

# Rohstoffeinfluss auf die Brennführung

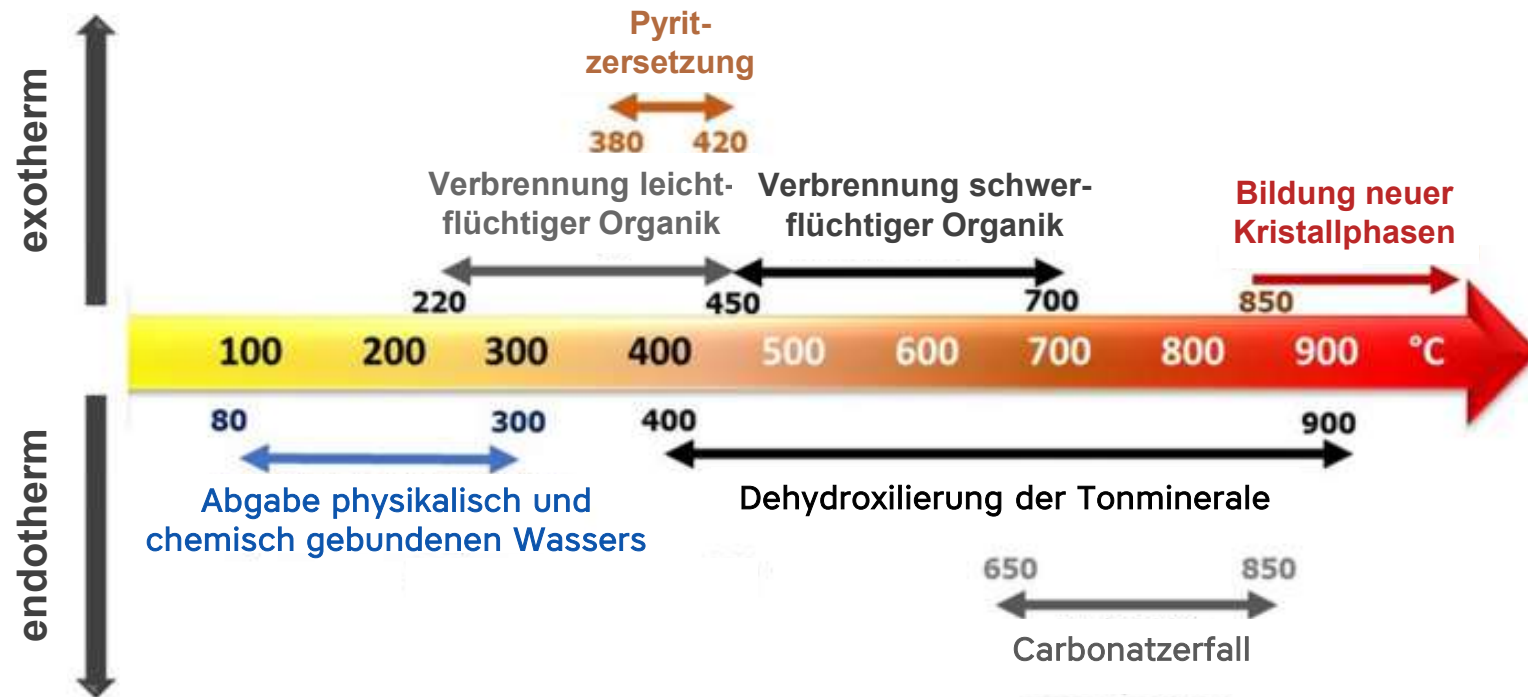
Dipl.-Ing. (FH) Alexander Winkel M.Sc.

Institut für Ziegelforschung Essen e. V.  
Am Zehnthof 197  
45307 Essen

IZF-Seminar für Quereinsteiger

# Exo- und endotherme Reaktionen beim Brand von Ziegeln

Abhängig von der Temperatur finden in einem Ton verschiedene Reaktionen statt.



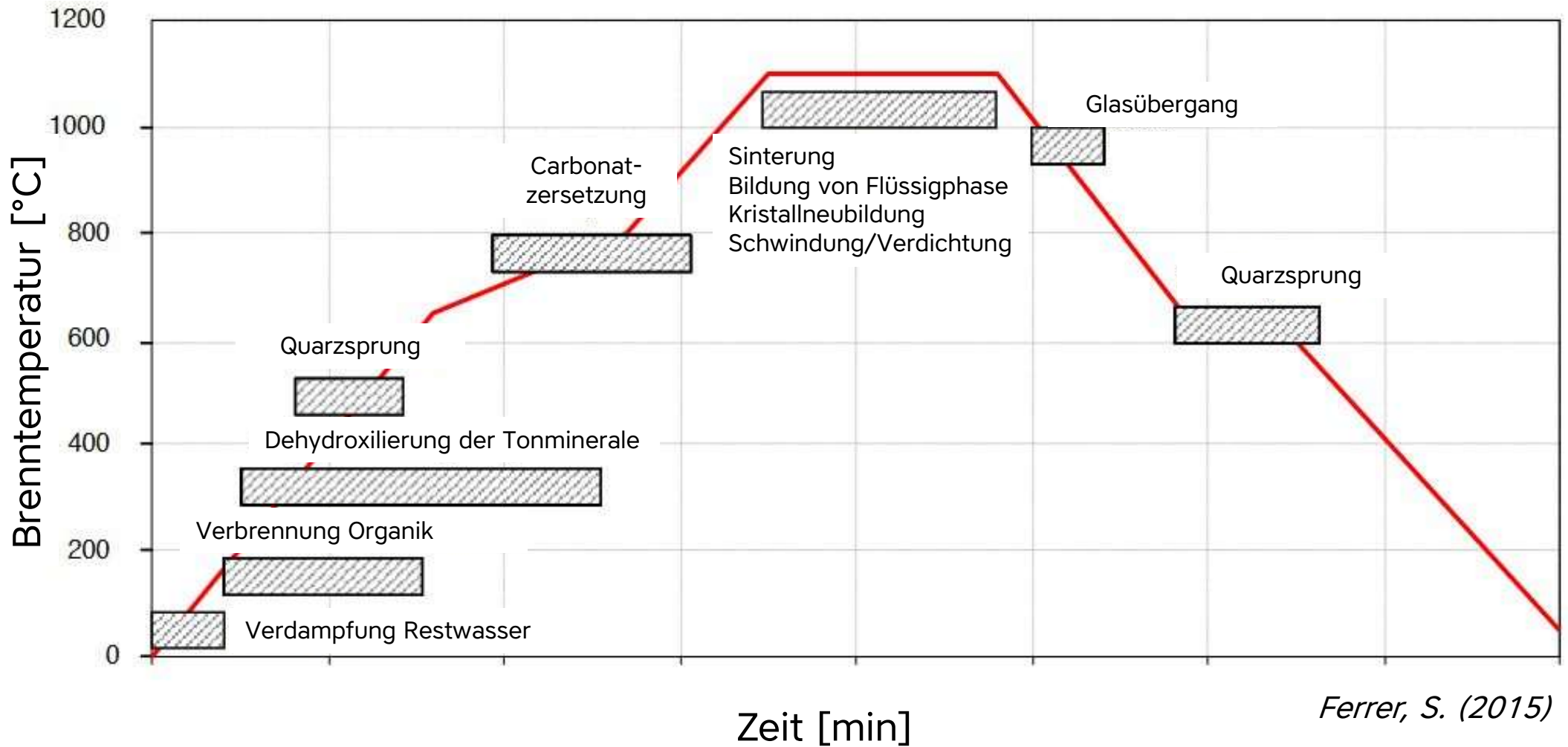
# Energiebilanz von Tonbestandteilen

---

Die Mineralogie des Tones beeinflusst den Energiebedarf des Brands.

Mineralart	Bezeichnung	Reaktionswärme [kJ/kg]
Tonminerale	Kaolinit	+ 917
	Illit	+ 429
	Montmorillonit	+ 349
	Chlorit	+ 347
Nichttonminerale	Calcit	+ 1767
	Dolomit	+ 1504
	Siderit	+ 754
	Goethit	+ 214
	Pyrit	- 7285

# Anpassung der Brennkurve an den Ton



## Simultane thermische Analyse (STA)

- Exotherme und endotherme Reaktionen
- Gewichtsverlust

## Dilatometrie

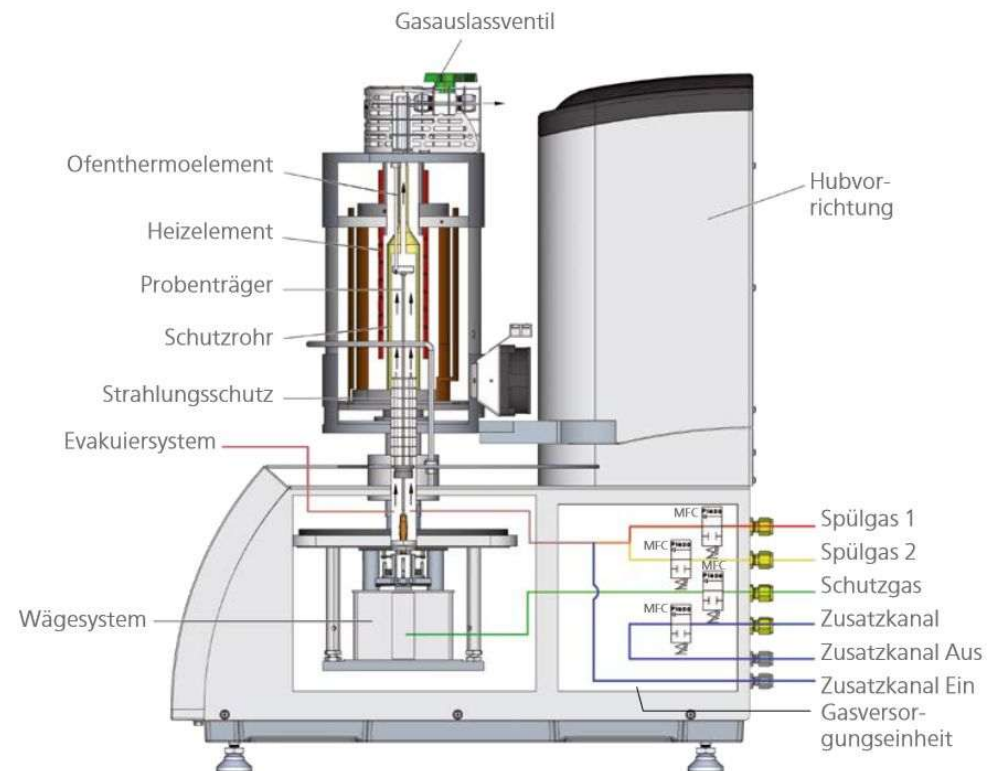
- Dehnung und Schwindung (Sinterung)
- Ausdehnungskoeffizienten
- Modifikationswechsel (Quarzsprung)

## Austreibungskurven

- Qualitative und quantitative Analyse freiwerdender Gase ( $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{C}_x\text{H}_y$ ,  $\text{SO}_2$ )

# Simultane Thermische Analyse (STA)

Gleichzeitige Bestimmung von Gewichtsverlust und Wärmestrom bei Temperaturerhöhung



[www.netzsch.de](http://www.netzsch.de)

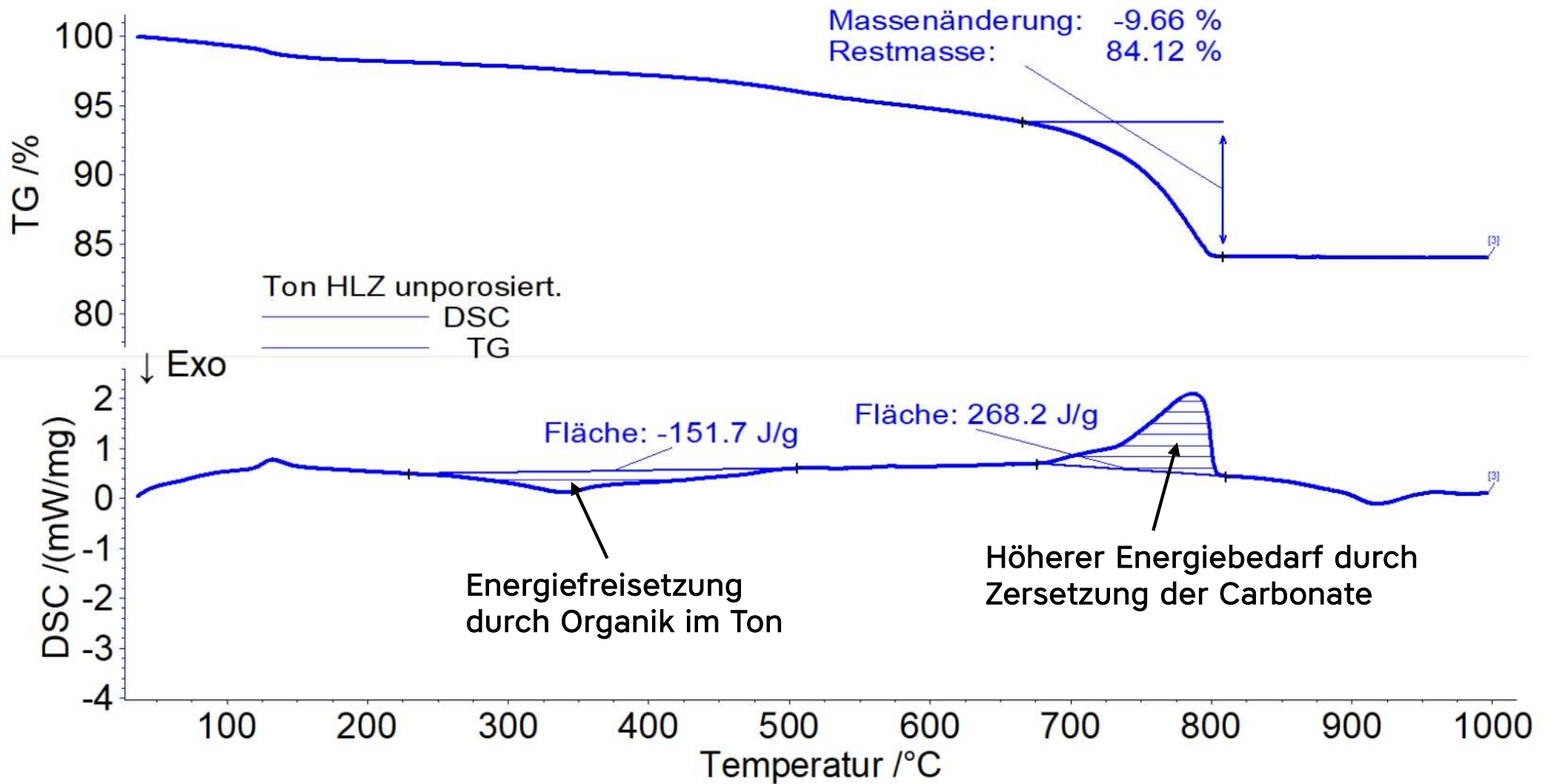
# Messung des Wärmestroms bei einer STA

1. Ein leerer Referenztiegel und ein Tiegel mit Probematerial werden in einem Ofen erhitzt.
2. Bei Erwärmung des Ofens fließt ein Wärmestrom durch den Tiegel, dessen Enthalpieänderung mit einem Thermoelement gemessen wird.
3. Durch die Differenz der Enthalpien von Probe- und Referenztiegel können exotherme und endotherme Reaktionen detektiert werden.



# STA-Kurve einer porosierten HLZ-Masse

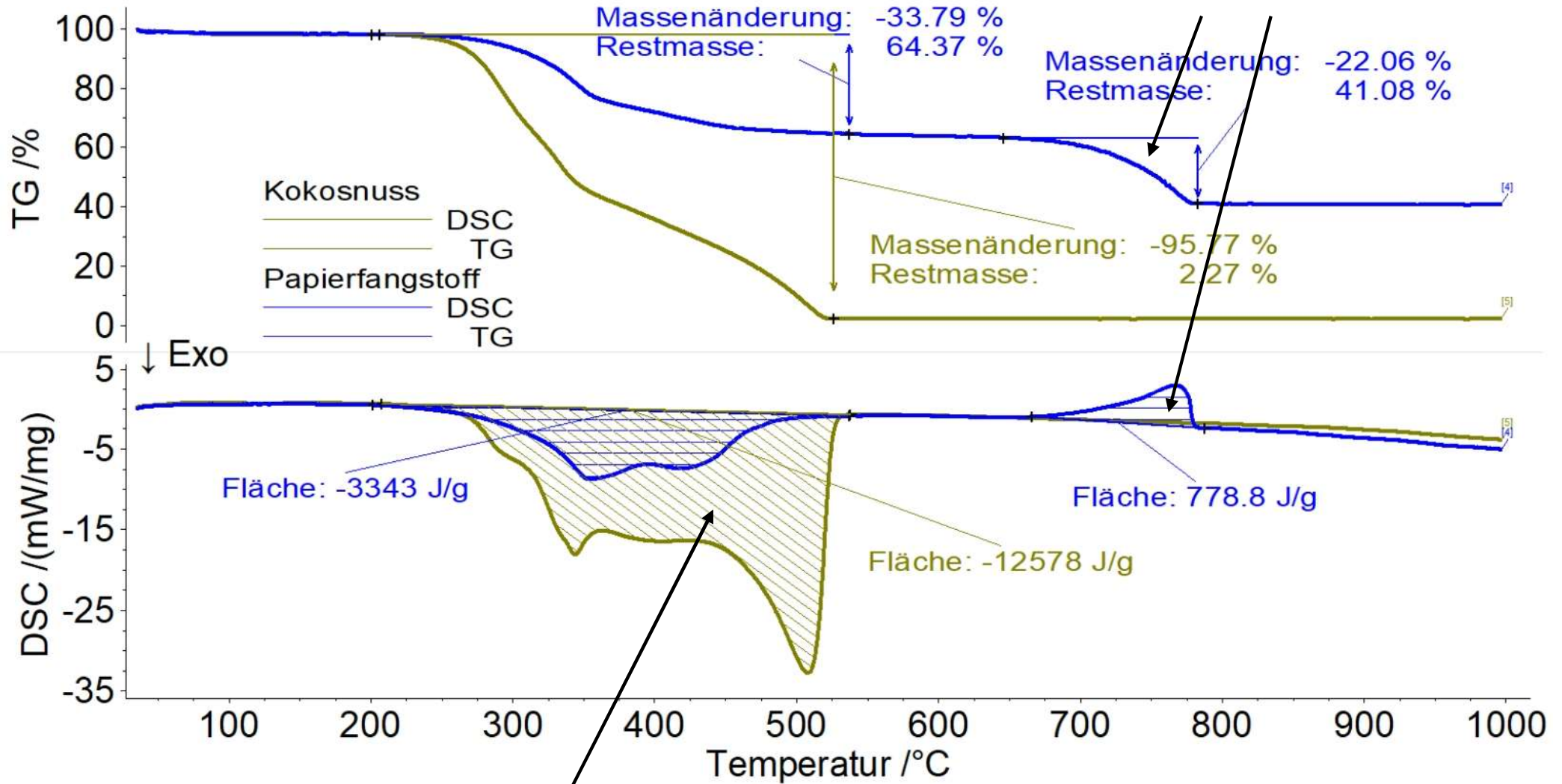
## Unporosierte HLZ-Masse



# STA-Kurve einer porosierten HLZ-Masse

Porosierungsmittel

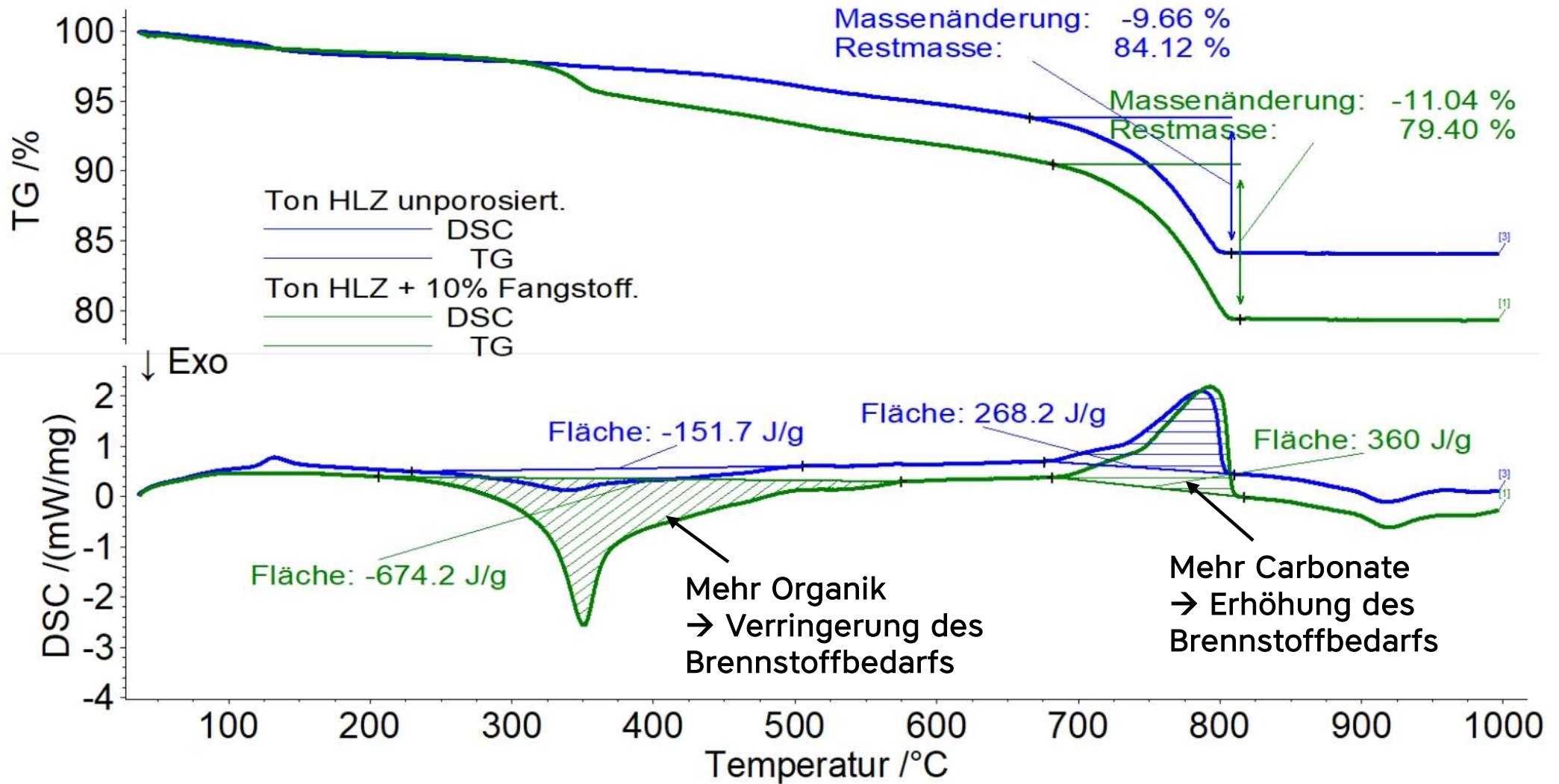
Die Zersetzung der Carbonate bewirkt eine Porosierung, erhöht aber auch den Energiebedarf.



Höhere Energiefreisetzung durch biogene Porosierungsmittel

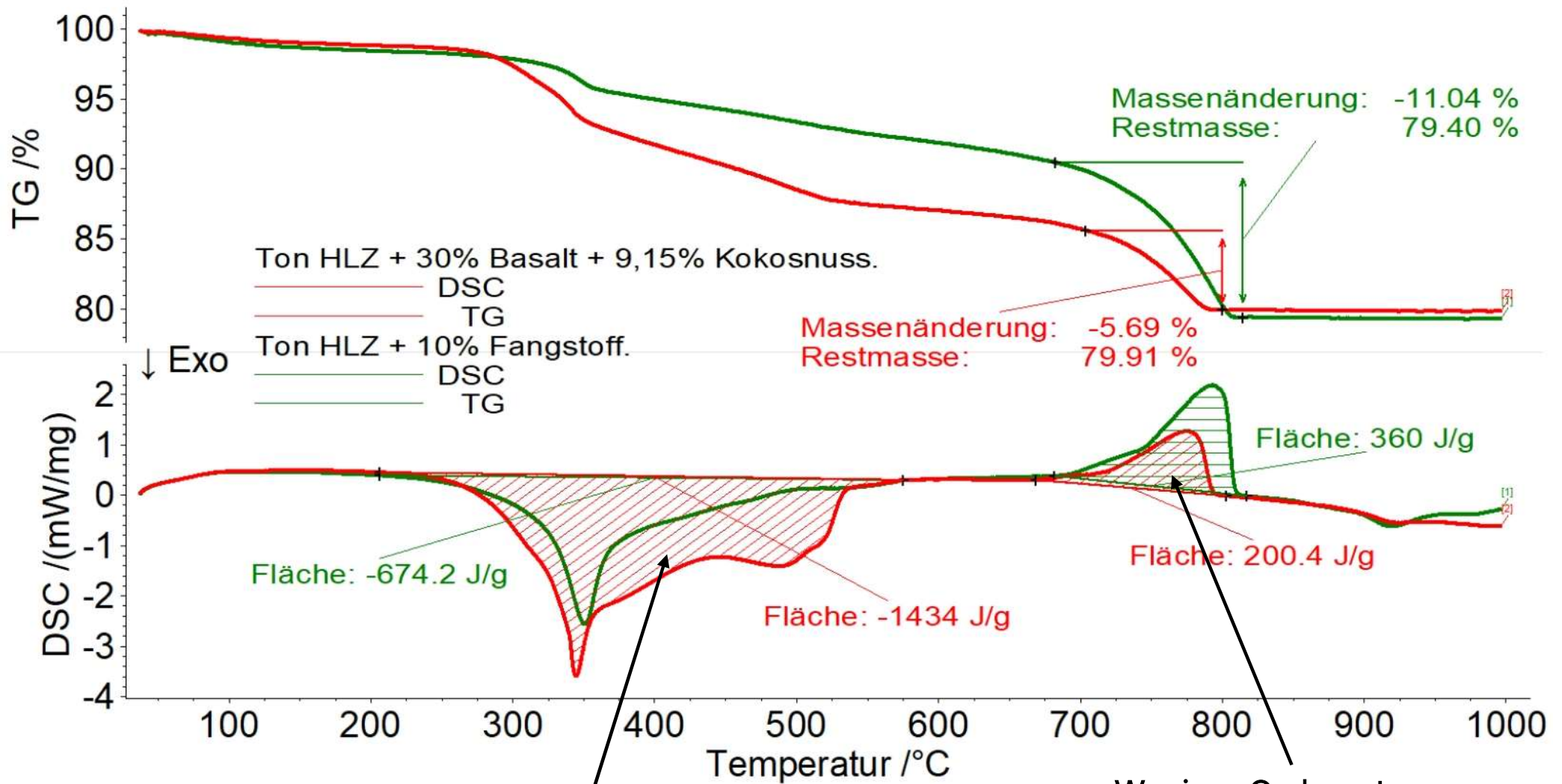
# STA-Kurve einer porosierten HLZ-Masse

HLZ-Masse mit 10 % Papierfangstoff



# STA-Kurve einer porosierten HLZ-Masse

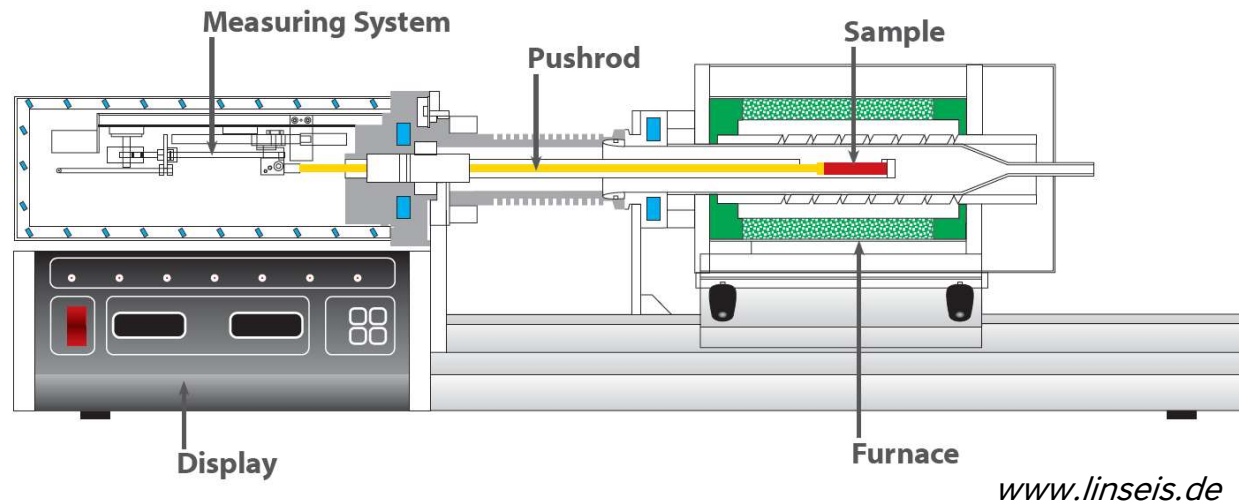
HLZ-Masse mit carbonatfreiem Sekundärrohstoff und biogener Porosierung



Weitere Verringerung des Brennstoffbedarfs, aber erhöhter Sauerstoffbedarf

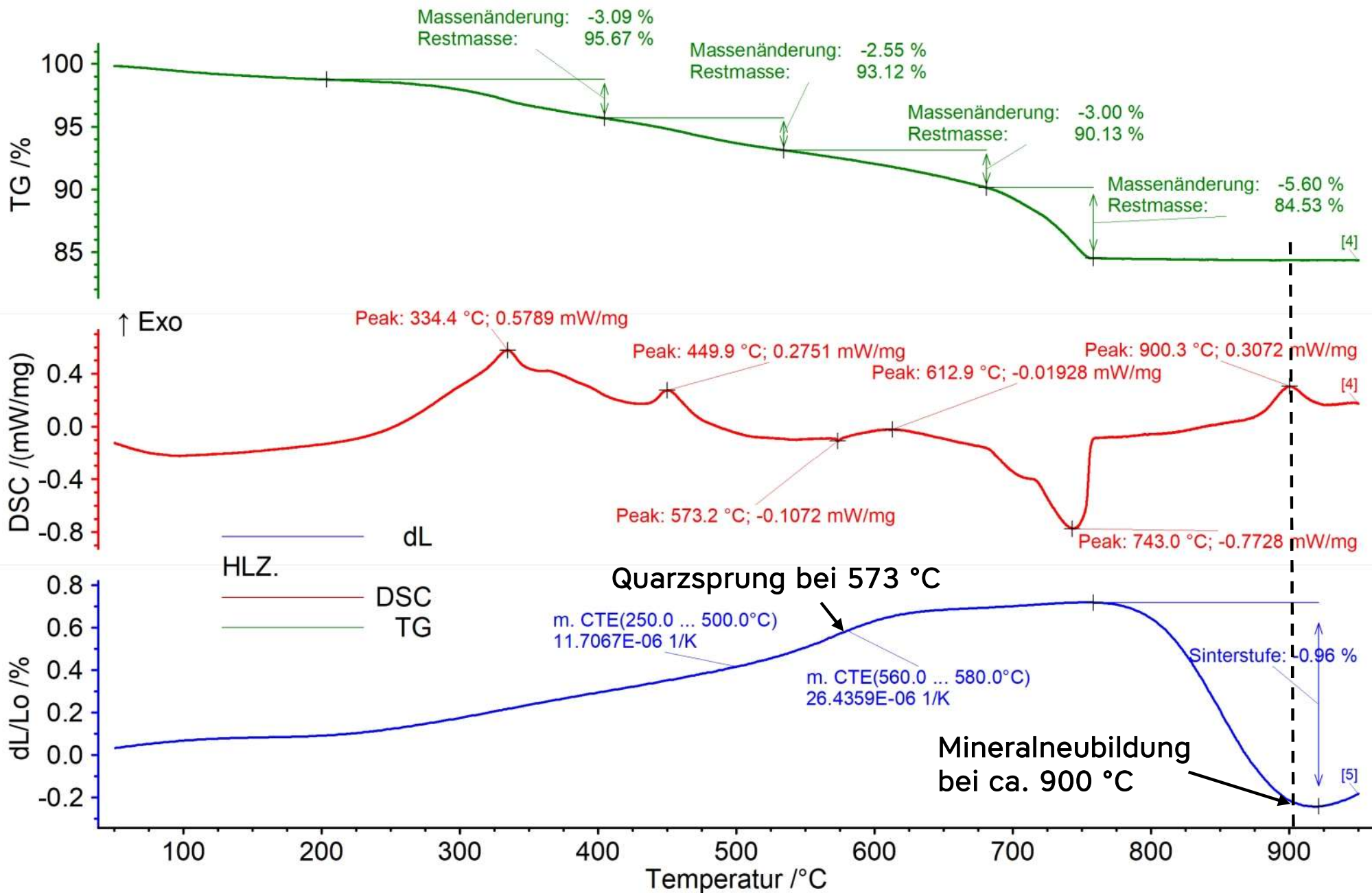
Weniger Carbonate  
→ Verringerung des Brennstoffbedarfs und geringerer CO<sub>2</sub>-Ausstoß

# Dilatometrie

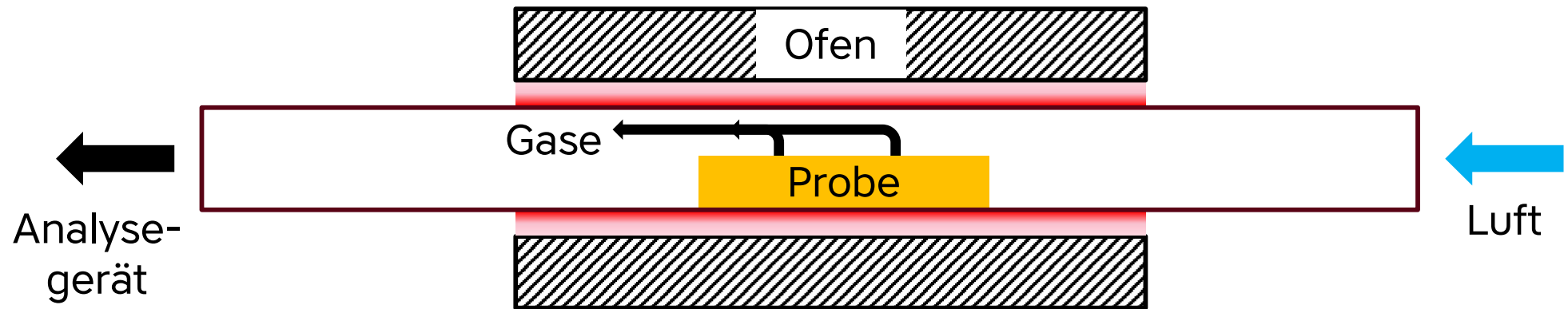


In einem Ofen liegt die Probe auf einer Auflage. Eine Schubstange aus demselben Material wie die Auflage überträgt die thermische Ausdehnung der Probe auf einen Wegaufnehmer, der die Verschiebung misst. Da sich beim Aufheizen auch die Auflage und die Schubstange gleichartig verlängern, wird die Probenausdehnung relativ zum Material der Auflage gemessen. Eine Probe, die aus dem gleichen Material wie Auflage und Schubstange besteht, dient als Referenz.

# Vergleich von DSC, TG und Dilatometrie



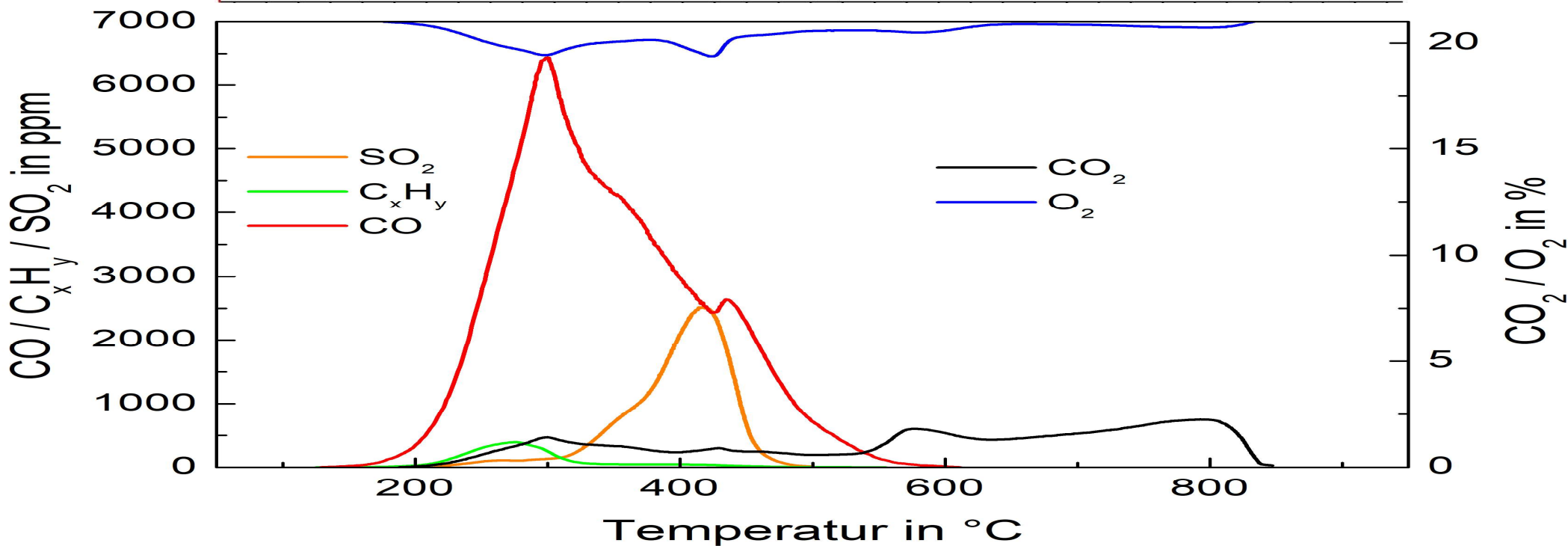
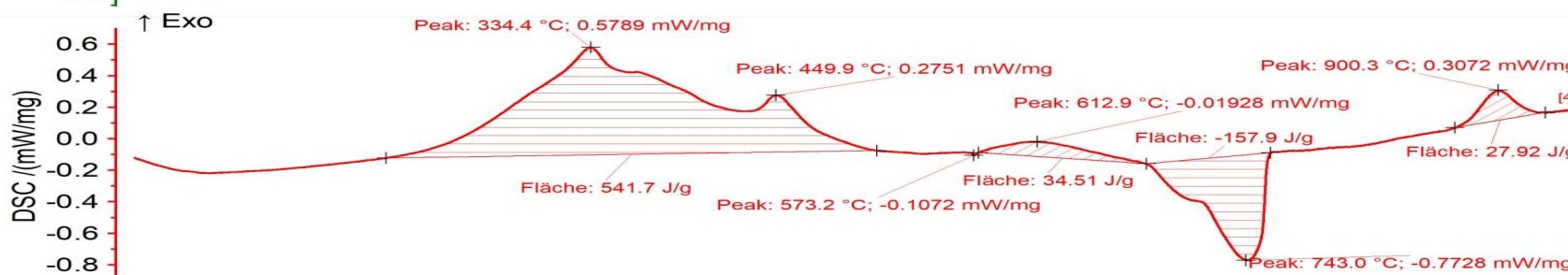
# Ergänzung von STA-Diagrammen mit Austreibungskurven



## Vorteile von Austreibungskurven gegenüber STA:

- Größere Proben möglich, daher repräsentativere Ergebnisse
- Quantitative Bestimmung der Gase, da Gewicht der Probe und Luftvolumen bekannt
- Keine Veränderung der Probe durch Mahlung

# Ergänzung von STA-Diagrammen mit Austreibungskurven



Ansprechpartner:

Name: Alexander Winkel  
Fon: +49 (0) 201 59 213 41  
Fax: +49 (0) 201 59 213 20  
E-Mail: [winkel@izf.de](mailto:winkel@izf.de)