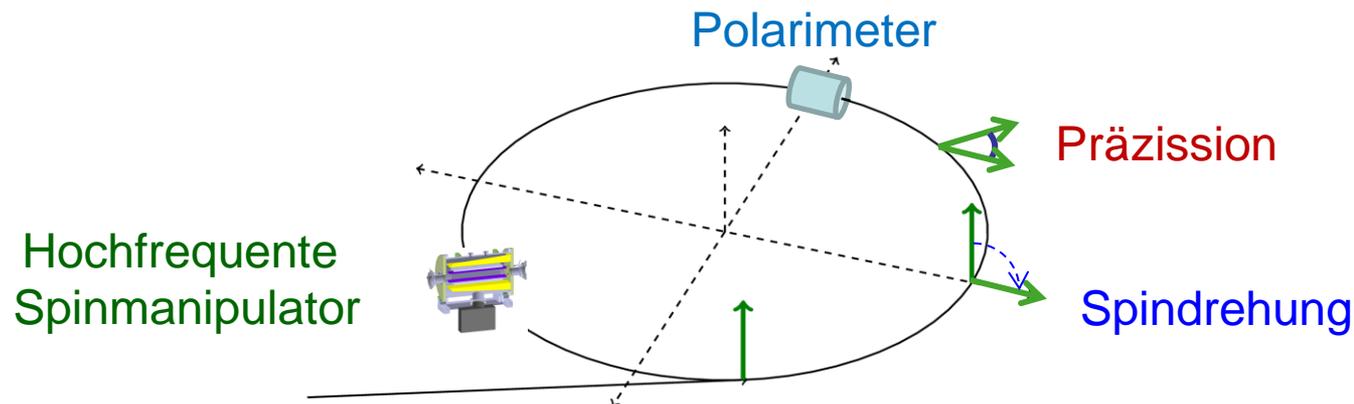
„Wien Filter“ Bedingung: Lorentzkraft gleich Null durch entsprechende Wahl der Amplituden elektromagnetischer Felder

Wellenleitersystem



Experimentelle Methode

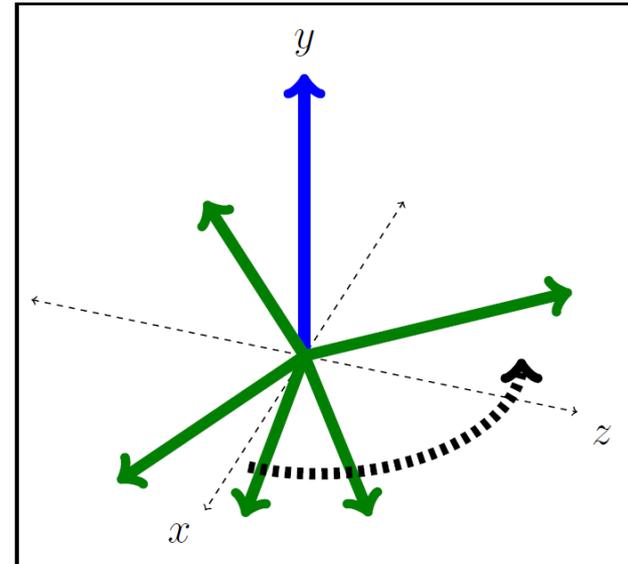
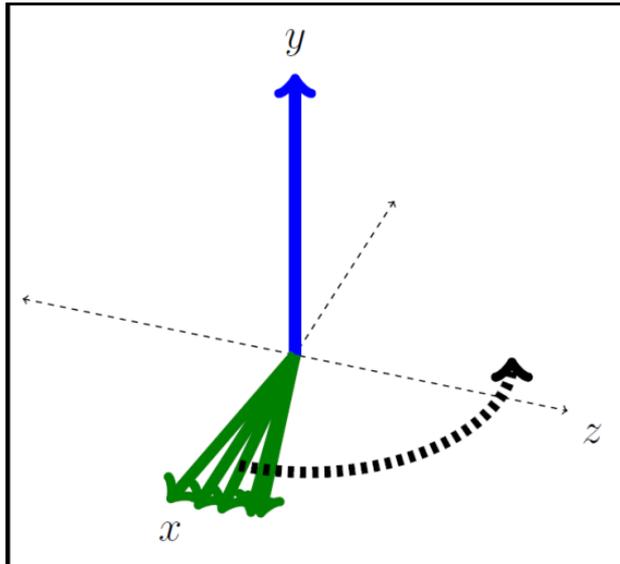
- Injektion und Beschleunigung vertikal polarisierter Deuteronen
- Spindrehung durch hochfrequente Felder in die horizontale Ebene
- Strahl wird in 100 s auf das Target gelenkt
- Messung der Spinrichtung



EDM Signal: Änderung der Spinrichtung

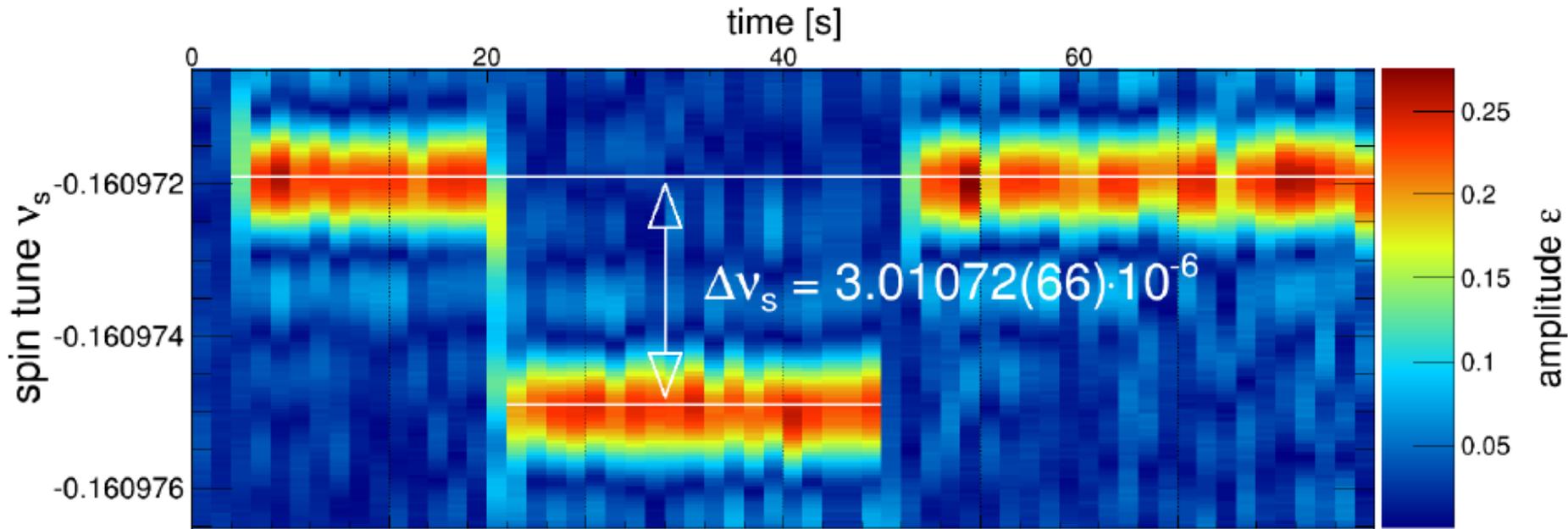
Dekohärenz der Spinbewegung

- EDM Messung möglich, solange die Spins **in eine Richtung** zeigen
- Impulsabweichung des Strahls führt zu verschiedenen Spinfrequenzen → Spins laufen auseinander



Spinkohärenzzeit entspricht der Messzeit:
mehr als 1000s wurden erreicht

Messung der Spinfrequenz



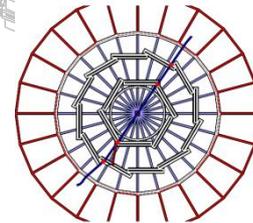
970 MeV/c Deuteronen \rightarrow Spinfrequenz 120 kHz

Spinfrequenz kann mit einer Genauigkeit
Von 1/100000000000 gemessen werden

Entwicklungsarbeiten an COSY



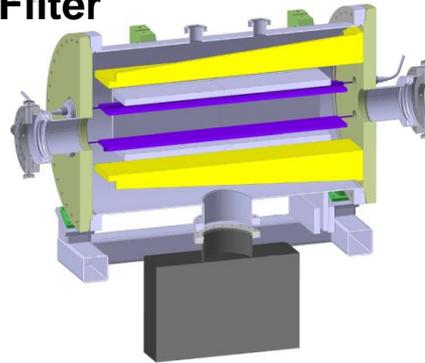
RF ExB Wien Filter



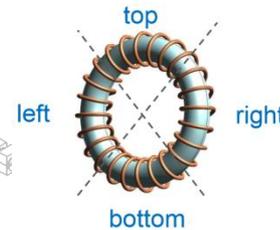
Polarimeter-prototyp



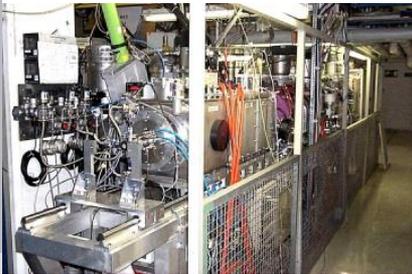
Elektrostatischer Ablenker



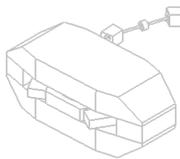
RF ExB Wien Filter



Positions-monitor



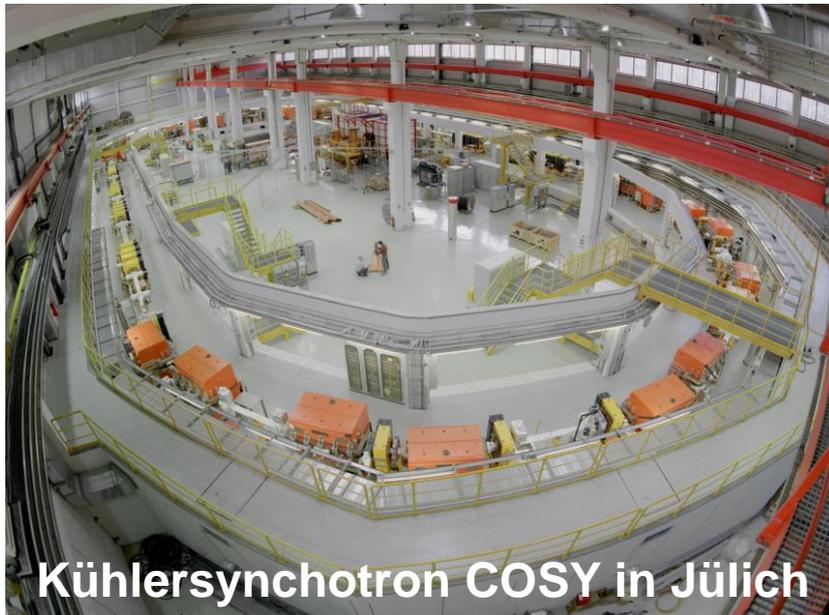
Polarisierte Quelle



Komponententest, Überprüfung der Simulation

Schrittweiser Ansatz

Messung von EDMs geladener Teilchen
von **COSY** zu einem dedizierten **EDM Speicherring**



- Perfekt für F&E Arbeiten
- Vorläuferexperiment für erste direkte EDM Messung
- Injektor für dedizierten EDM-Ring

- Gegenläufige Strahlen
- Hochpräzise Anordnung der Elemente & Vermessung der Strahlposition