

Stand, Entwicklungen und Problematik von Lithium-Batterien

DI Thomas Nigl

Univ.-Prof. DI Dr.mont. Roland Pomberger

Übersicht

- Einführung
 - Batterietypen
 - Batteriekategorien
- Ist-Stand & Marktübersicht
 - Mengenenwicklungen
- Entwicklungen & Trends
- Problematik & Herausforderung
 - Sammlung & Lagerung von (Lithium-)batterien
- Projekt BAT-SAFE



Einführung – Batterietypen



Einführung – Batteriekategorien

- Gerätebatterien



- Fahrzeugbatterien



- Industriebatterien



Einführung – E-Bike-Akkus

Rechtliche Unterscheidung
bei E-Bike-Akkus:

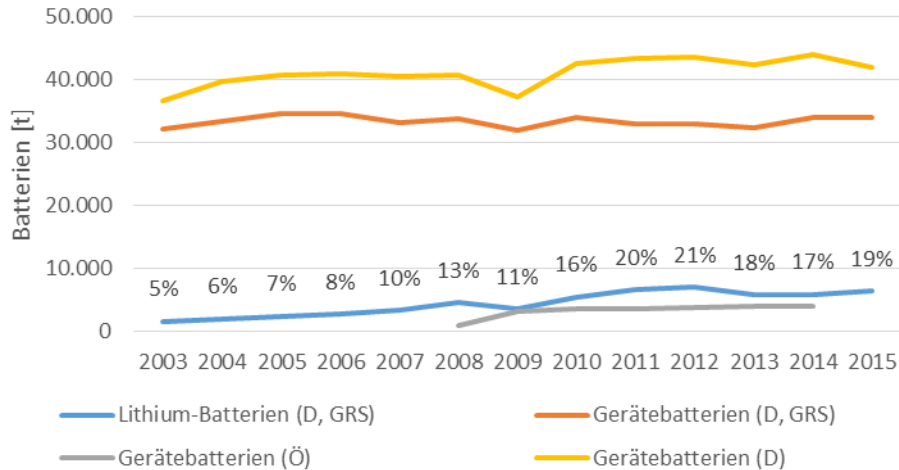
- A → Gerätebatterien
- D → Industriebatterien



Ist-Stand – Marktübersicht bei Gerätebatterien

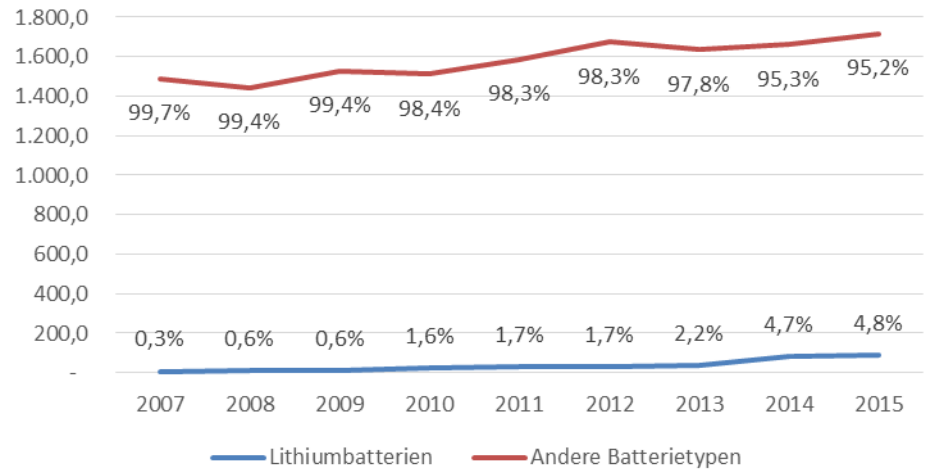
In Verkehr gesetzte Mengen vs. Sammelmengen

Vergleich in-Verkehr-gesetzter Batteriemengen



Quellen: EAK (2008-2014) & UBA, 2016

Unsortierte Sammlung von Gerätebatterien [t]

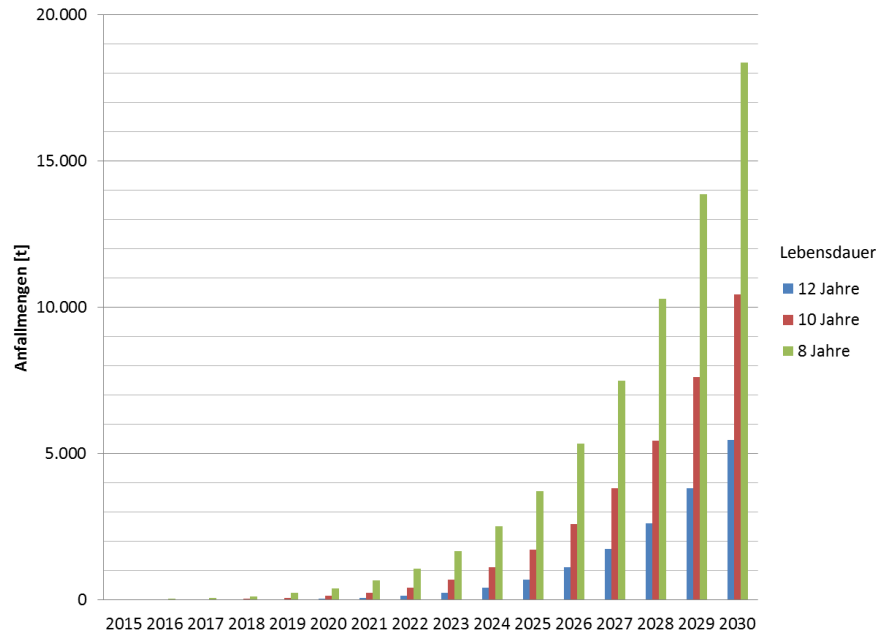


Quelle: Saubermacher, 2016

➤ Ähnliche Pro-Kopf-Mengen in A und D

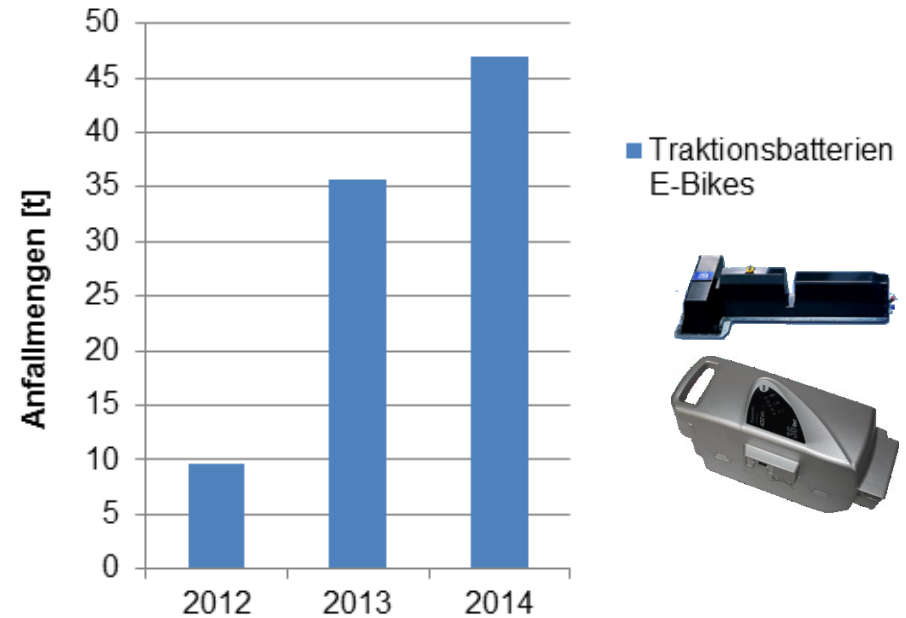
Industriebatterien – Prognose für Österreich

Mengenaufkommen (Prognose)



(Klösch, 2014)

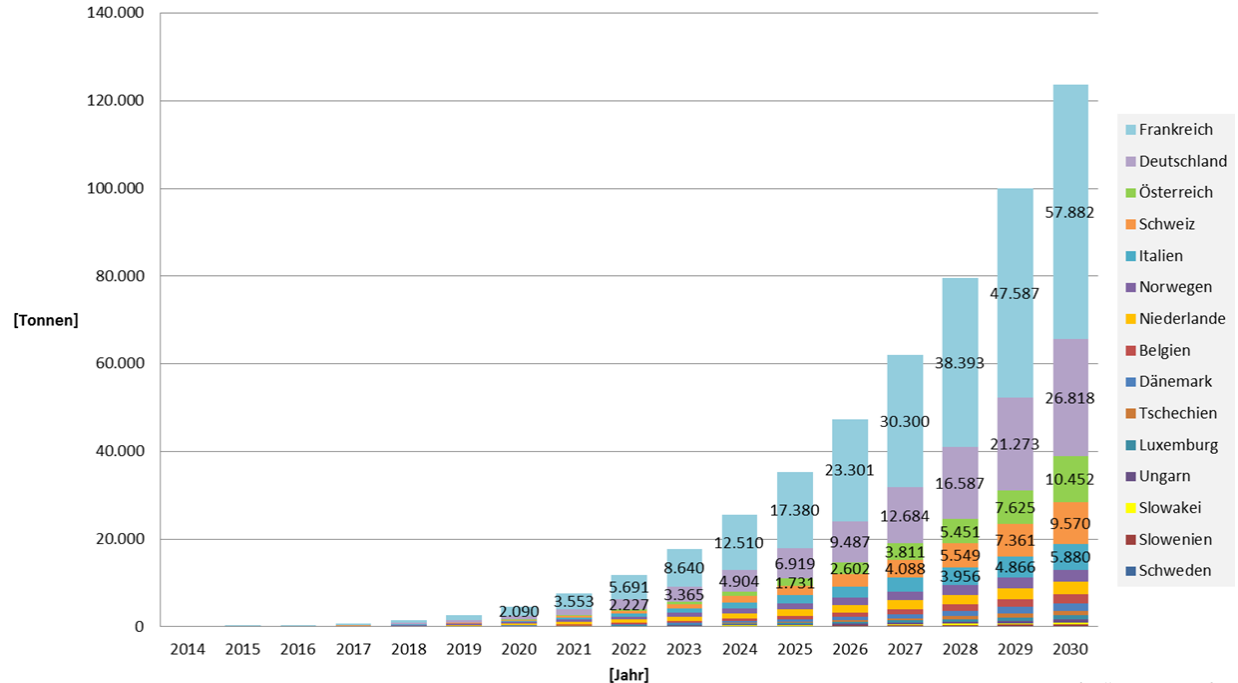
Mengenaufkommen (real)



Quelle: Saubermacher, 2015

Industriebatterien – Prognose für Europa

Mengenaufkommen
(Lebensdauer: 10 Jahre)

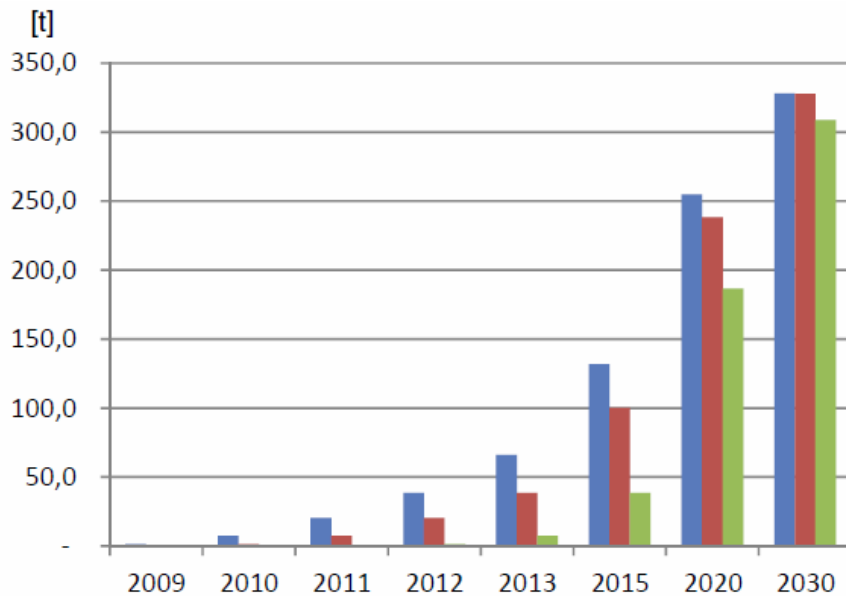


(Klösch, 2014)

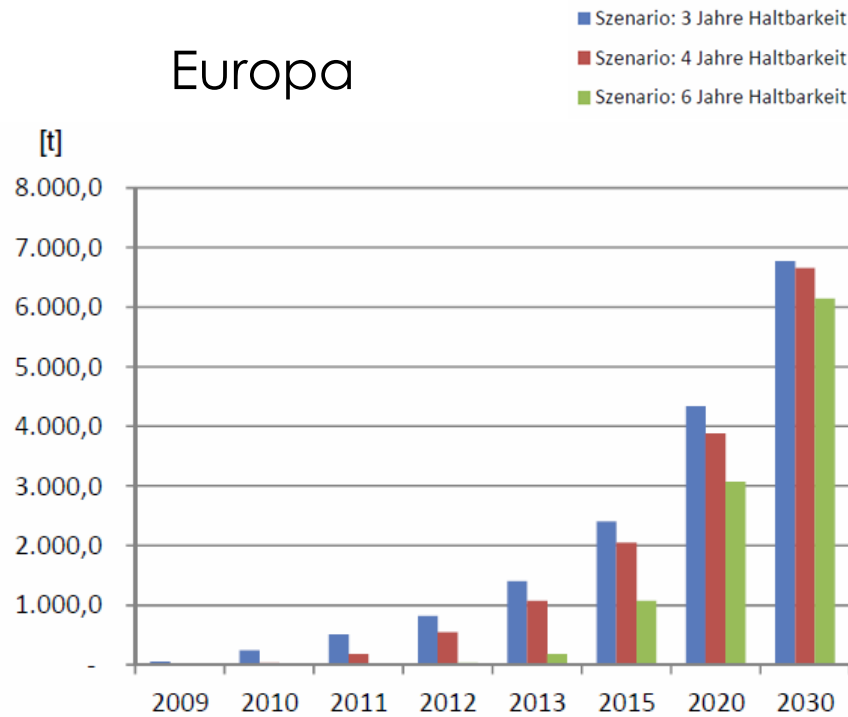
Nigl & Pomberger

E-Bike-Akkus – Mengenaufkommen

Österreich

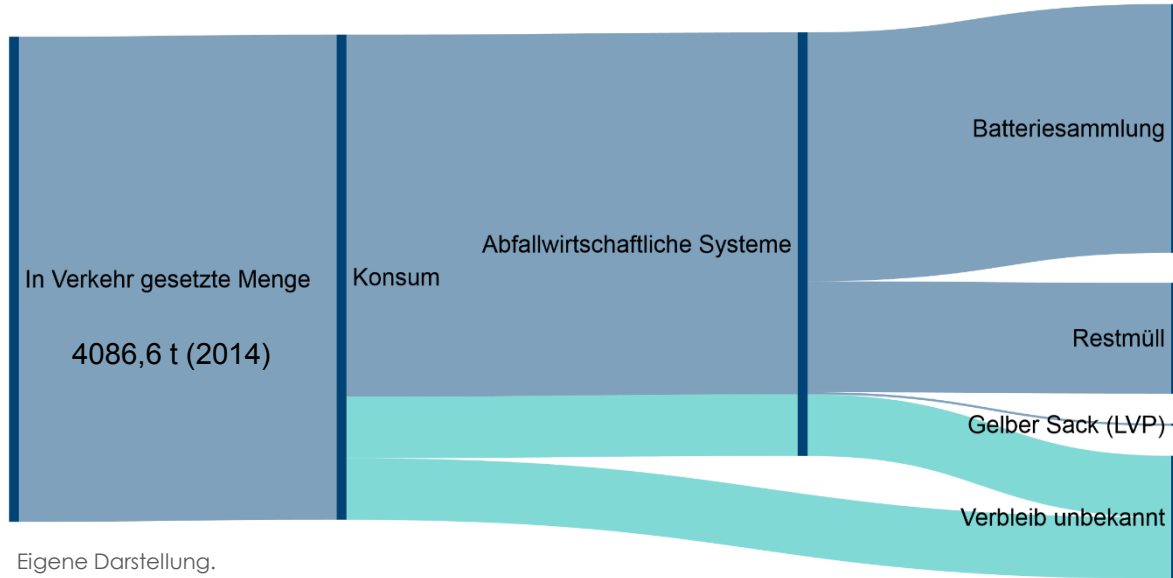


Europa



Entsorgungswege für Gerätebatterien

Gerätebatterie-Flussmodell



- Offene Systembetrachtung
- Jahr 2014 als Referenz
- Knopfzellen?
- Anteil in EAG? (v.a. Elektrokleingeräte)
- Welche Abfallfraktionen sind mengenrelevant?

Entwicklungen und Trends

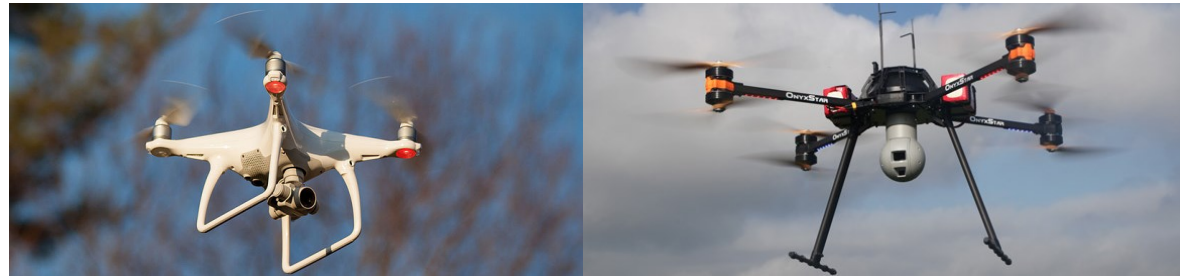
- Verdrängung herkömmlicher Batteriesysteme durch Li-Ionen Akkus (z.B. NiMH, NiCd)
- Anwendung von Lithium-Batterien in technisch neuen Entwicklungen (z.B. Drohnen, e-Zigaretten, Amazon Dash Button)



Lizenzhinweis: Matthew Petroff, [CC BY-NC-SA 4.0](#)



Lizenzhinweis: Ecig Click, [CC BY-SA 2.0](#)

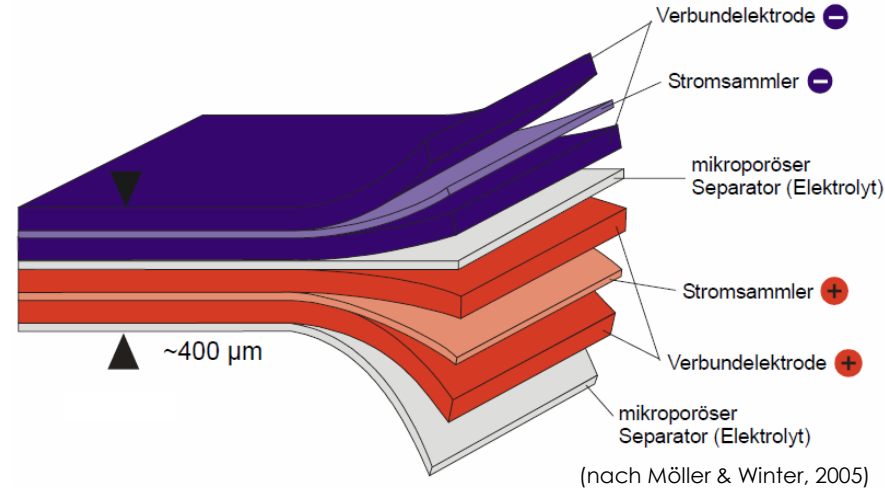


Lizenzhinweise: ZullyC3P, [CC BY-SA 4.0](#); Doodybutch, [CC BY-SA 4.0](#) (beide Wikipedia Commons)

(Zukünftige) Entwicklungen und Trends

Allgemein:

- Noch dünnere Ableiterfolien & Separatoren (Auswirkungen auf Recycling)
- Entwicklung von „blended oxides“ (mit NCA-Material od. höher legiertem NMC)
- Prä-Lithierung und Si-Aktivmaterial



Entwicklungen und Trends

Consumer-Bereich:

- Sinkender Anteil entnehmbarer Batterien/Akkus
(bei Smartphones und Laptops)
- Signifikanter Anstieg der relativen Leistung bzw. Energie
(mAh/g bzw. Wh/g Gerätegewicht)

(Zukünftige) Entwicklungen und Trends

Automotive-Bereich:

- Aktueller Übergang von LFP zu NMC (und weiter zu NCA?)
(als Kathodenmaterial)
- Trend zu 48V-Systemen
(Betrieb von Assistenz- & Komfortsystemen)
- Höhere Reichweiten bei PHEV und EV

Problematik – Lithium-Ionen-Akkus

Eigenschaften diverser Kathodenmaterialien

Material	Energie-dichte	Leistungs-dichte	Sicherheit	Stabilität	Kosten pro Ah
LCO LiCoO_2	Yellow	Orange	Red	Light Green	Red
NCA $\text{LiNi}_{0,80}\text{Co}_{0,15}\text{Al}_{0,05}\text{O}_2$	Light Green	Light Green	Red	Light Green	Yellow
NMC $\text{LiNi}_{0,33}\text{Mn}_{0,33}\text{Co}_{0,33}\text{O}_2$	Light Green	Light Green	Orange	Light Green	Yellow
LMO LiMn_2O_4	Red	Light Green	Light Green	Red	Yellow
LFP LiFePO_4	Red	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green

Farbkennzeichnung Japan:



Sehr gut Sehr schlecht

Herausforderungen bei Sammlung & Lagerung

- Entfernung der Batterien aus den EAGs
 - Nicht immer möglich
 - Wird nicht immer durchgeführt
- Erkennbarkeit beschädigter Lithiumbatterien
 - Blackbox Batterie



Herausforderungen von Li-Batterien

- Brennbare Materialien
 - Kunststoffe
 - Organische Lösungsmittel
 - Metallisches Lithium (Lithium-Primärbatterien)
- Elektrisch gespeicherte Energie (Zündquelle)



Lizenzhinweis: Stefan-Xp, [CC BY-SA 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/)

Herausforderungen von Li-Batterien

Gefahren bei unsachgemäßer Handhabung:

- Mechanische Belastung
- Externe thermische Belastung
- Tiefentladung
- Überladung
- Externer Kurzschluss
- **Interner Kurzschluss**

→ all diese Faktoren können zum **Thermal Runaway** führen!



(Foto: © AVAW, 2014)

Herausforderungen von Li-Batterien

Folgen des **Thermal Runaway**:

- Auslaufen
 - Bersten
 - Entzündung – Feuer
 - Explosion
 - Freisetzung umwelt- & gesundheitsschädlicher Stoffe
- Frage nach neuen Regeln für Sammlung und Lagerung?

Herausforderungen von Li-Batterien

Zahlreiche Unfälle und Schadensfälle



- Steigendes Risiko von Brandereignissen (in ganzer End-of-Life-Kette)



Auswirkungen und Risikoanalyse von Batterien in abfallwirtschaftlichen Systemen

- FFG-gefördert,
Grundlagen-orientiert
- Laufzeit:
10/2015 – 09/2018

- Ursachenforschung
bei bisherigen Schadensfällen
- Erhebung des Ist-Standes
der österreichischen Abfallwirtschaft
- Risikoanalyse und -bewertung



(Foto: © APA, 2014)



(Fotos: © AVAW, 2015)

Literaturverzeichnis

EAK 2008 – 2014: Tätigkeitsberichte der Elektroaltgeräte-Koordinierungsstelle der Jahre 2008 – 2014 (Zugriff am 25.08.2016: URL: <http://www.eak-austria.at/presse/>).

Klösch J. 2014: Ermittlung eines geeigneten Standortes für eine Lithium-Ionen-Batterien Recyclinganlage. Masterarbeit – Montanuniversität Leoben.

Möller K.-C. & Winter M. (2005): Primäre und wiederaufladbare Lithium-Batterien. Skriptum, ICTAS – Institut für Chemische Technologie Anorganischer Stoffe der TU Graz.

Umweltbundesamt (UBA Deutschland) 2016: Masse der in Verkehr gebrachten Gerätebatterien 2003 – 2014. (Zugriff am 20.09.2016: URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/abfall-kreislaufwirtschaft>).

Stand, Entwicklungen und Problematik von Lithium-Batterien

DI Thomas Nigl

Univ.-Prof. DI Dr.mont. Roland Pomberger

Montanuniversität Leoben

Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft

Kontakt: E: thomas.nigl@unileoben.ac.at, M: +43 676 845386-824