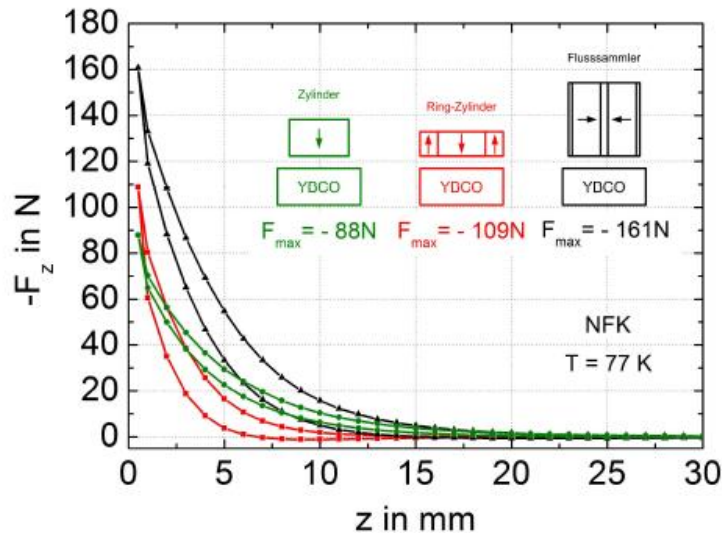


Übung Supraleitung II (SS 2026)

- Bei Nullfeldkühlung (NFK) eines harten Typ II Supraleiters wurden die folgenden Messkurven bei der Annäherung eines Ferromagneten mit unterschiedlichen Magnetfeldkonfiguration (Pfeil kennzeichnet Magnetisierungsrichtung) aufgenommen:



- Diskutieren sie den Kurvenverlauf und die auftretende Hysterese in den Messungen!
 - Worin sind die Unterschiede in den Kräften zwischen Magnet und Supraleiter begründet?
- Die Firma ATZ GmbH hat für einen neu entwickelten Kryostaten mit 30 YBCO Massiv-supraleitern die folgende Kraftkurve nach einer Feldkühlung bei 35 mm aufgenommen (U. Floegel-Delor et al, IEEE Trans. Appl. Supercond. 29 (2019) 3601705).

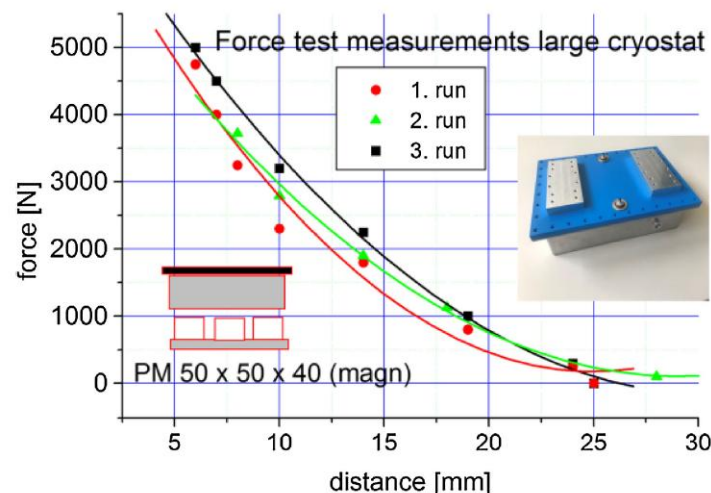


Fig. 7. Measured load capability of a new cryostat type 500 against a simple PM rail arrangement (N-S-N configuration). The load curves varies within the first three measuring runs and become stable at further tests.

- Welche Last kann man mit dem Kryostaten bei einer Schwebehöhe von 10 mm bzw. von 20 mm tragen?

- b. Durch Optimierung der Magnetschiene soll eine Tragkraft von 6 kN/Kryostat bei 10 mm Schwebehöhe bzw. von 2 kN/Kryostat bei 20 mm Schwebehöhe erreicht werden. Wie viele YBCO-Massivkörper müsste man verbauen, um einen voll beladenen LKW mit 40 t Gewicht auf der entsprechenden Höhe schweben zu lassen?
- 3. Ein NbTi-Leiter mit einem Durchmesser von 1 mm besitzt ca. 10.000 supraleitende Filamente mit einem Durchmesser von jeweils 4 μm . Der Leiter transportierte im supraleitenden Zustand bei 4.2 K einen kritischen Strom von 400 A in einem Magnetfeld von 5 T, während nur noch 50 A bei 9.5 T erreicht wurden.
 - a. Berechnen sie die kritische Stromdichte J_c des Materials für diese Magnetfelder.
 - b. Wie groß ist die Ingenieursstromdichte J_e in den beiden Fällen?
 - c. Wie würden sich die Werte ändern, wenn stattdessen 20.000 Filament mit einem Durchmesser von 3 μm verwendet würden? Welche zusätzlichen Vorteile würden sich dadurch ergeben?
- 4. Ein 12 mm breiter YBCO-Bandleiter besteht aus einer 3 μm dicken YBCO-Schicht, die auf einem 100 μm dicken Substrat hergestellt wurde. Zur elektrischen Stabilisierung wurde der Leiter mit 2 μm Silber und 10 μm Kupfer ummantelt. Laut Herstellerangaben trägt der Leiter einen kritischen Strom von 500 A bei 77 K im Eigenfeld.
 - a. Berechnen Sie die kritische Stromdichte J_c des Supraleiters sowie die Ingenieursstromdichte J_e des Leiters!
 - b. Welche Möglichkeiten sehen Sie, die Ingenieursstromdichte des Leiters zu verbessern? Welche Vor- und Nachteile ergäben sich dabei?