

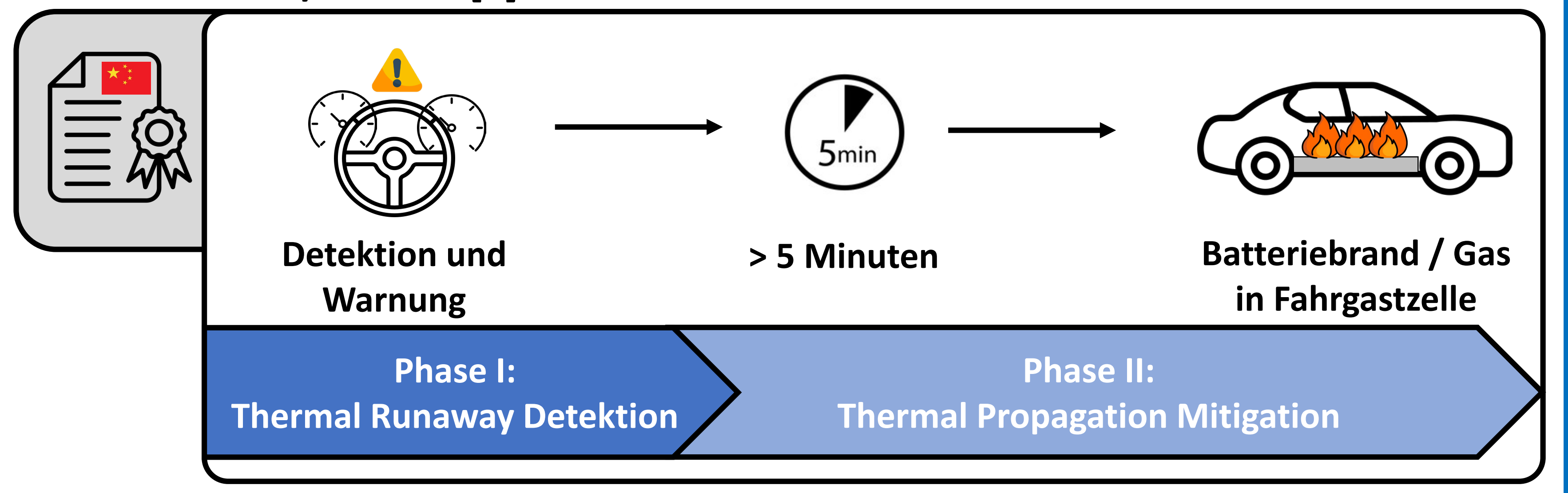
# Thermal Runaway Propagation - NMC vs. LFP

Battery Systems and Integration – Jan Schöberl

## Motivation

Die Sicherheit von Straßenfahrzeugen steht schon seit längerem an erster Stelle. Bei Elektrofahrzeugen rückt dabei die Batteriesicherheit zunehmend in den Fokus. Die Sicherheit von HV-Batterien ist nicht nur ein essenzielles sicherheitstechnisches Merkmal zur Steigerung der Kundenakzeptanz von Elektrofahrzeugen, sondern muss auch vor der Markteinführung nachgewiesen werden. In neuen Regularien, wie z.B. der GB/T 38031 aus China, sind nun auch Abuse-Tests hinsichtlich der Propagation des thermischen Durchgehens in Lithium-Ionen-Batterien (thermische Propagation - TP) erforderlich. Aus diesem Grund müssen OEMs und Zulieferer geeignete Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Verlangsamung der thermischen Propagation in das Batteriesystem integrieren.

Benchmark GB/T 38031 [1] – seit Januar 2021

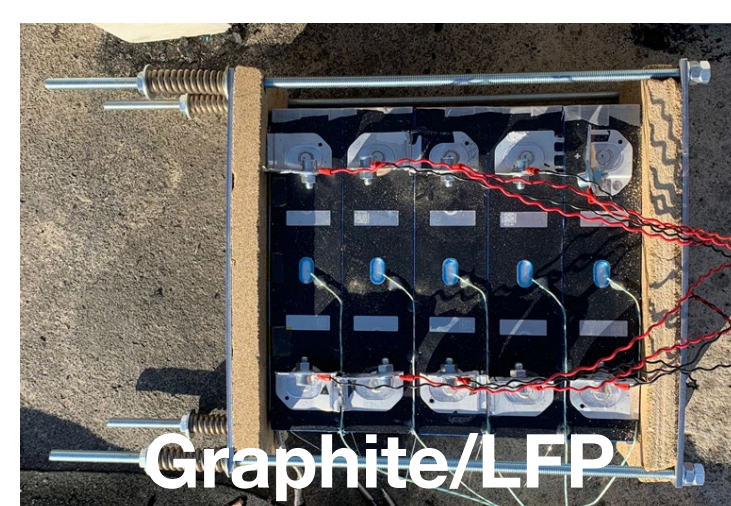
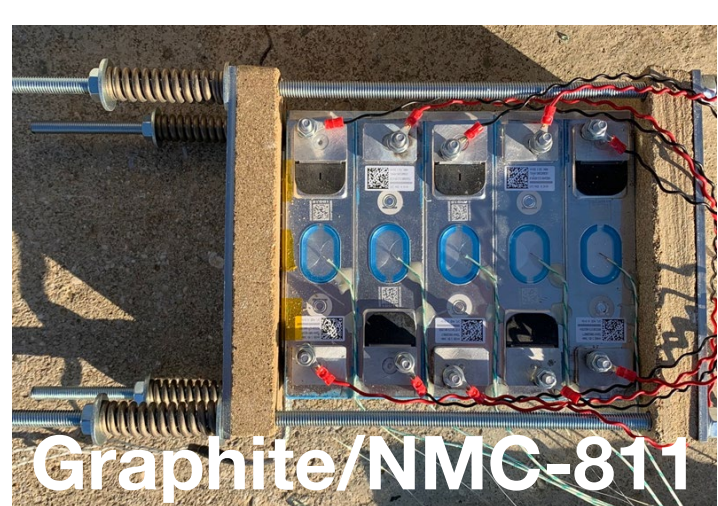


## Experimentelles

Der Einfluss der Zellchemie auf die thermische Propagation im Zellmodul wird mit Hilfe von zwei Batteriemodulen mit jeweils fünf prismatischen automotive Lithium-Ionen-Zellen untersucht. Die untersuchten Zellchemien sind Graphite/NMC-811 und Graphite/LFP.

### Messtechnik:

- Thermoelemente in der Zellmitte zwischen den Einzelzellen
- Wärmebildkamera (Messbereich: 20-1000°C)
- Spannungen der Einzelzellen

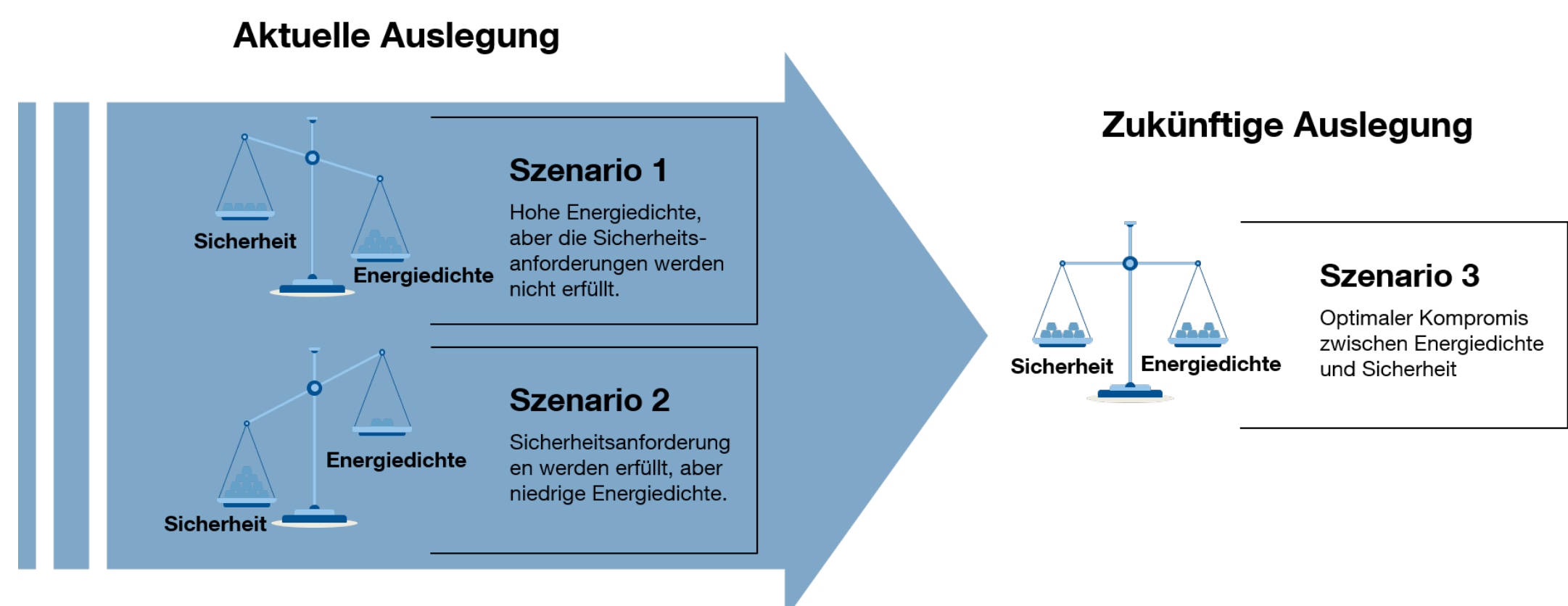


## Erkenntnisse

- LFP-Zellchemien können die Anforderungen der GB/T 38031 auch **ohne weitere Maßnahmen** zur TP-Mitigation erfüllen
- LFP hat gegenüber NMC **viele sicherheitstechnische Vorteile** (Venting-Verhalten, Cell-to-Cell Propagation, Erhalt der Zellstruktur)
- LFP hat gegenüber NMC **erhebliche Nachteile** in der **volumetrischen und gravimetrischen Energiedichte** und damit erhebliche Nachteile in der energetischen Auslegung des Batteriepacks

## Ausblick

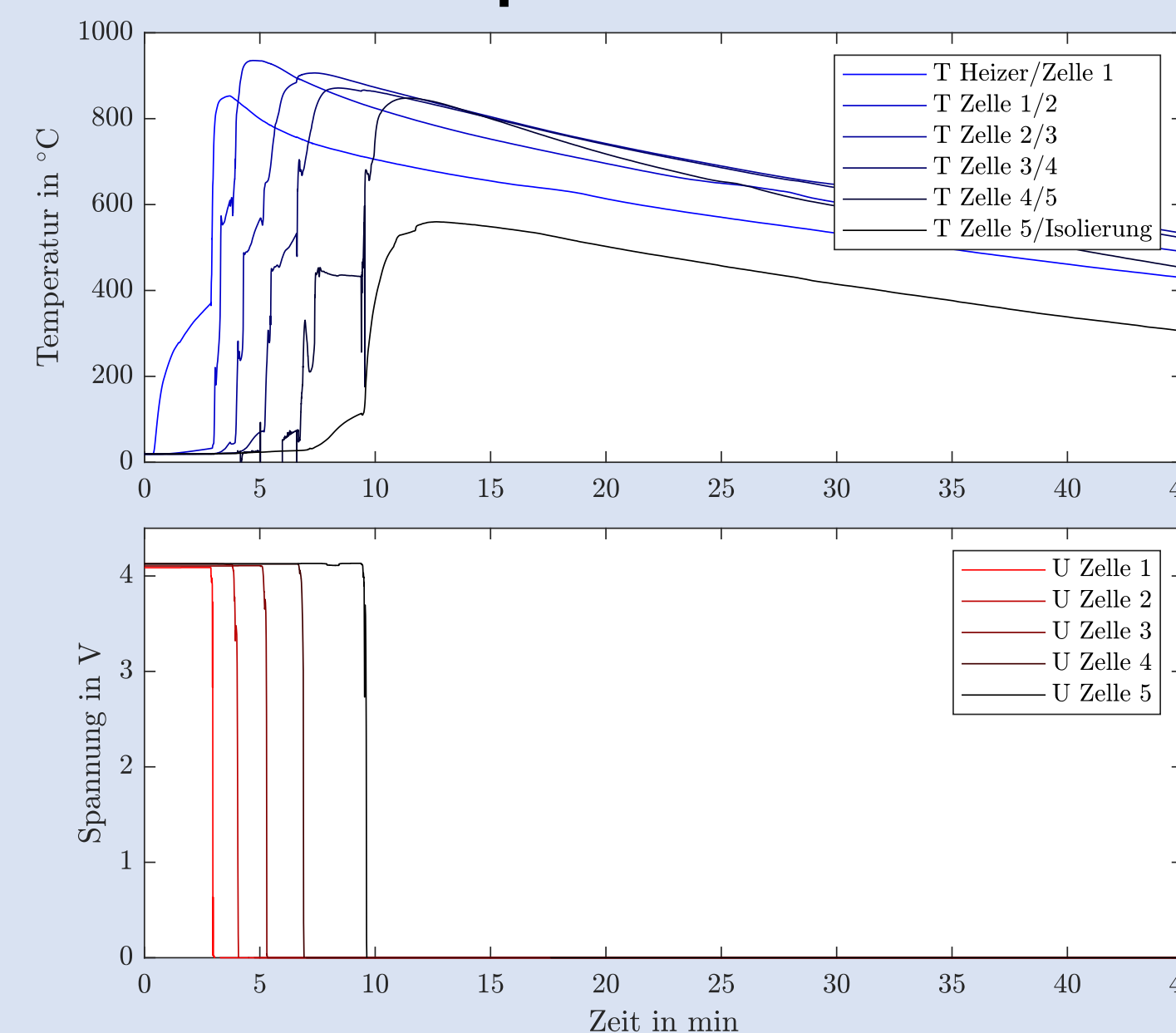
Die **maximal** auf Pack-Level erzielbare **Energiedichte** ist bei **LFP-Zellchemien** deutlich **stärker limitiert**. Hinsichtlich der stetig steigenden Reichweiten und Sicherheitsanforderungen muss deshalb auch die thermische Propagation bei anderen Zellchemien **verlangsamt** oder **verhindert** werden. Dies macht eine **Optimierung der sicherheitstechnische Auslegung von HV-Batterien** und **Entwicklung von TP-Simulationsmodellen** erforderlich.



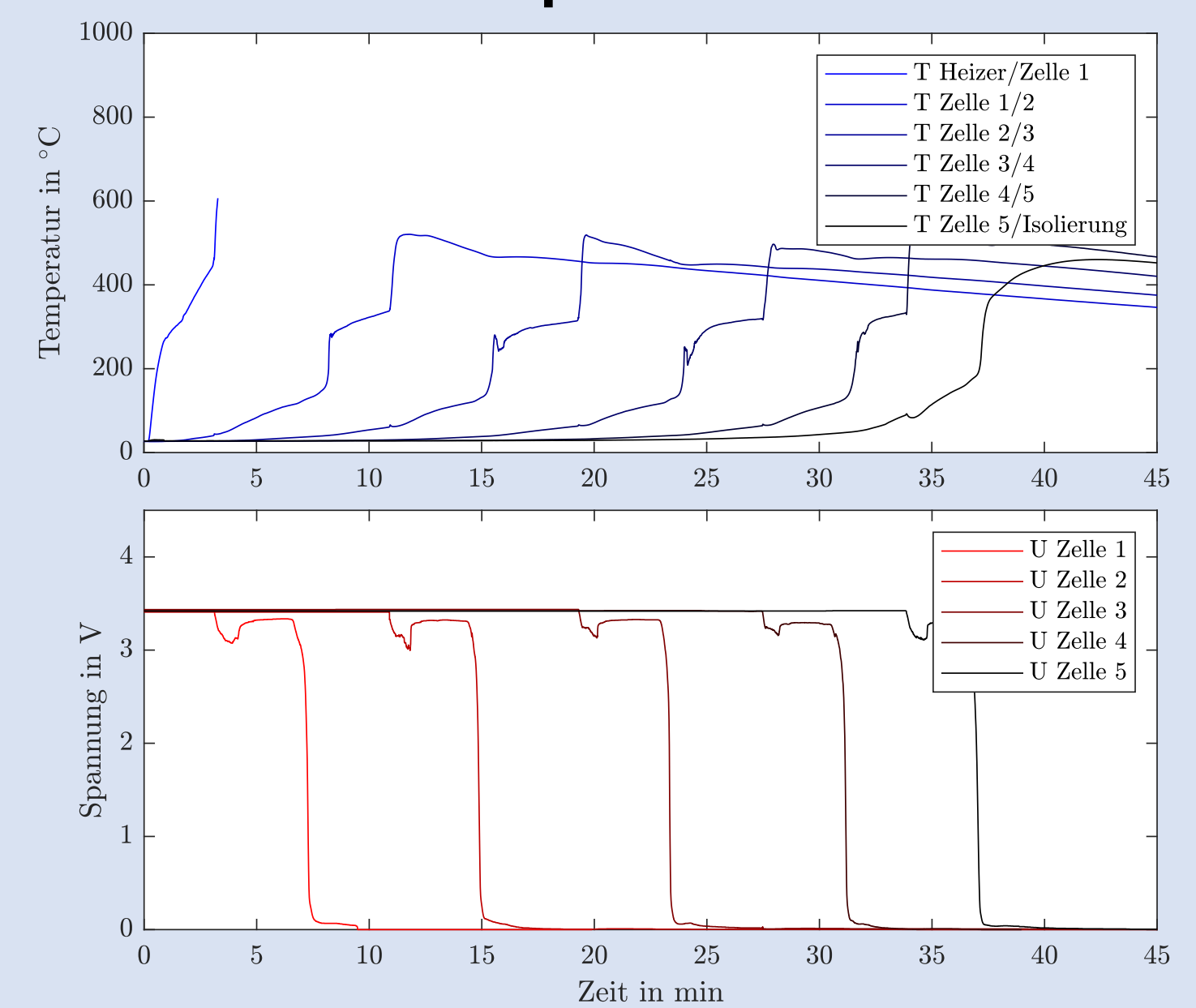
## Ergebnisse

Propagationsverhalten

### Graphite/NMC-811



### Graphite/LFP



- Das Zellmodul mit einer Graphite/NMC-811 Zellchemie propagiert mit durchschnittlich  $84 \frac{s}{Zelle}$  deutlich schneller als das Zellmodul mit einer Graphite/LFP Zellchemie mit durchschnittlich  $408 \frac{s}{Zelle}$ .
- Normiert auf die Batteriekapazität propagiert das Graphite/NMC-811 Zellmodul mit  $4 \frac{Wh}{s}$  circa 3 mal so schnell wie das Graphite/LFP Zellmodul mit  $1,33 \frac{Wh}{s}$ .

Venting

- Das Graphite/NMC-811 Zellmodul hat einen deutlich größeren Materialauswurf.
- Das austretende Venting-Gas wird nur beim Zellmodul mit einer Graphite/NMC-811 Zellchemie entzündet.
- Keine Entzündung des Venting-Gases beim Zellmodul mit Graphite/LFP Zellchemie → Zündtemperatur wird nicht erreicht und kein Auswurf von heißen glühenden Partikeln.



Energie

- Graphite/LFP hat auf Zellebene gegenüber Graphite/NMC-811 erhebliche Nachteile in der gravimetrischen und volumetrischen Energiedichte.
- Die energetischen Nachteile einer Graphite/LFP Zellchemie können teilweise durch weniger bis keine erforderlichen Maßnahmen gegen die thermische Propagation auf der Packebene kompensiert werden.
- Durch das geringere Zellgewicht und Zellvolumen von Graphite/NMC Zellchemien gegenüber Graphite/LFP Zellchemien können mehr Maßnahmen in das Batteriesystem integriert werden, um die thermische Propagation zu verhindern, wodurch diese sicherheitstechnisch konkurrenzfähig werden könnten.

