



Montanuniversität
Leoben



AbfallverwertungSTECHNIK
& AbfallWIRTSCHAFT

Batterierecycling und Batteriebrände – Ursachen und Beherrschung

Thomas Nigl

Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft

Montanuniversität Leoben

Versetz' Berge



Dipl.-Ing. Dr.mont.

Thomas Nigl

Senior Scientist & Head of Research Group
Future Waste and Waste Management

Aktuelle Forschungsschwerpunkte:

- Recycling von Lithium-Ionen-Batterien
- Recycling von Photovoltaik-Modulen
- Recycling von Wasserstofftechnologien

- Brandschutz und sensorgestützte Erkennung und Ausschleusung von Batterien aus gemischten Abfällen
- *Zero resource loss / Zero waste* in der Produktion
- Klimabilanzierung der österreichischen Abfallwirtschaft

Batterierecycling und Batteriebrände – Ursachen und Beherrschung

- **Batterierecycling** – in Kürze
- **Batteriebrände** – in angemessener Länge

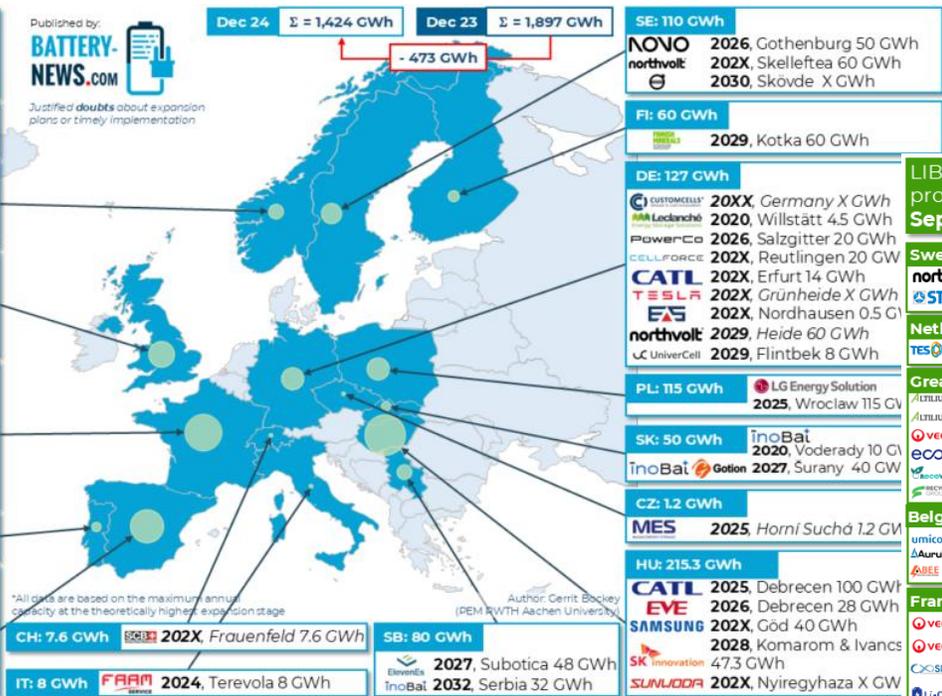
Kapazitäten für Batterieproduktion und Batterierecycling in Europa

Battery cell production as of December 2024

Published by: **BATTERY-NEWS.COM**

Justified doubts about expansion plans or timely implementation

EU: 20 GWh
ABEE 202X, EU 20 GWh
NW: 82 GWh
MORVON 2029, Agder 42 GWh
BEYONDER 202X, Rogaland X GWh
elinor 202X, Trondheim 40 GWh
GB: 135 GWh
TATA MOTORS 2026, Somerset 40 GWh
NE 202X, GB X GWh
Li-Cycle 202X, Coventry 60 GWh
AESC 2030, Sunderland 35 GWh
FR: 198 GWh
TIAMAT 2030, France 5 GWh
QCC 2030, Douvrin 40 GWh
Li-Cycle 2030, Dunkirk 50 GWh
BlueSolutions 2029, France 25 GWh
AESC 2030, Douai 30 GWh
ProLogium 202X, Dunkirk 48 GWh
PT: 45 GWh
CALB 2028, Sines 45 GWh
ES: 170 GWh
PowerCo 202X, Sagunt 60 GWh
BASQUE 2027, Vitoria-Gasteiz 10 GWh
AESC 2025, Cáceres 50 GWh
STELLANTIS 2026, Zaragoza 50 GWh



LIB recycling projects EU: September 2024

Published by: **BATTERY-NEWS.COM**

Sweden	northvolt Skelleftea 125,000 2029
	STENA Halmstad 10,000 20,000 202X
Netherlands	TES Rotterdam 10,000
Great Britain	ALUMINUM METALS Teesside 50,000 2028
	ALUMINUM METALS Devon 100
	VEOLIA Minworth 5,000
	ecobat Darlston 20,000
	Newport X
	Wolverhampton 3,800
Belgium	umicore Hokoken 7,000
	Aurubis Olen X 100,000 2028
	ABEE Dour 20,000
France	VEOLIA Dieuze X
	VEOLIA Amneville 7,000
	CSN&M Saint Quentin 1,000 5,000 202X
	Li-Cycle Harnes 10,000
	suez Dunkirk 50,000 2028
	TES Grenoble X
Italy	Li-Cycle GLENORE Portovesme 50,000 202X
Spain	andesa Cubillos del Sil 8,000 202X
	SungEl HiTech Navarra 10,000 2028
	(R) RECYCLAS Erandio X
	ENL Alicante 45,000 202X

Norway

hydrovolt Fredrikstad 12,000 70,000 2028

Li-Cycle X 10,000 202X

MORVON Li-Cycle Moss 10,000

NIKKELVERK Kristiansand X

Finland

fortum Harjavalta X

fortum Ikaalinen 5,000 202X

fortum Nilvala 800 3,000 202X

Switzerland

BATREC Wilmis 580

KYBURZ Frelenstein X

librec Biberist 10,000

Germany

ACCUREC Krefeld 4,000

KYBURZ Chemnitz 200 2,000 2028

Aurubis Hamburg X

BASF Schwarzeheide

Duesenfeld Wendenburg 3,000

ecobat Hettstedt 20,000

ERLOS Zwickau 3,500

Li-Cycle Kuppenheim 2,500

SungEl HiTech Gera-Cetzschwitz

REDWOOD Bremerhaven 10,000

ROTH Wernberg-Köblitz 9,000

CYLIB Aachen 120 7,500 2028

lozero München 90,000 2027

Li-Cycle Magdeburg 10,000 30,000 202X

WACK Baudenbach X

Primobius Hilchenbach 20,000

northvolt Heide X 202X

PURE BATTERIES Aue 7,000 10,000 202X

fortum Kirchartd 3,000

RE.LION.BAT. Meppen 20,000

RE.LION.BAT. Hagen 2,500 15,000 202X

Based on official announcements

Recycling until black mass or metal precursor

All values in tons/year

Batterierecycling: Aktuelle Herausforderungen, Chancen & Prozessabhängigkeiten

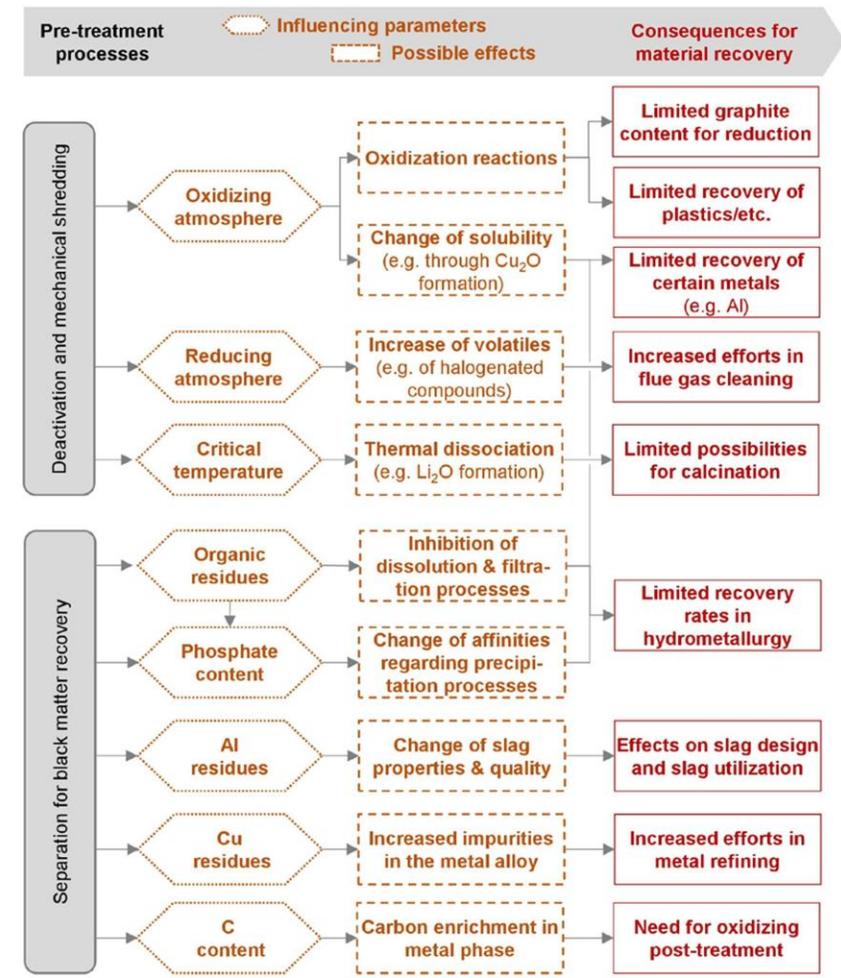
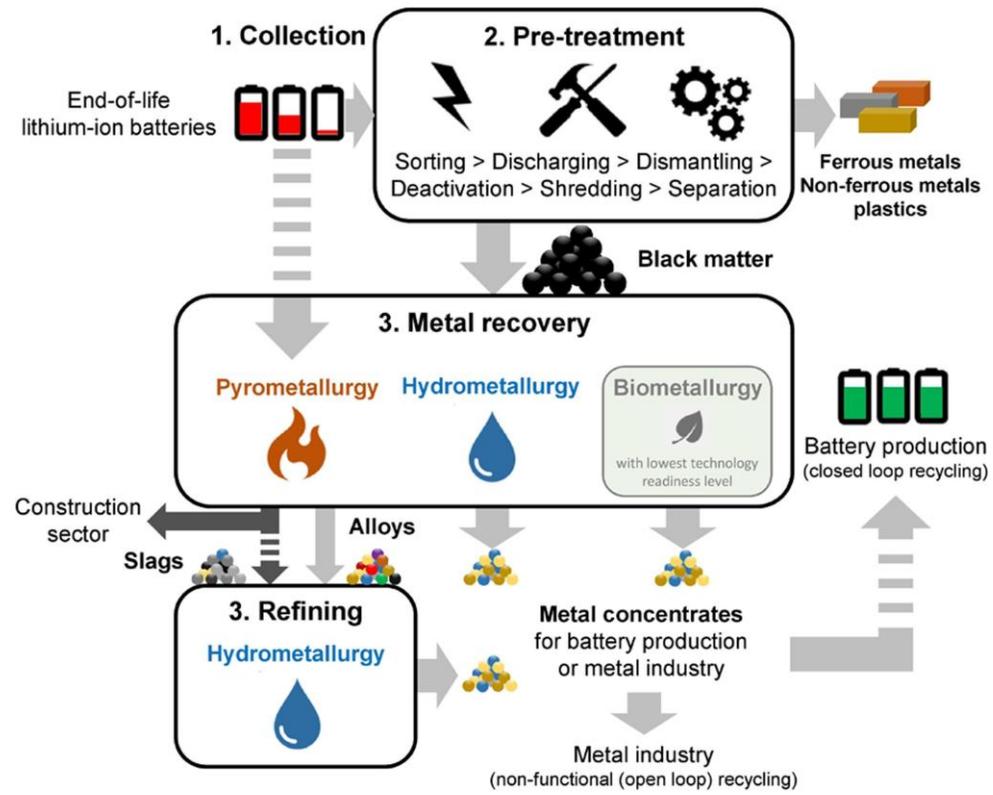
Waste Management
Volume 138, 1 February 2022, Pages 125-139

Windisch-Kern et al. (2022)
10.1016/j.wasman.2021.11.038

Recycling chains for lithium-ion batteries: A critical examination of current challenges, opportunities and process dependencies

Fazit

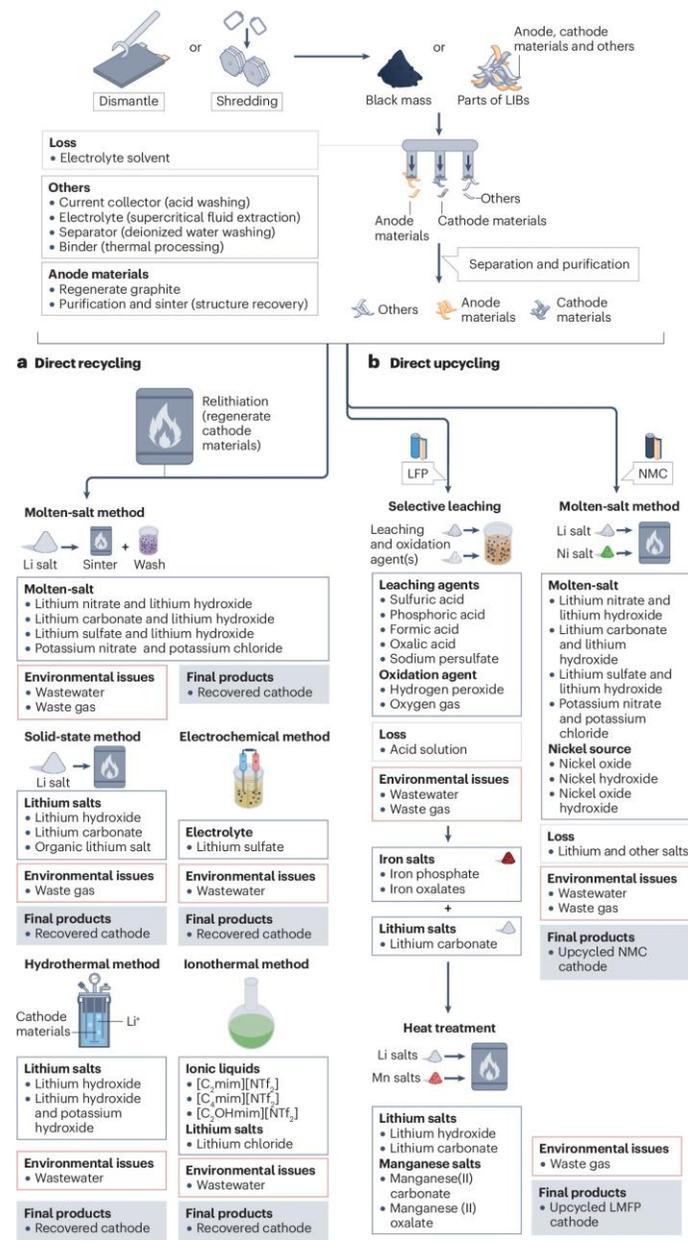
- Auswirkungen der einzelnen Prozessschritte auf das Gesamtkonzept
- Pyrolyse hat große Auswirkungen auf die Effizienz nachgelagerter Verwertungsprozesse
- Chemische / strukturelle Eigenschaften der Schwarzmasse entscheidend
- Keine Recyclingeffizienz ohne Standardisierung



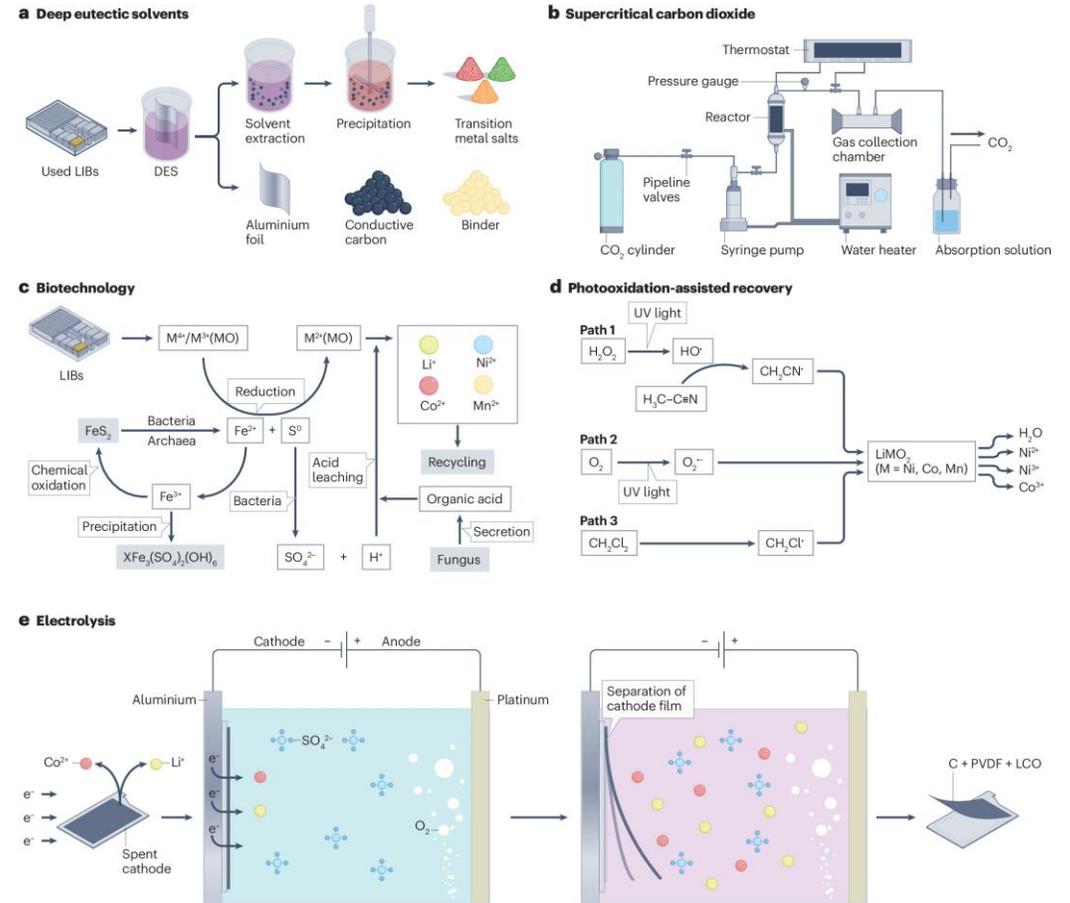
The evolution of lithium-ion battery recycling

Ma et al. (2024) DOI: 10.1038/s44359-024-00010-4

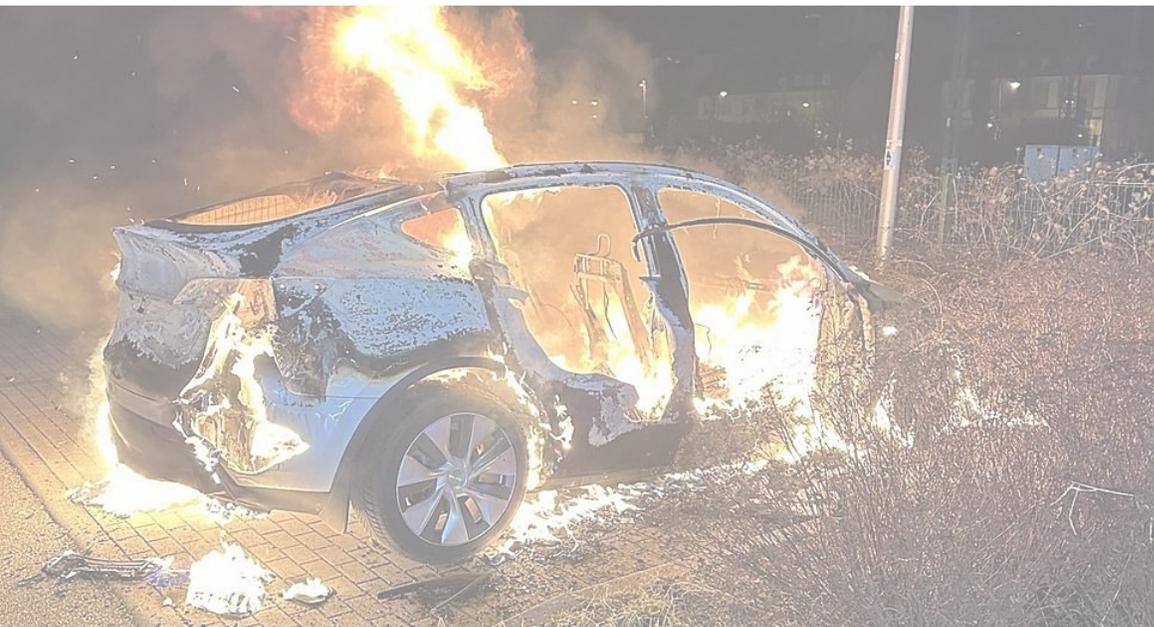
Developing recycling processes.



Other developing recycling processes.



Batteriebrände



Warum stehen E-Auto-Brände nicht im Fokus?

- Antriebsbatterien landen nicht im Restmüll
- Hersteller in der Pflicht
- E-Autos brennen nicht häufiger als „Verbrenner“
- Wieviele E-Autos waren im Brandfall rechts im Bild beteiligt?
 - Kein einziges.

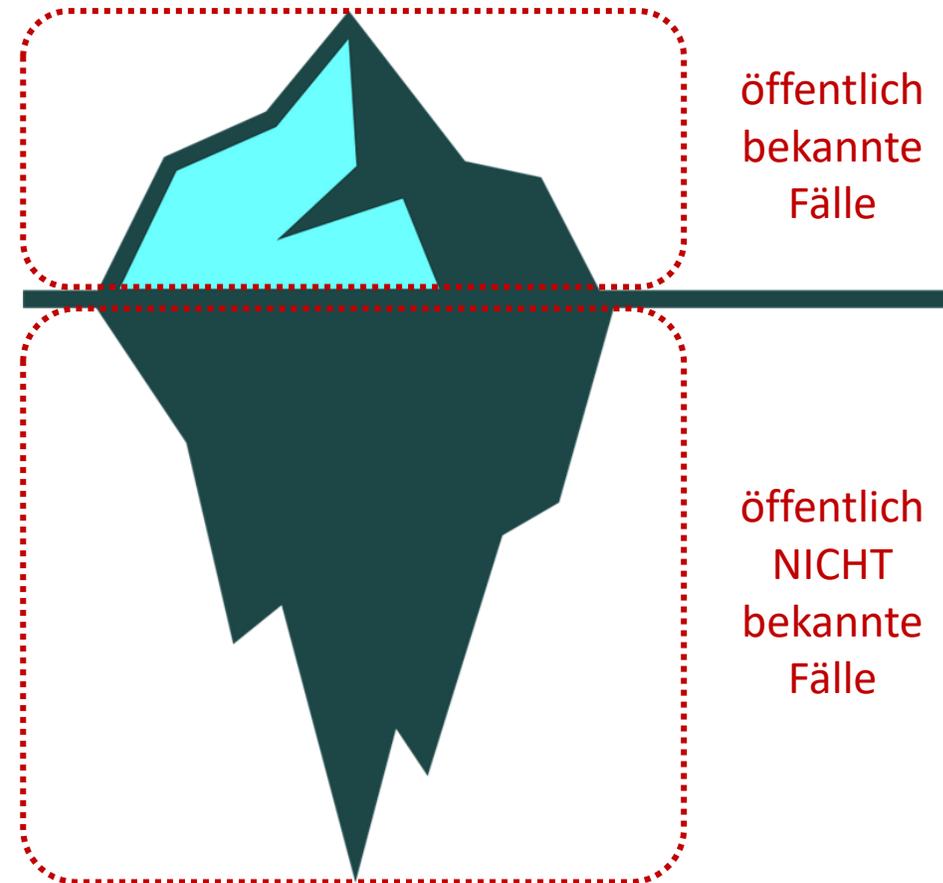
(Christian Emrich, 2023)

- Brände moderner Verbrenner genauso verheerend wie Brände von E-Autos



Warum finden Batteriebrände im End of Life immer noch zu wenig Beachtung?

- Kaum Daten
 - Wenige Publikationen
 - Zu wenig Bewusstsein auf allen Ebenen
-
- Unübersichtlicher Forschungsgegenstand
 - Was ist denn überhaupt die Grundgesamtheit?



Langzeitmonitoring von Brandereignissen in der Abfall- und Kreislaufwirtschaft

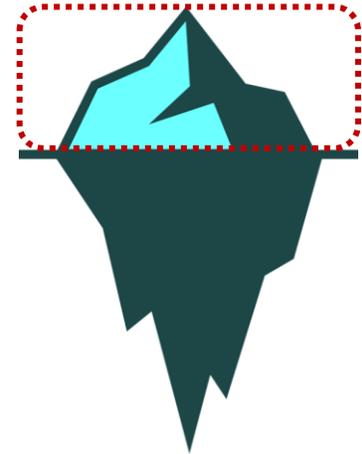


Methodik

- Erhebung von Brandfällen
 - aus öffentlichen und
 - betriebsinternen Quellen

Erhebungsphasen	von	bis	Jahre
Erhebungsphase 1	11/2007	10/2016	10
Erhebungsphase 2	11/2017	10/2019	2
Erhebungsphase 3	11/2019	10/2020	1
Erhebungsphase 4	11/2020	10/2022	2
Erhebungsphase 5	11/2022	10/2024	2

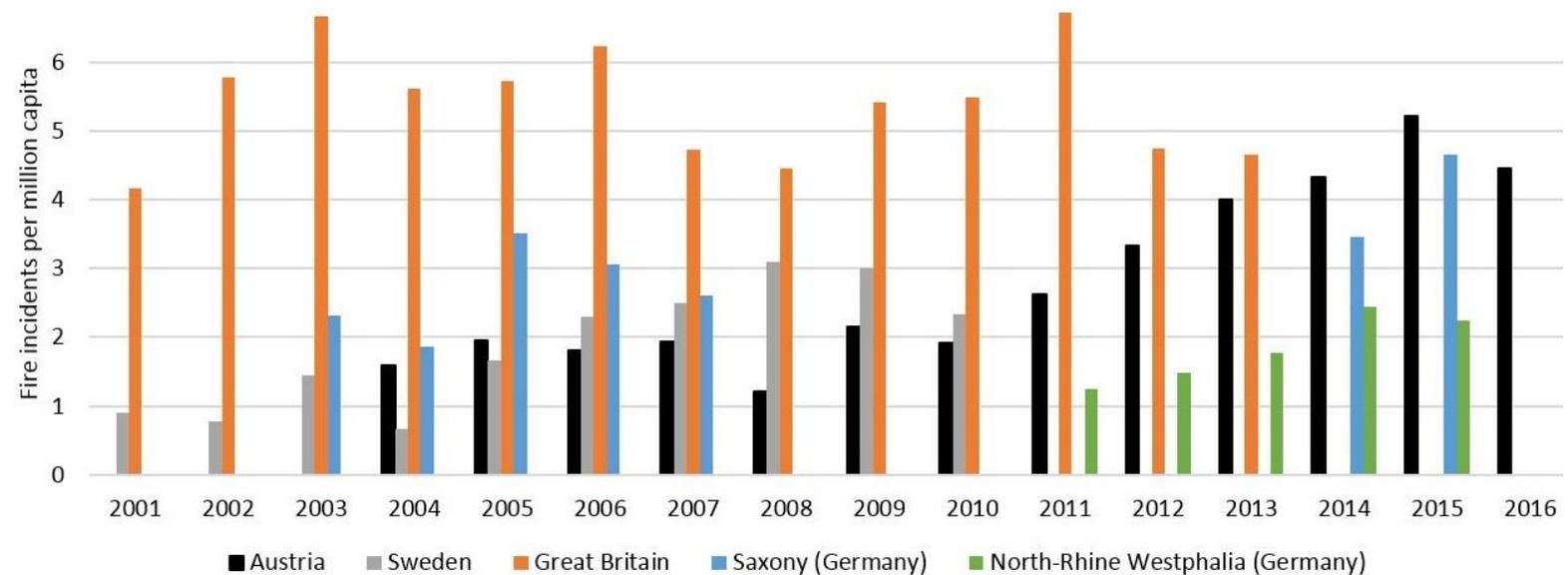
- Statistische Auswertung



CAUSE-ORIENTED INVESTIGATION OF THE FIRE INCIDENTS IN AUSTRIAN WASTE MANAGEMENT SYSTEMS

Thomas Nigl *, Wolfgang Rübenauber and Roland Pomberger

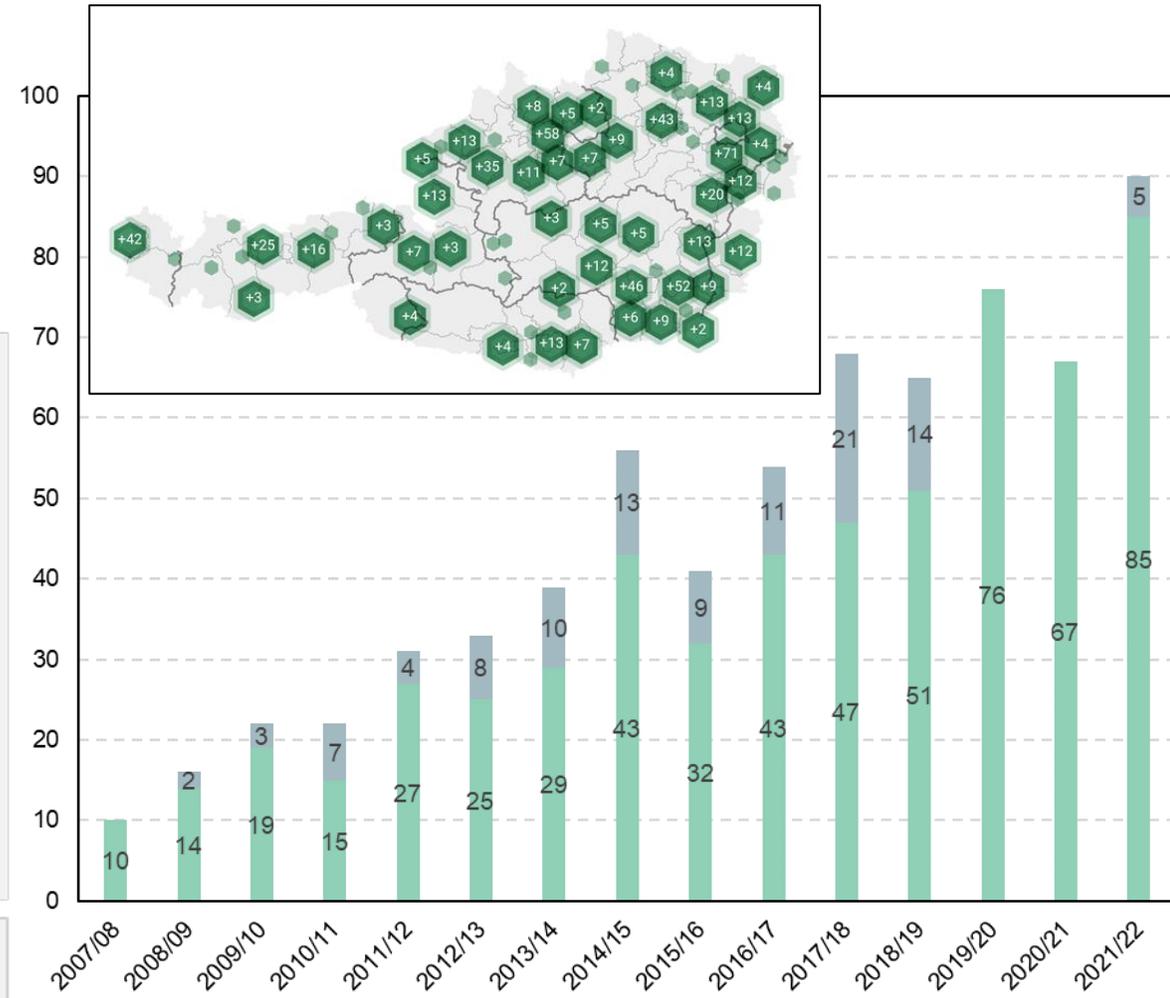
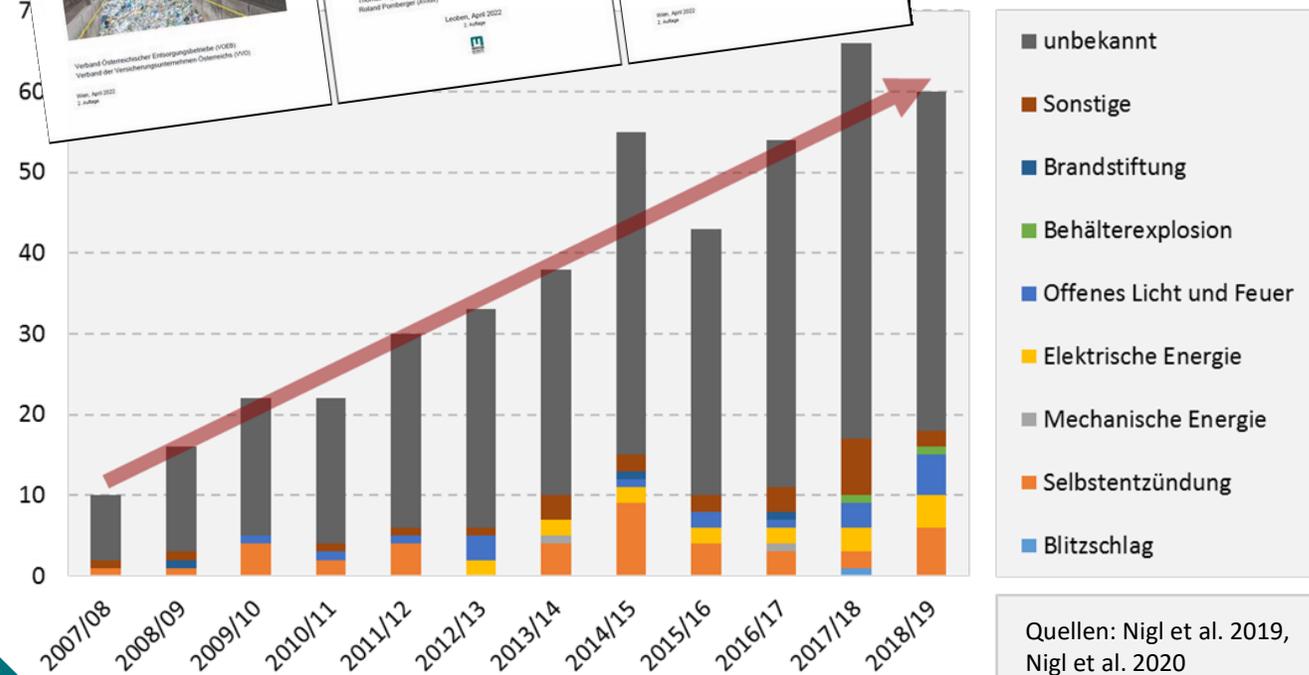
Montanuniversitaet Leoben, Department of Environmental and Energy Process Engineering, Chair of Waste Processing Technology and Waste Management, Franz-Josef-Straße 18, A-8700, Leoben, Austria



Brandereignisse in der Abfall- und Kreislaufwirtschaft – Ergebnisse aus Langzeitmonitoring



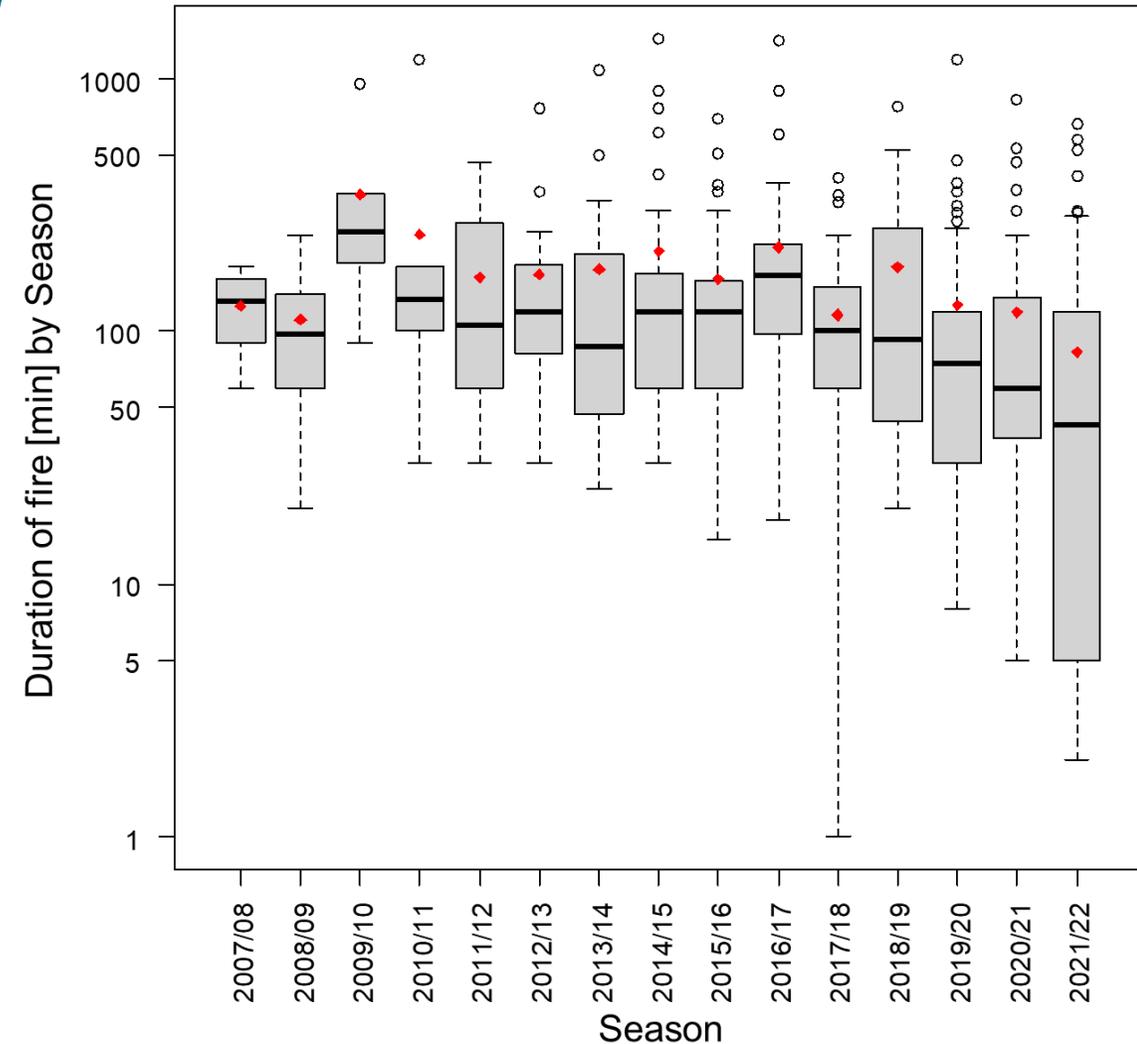
Wirkt die Leitlinie?



Entkopplung von Brandhäufigkeit und Brandauswirkungen (I)

Branddauer [min]

- n = 532
- Sinkende Medianwerte (in den letzten 3 Jahren)
- Hohe Ausreißer bei der Branddauer



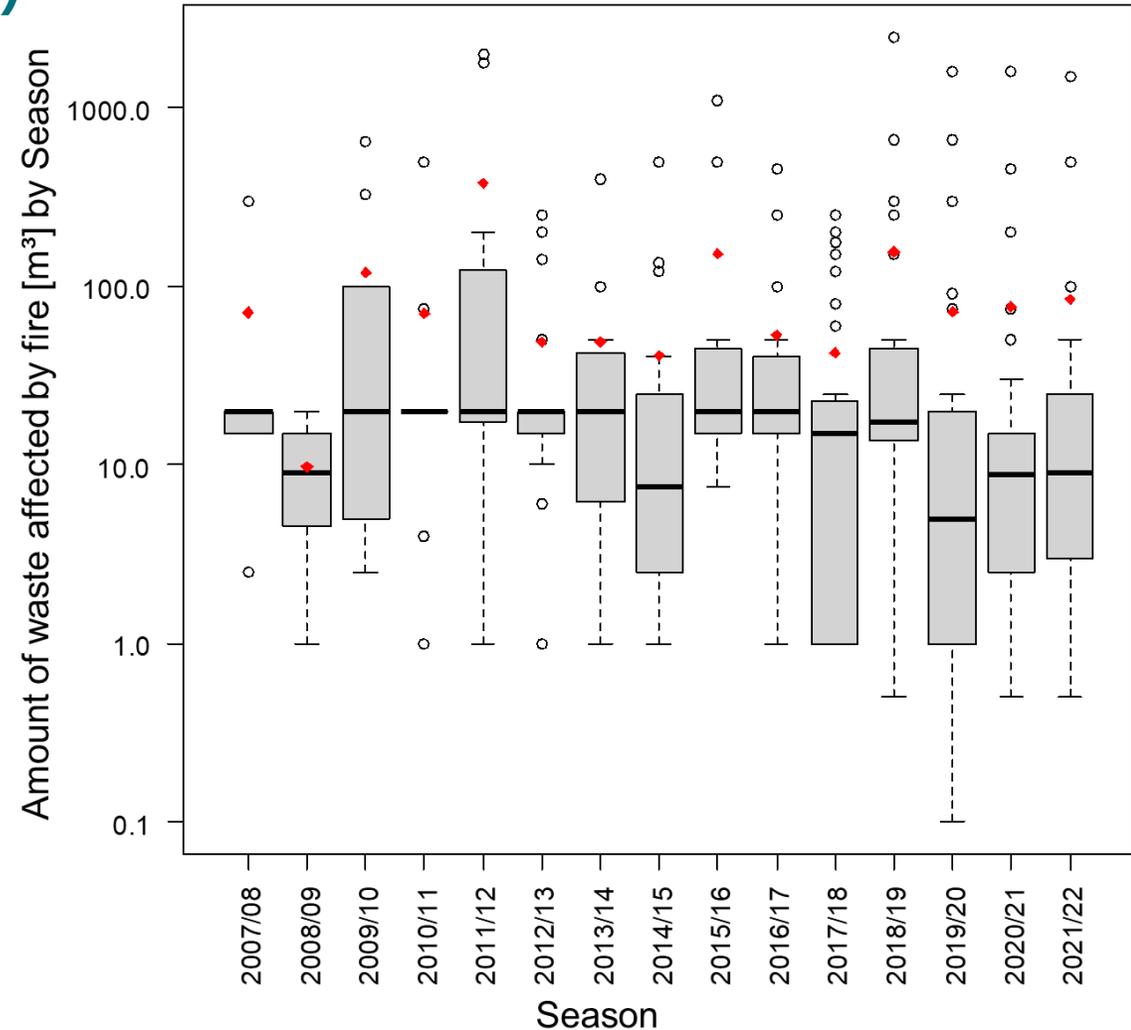
Nigl und Mostböck (2023): Fire incidents in waste management and circular economy – The results (...)

SARDINIA2023 19th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON WASTE MANAGEMENT AND SUSTAINABLE LANDFILLING
9-13 OCTOBER 2023 / FORTE VILLAGE RESORT

Entkopplung von Brandhäufigkeit und Brandauswirkungen (II)

Vom Brand betroffene Abfallmenge [m³]

- n = 329
- Sinkende Medianwerte (in den letzten 3 Jahren)
- Containerbrände in Bewertung sehr dominant (siehe Medianwerte)



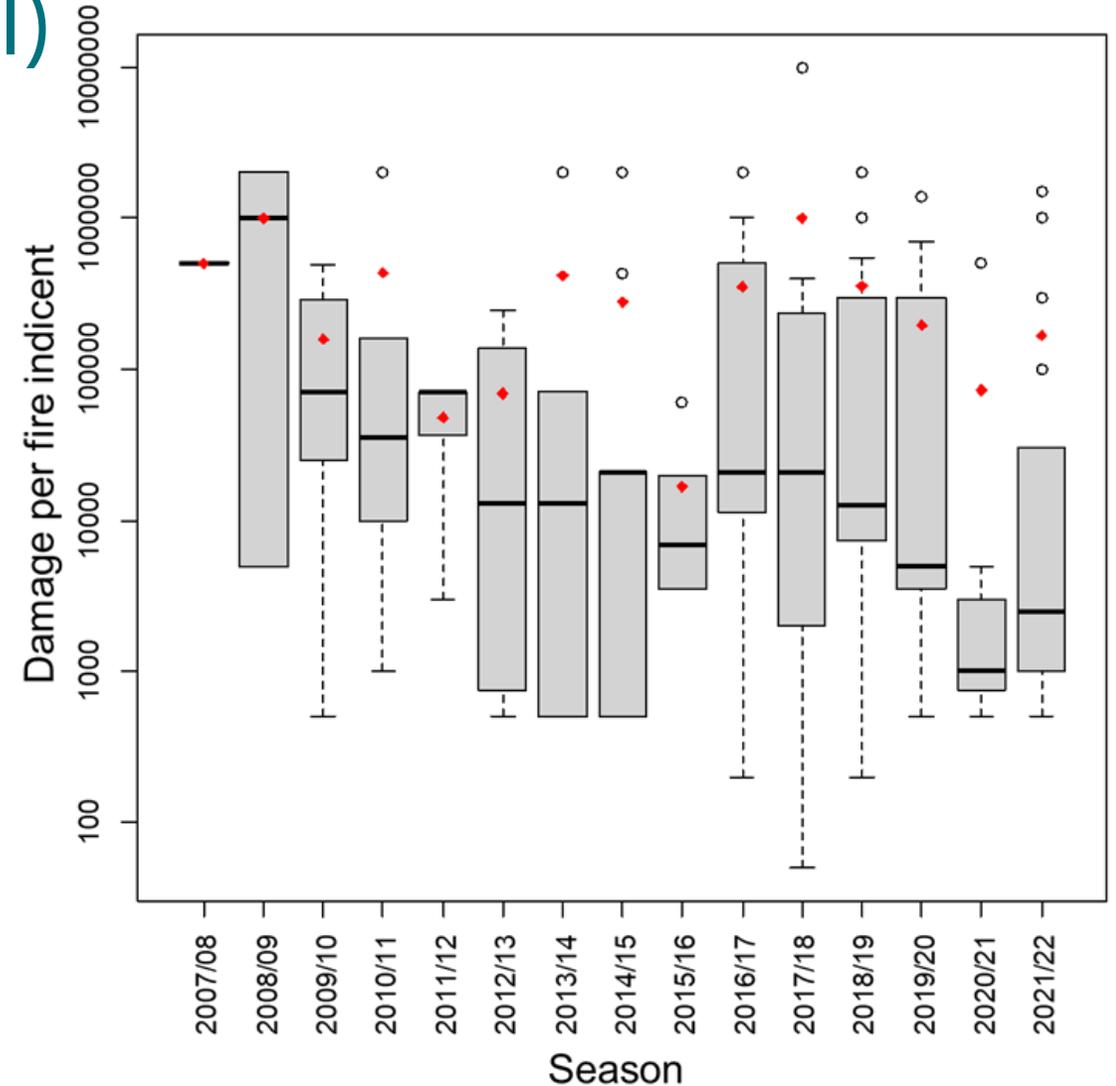
Nigl und Mostböck (2023): Fire incidents in waste management and circular economy – The results (...)

SARDINIA2023 19th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON WASTE MANAGEMENT AND SUSTAINABLE LANDFILLING
9-13 OCTOBER 2023 / FORTE VILLAGE RESORT

Entkopplung von Brandhäufigkeit und Brandauswirkungen (III)

Brandschaden [€]

- n = 139
- Sehr geringe Fallzahlen am Beginn
- Sinkende Medianwerte (in den letzten 3 Jahren)
- Weiterhin Ausreißer nach oben

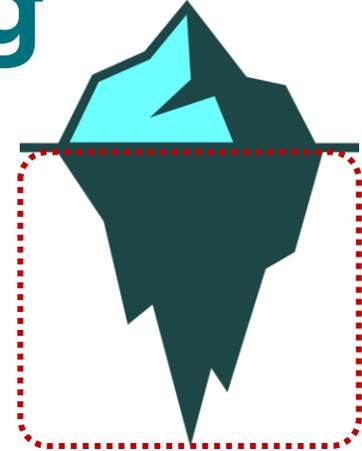


Nigl und Mostböck (2023): Fire incidents in waste management and circular economy – The results (...)

SARDINIA2023 19th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON WASTE MANAGEMENT AND SUSTAINABLE LANDFILLING
9-13 OCTOBER 2023 / FORTE VILLAGE RESORT

Auswertung von Daten aus verbesserter Anlagenüberwachung

Vergleich zweier Anlagen zur Ersatzbrennstoffproduktion



	Messposition	Auslösungen pro Schicht (8h)	Gefundene Batterien	Gefundener Rest
Linie A	(1)*	1,01 ± 0,53	69 %	31 %
	(2)**	1,45 ± 1,30	83 %	17 %
	(3)***	0,66 ± 0,54	78 %	22 %

* Sensor nach der Zerkleinerung, ** Sensor nach der Kühlstrecke, *** Sensor nach der Metallabscheidung

	Messposition	Auslösungen pro Schicht	Gef. Batterien	Gef. Metalle	Gef. Rest
Linie B	(1)*	0,09 ± 0,01	39 %	39 %	21 %
	(2)**	0,22 ± 0,05	51 %	22 %	27 %
	(3)***	0,21 ± 0,05	61 %	14 %	24 %

* Sensor Vorzerkleinerung, ** Sensor Nachzerkleinerung 1, *** Sensor Nachzerkleinerung 2

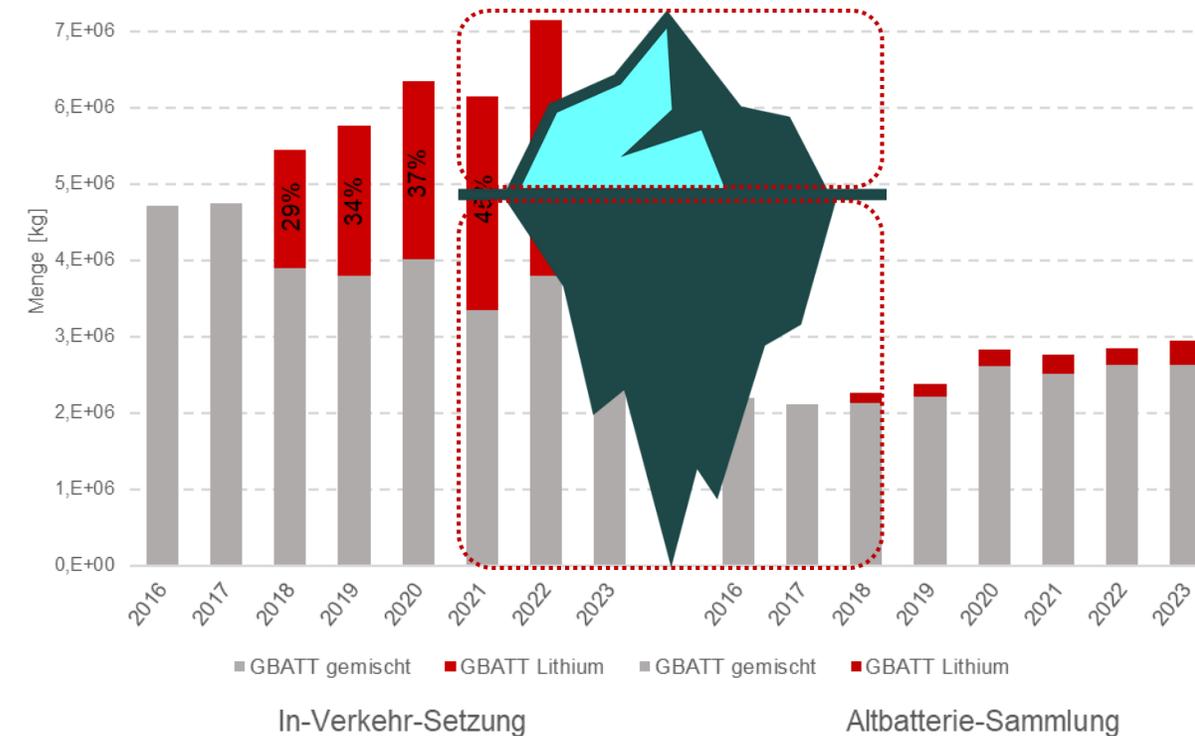
Aktuell in allen Anlagen mit entsprechender Überwachung täglich mehrere Schwellwertüberschreitungen.

Autischer et al. (2020): Statistische Betrachtung von Infrarot-Sensordaten in der Aufbereitung mit Relevanz zur Brandfrüherkennung.

Ergebnisse des Monitorings von Brandfällen in der österr. Abfall- und Kreislaufwirtschaft

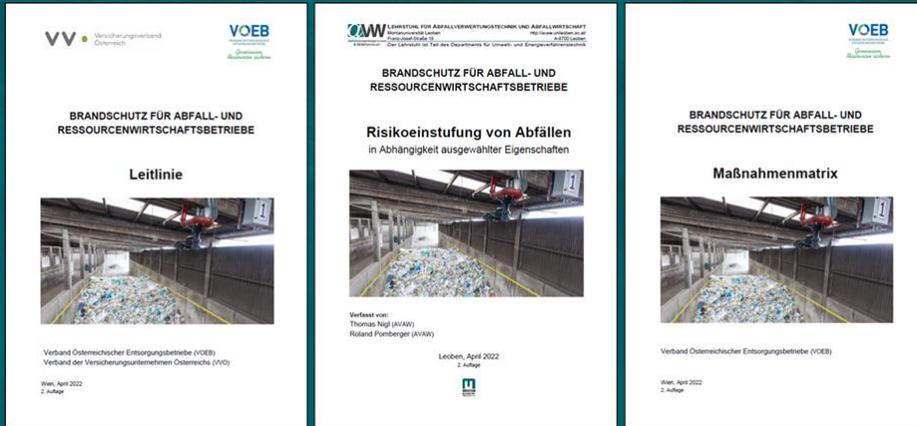
Schlussfolgerungen

- Anzahl der Brandereignisse steigt weiterhin
- Kontinuierliches Monitoring zeigt Entkopplung der Brandhäufigkeit und der Brandauswirkungen
- **Aktuelle Lage als Zwischenergebnis**
- **Steigender LIB-Anteil in der In-Verkehr-Setzung**
- **47% in den Jahren 2022 & 2023 (EAK 2023, 2024)**
- **Getrennte Sammlung steigt nicht proportional mit**



Outlook

- Laufende Auswertung aktueller Brandfälle
11/2022–10/2024



GDV Gesamtverband der Versicherer
Publikation der Deutschen Versicherer zur Schadenverhütung

VdS

Sortierung, Aufbereitung und Lagerung von Siedlungsabfällen und brennbaren Sekundärrohstoffen – Hinweise für den Brandschutz



AA **BDE** **byse** **VJKU** **GDV**

WS 2017 / 2015-03 (04)

Thomas Nigl

Senior Scientist
Head of Research Group

Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik
und Abfallwirtschaft

Montanuniversität Leoben

✉ Franz-Josef-Straße 18
8700 Leoben

@ thomas.nigl@unileoben.ac.at

in www.linkedin.com/in/thomas-nigl-bb607aa5

RG www.researchgate.net/profile/Thomas-Nigl-3

Vielen Dank!