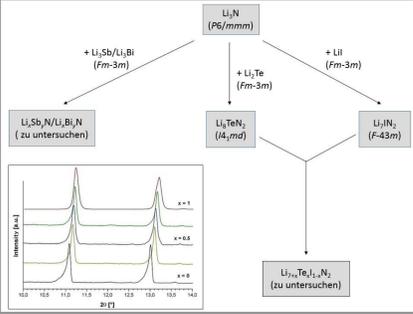


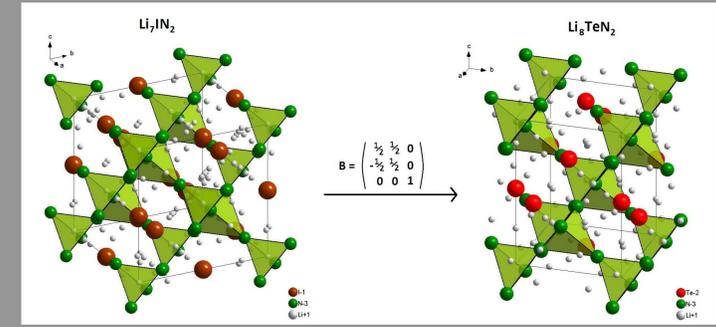
### Li-Ionen-Leitfähigkeit ternärer und quaternäre Verbindungen der Formel $Li_xE_yN_z$ ( $E = \text{Element der HG 5-7}$ )



Farben der binären Edukte  $Li_2Te$ ,  $Li_3N$  und  $LiI$ , sowie deren ternäre Edukte  $Li_3TeN_2$  und  $Li_3.5N_2$ . Zusätzlich sind quaternäre Mischkristalle der Zusammensetzung  $Li_{7.5}Te_{0.5}N_{2.5}$  abgebildet.

Schema zur Darstellung verschiedener multinärer Hauptgruppenverbindungen (basierend auf Lithiumnitrid), sowie Änderung der Reflexlage in Abhängigkeit von  $x$  bei Mischkristallen der Zusammensetzung  $Li_{1+x}Te_{1-x}N_2$ .

- ⇒ Synthese von multinären Hauptgruppenverbindungen und Charakterisierung
- ⇒ mittels Röntgendiffraktometrie zur Bestimmung der Anionenstruktur
- ⇒ mittels Neutronendiffraktometrie zur Bestimmung und Veränderung der Kationenstruktur
- ⇒ Impedanzspektroskopie zur Bestimmung der Lithiumionen-Leitfähigkeit für potentielle Anwendung als Festkörperelektrolyt

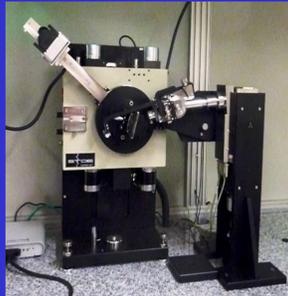


Transformation der Elementarzelle beim Übergang von kubischem  $Li_3IN_2$  zu tetragonalem  $Li_6TeN_2$ .

#### Magnetometer



#### Einkristall-/ Pulverdiffraktometrie



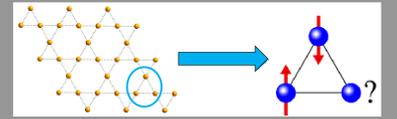
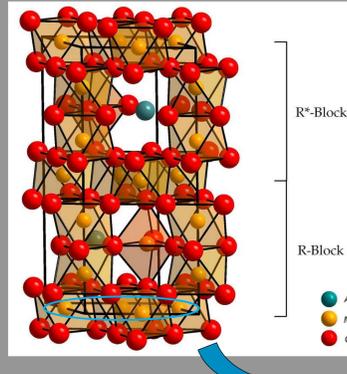
- Strukturbestimmung
- Phasenanalyse

#### Elementaranalyse



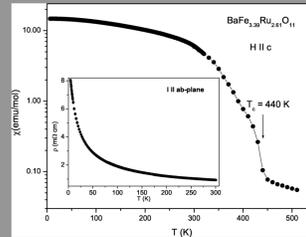
- Heißgasextraktion
- REM

### Synthese neuer magnetischer Materialien

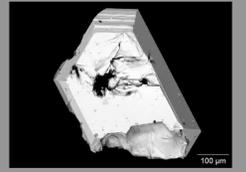


Struktur eines R-artigen Ferrits (links) mit Kagome-Netz und geometrischer Frustration (rechts).

- ⇒ Darstellung neuer Ferrite, z. B.  $A(MM')_6O_{11}$  ( $A = A^{2+}$ ;  $M, M' = \text{Metall}$ ) mit verschiedenen magnetischen und nicht-magnetischen Metall-Ionen
- ⇒ Festkörpersynthese durch Sintervorgänge oder Kristallzucht aus der Schmelze
- ⇒ Untersuchung der Struktur durch Pulver- und Einkristalldiffraktometrie
- ⇒ Untersuchung der magnetischen Eigenschaften, wie Curie-Temperatur  $T_c$  und Sättigungsmagnetisierung
- ⇒ Geometrische Frustration interessant für Anwendung in der Spintronik

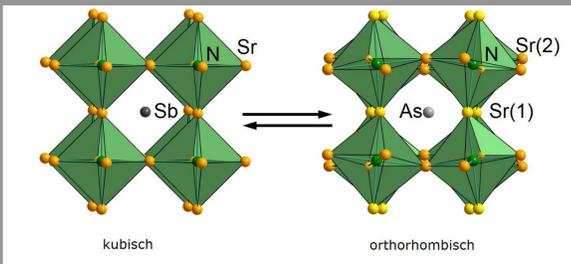


Graph einer Suszeptibilitäts- und Widerstandsmessung mit bestimmter Curie-Temperatur von  $BaFe_{3.33}Ru_{2.67}O_{11}$ .



REM-Aufnahme eines Kristalls von  $Ba(Co, Ir)_2Ru_4O_{11}$ .

### Innovative Synthesen und Eigenschaften von Nitriden

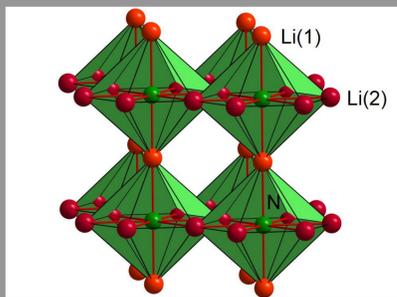


Inverse Perowskit-Nitride inklusive der Verzerrung durch Oktaeder-Verdrehung.

- ⇒ Metallnitride: Enthalten formal  $N^{3-}$
- ⇒ Entwicklung neuer Methoden zur Synthese
  - ⇒ Elektrochemisch
  - ⇒ Oxidation/Fluorierung/Chlorierung
  - ⇒ Kristallzucht
- ⇒ Eigenschaften
  - ⇒ Magnetisches Verhalten
  - ⇒ Transporteigenschaften



Bildung von Nitriden bei hohen Temperaturen.



Ausschnitt aus der Kristallstruktur von  $Li_3N$ . Li(1) kann durch Metall-Ionen Mn, Fe, Co, Ni, Cu ersetzt werden.

#### Handschuhkasten



### Ammonothermalsynthese von Halbleitermaterialien



$Cs_2[Zn(NH_2)_2]$  ( $P2_1/c$ ) Einkristalle.

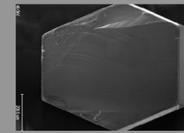
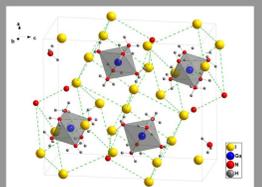


Foto eines GaN-Einkristalls.



Anordnung der Atome in der Verbindung  $[Ga(NH_2)_3] \cdot NH_3$ .

**Ziel:** Synthese und Mechanismusaufklärung neuer Nitrid-Halbleiter.

**Warum ammonothermal?**

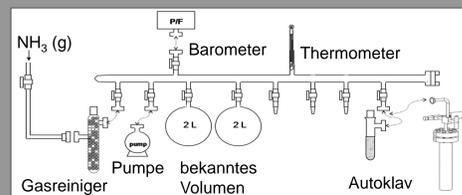
⇒ Einzigartiger Zugang zu empfindlichen Verbindungen sehr hoher Qualität durch hohen Druck, Temperatur und chemischen Transport

**Warum Nitride?**

- ⇒ z. B. optoelektronische Eigenschaften (s. Physik Nobelpreis 2014, GaN-LED)
- ⇒  $Zn_3N_2$  (Bandlücke  $\approx 0,9 - 1,1$  eV), bisher keine Technik zur Kristallzucht bekannt
- ⇒ InN (Bandlücke  $\approx 0,7 - 0,8$  eV), bekannte Synthesen unzureichend (→ Metastabilität, In-Einschlüsse)
- ⇒ feste Lösungen z. B.  $Sc_xGa_{1-x}N$ : variable optoelektronische/ferroelektrische Eigenschaften vorhergesagt

**Warum Mechanismenaufklärung?**

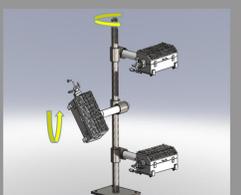
⇒ Verständnis für gezielte, schnelle, reine Kristallzucht in Wissenschaft und Industrie



Tensiometer zur gleichzeitigen Druck- und Volumenmessung für definierte Befüllung mit  $NH_3$ .



Autoklav aus Inconel (spezielle Ni-Legierung;  $p_{max} = 3$  kbar,  $T_{max} = 600$  °C) für hochkorrosives  $NH_3$ .



Variable Ofenhalterung: Beeinflussung des Kristallwachstums mittels Autoklavorientierung (vertikal = Konvektion, horizontal = Diffusion).