

Anwendung thermoanalytischer Methoden in der Stahlindustrie

03.04.2017 | Diana Neubert

engineering.tomorrow.together.



thyssenkrupp

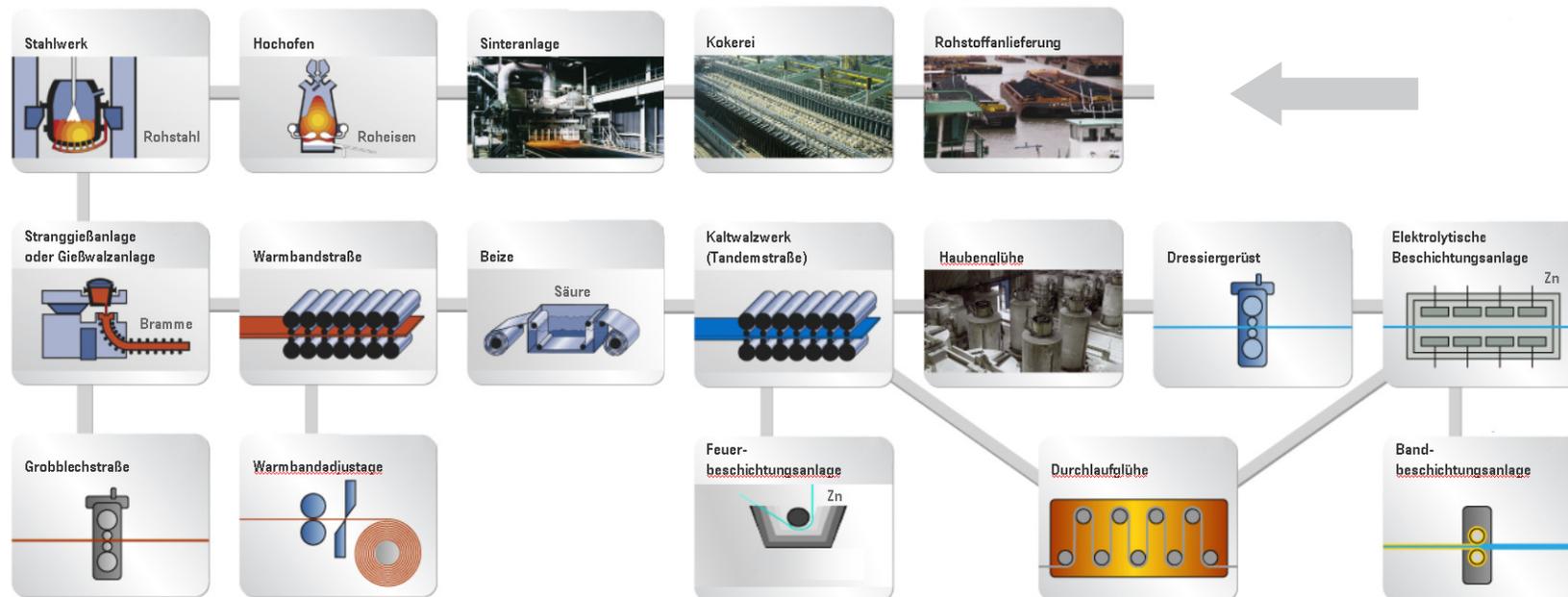


Agenda

TOP 1 Thermoanalytische Methoden entlang der Prozesskette von der Kohle bis zum Stahlcoil

TOP 2 Weitere Anwendungsbeispiele der TA / Projekte

TOP 3 Zusammenfassung



Thermoanalytische Methoden entlang der Prozesskette von der Kohle bis zum Stahlcoil

Einsatzstoffe: Kokskohle, Petrolkoks und Einblaskohlen

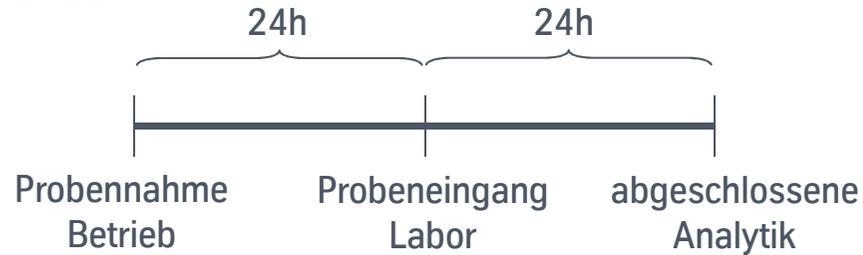


Prozessnahe Analytik von Reduktionsmitteln für den Hochofenprozess:
1. Ansatz Röntgenfluoreszenzanalyse



Prozessnahe Analytik von Reduktionsmitteln für den Hochofenprozess

Ausgangssituation 2011



Forderung der Hochofenforschung

- Bestimmung der Elementarzusammensetzung von Kohlen (Asche, C, H, N, S, O und daraus den Heizwert ermitteln)
- Keine aufwendige Probenvorbereitung
- Analyse „direkt“ aus der Kohleschüttung
- Zerstörungsfreie Analyse
- Kornband: Anforderung $80\% < 90\mu\text{m}$
- Genauigkeit: $\pm 1\text{Mass}\%$

Entwicklung einer Messstrategie zur quantitativen Analyse von Kohle mit Hilfe der röntgenfluoreszenzspektrometrischen Methode



Ist das Verfahren der Thermischen Analyse eine weitere Möglichkeit zur quantitativen Analyse von Kohle?

Zielsetzung für TA Untersuchungen gekoppelt mit MS

Elementaranalyse von Kohlen:

$$100 = \text{Asche} + H_2O + C + H + O + S + N$$

Aus den Verbrennungsversuchen sollen folgende Parameter bestimmt werden:

- Wärmeinhalt (Heizwert)
- Aschegehalt
- Kohlenstoffgehalt
- Analysenfeuchte

Elementaranalyse nicht notwendig für TA Untersuchungen



Ist das Verfahren der Thermischen Analyse eine weitere Möglichkeit zur quantitativen Analyse von Kohle?

Exemplarisches Verbrennungsergebnisse im Vergleich zur RFA und DIN Verfahren

	C_{wf} [Mass%]	Asche _{wf} [Mass%]	H_U [kJ/kg]
DIN Verfahren	84.31 ± 0.027	7.70 ± 0.038	32421 ± 58
wd RFA	84.18 ± 0.189	8.20 ± 0.085	33244 ± 49
ed RFA	84.70 ± 0.314	7.21 ± 0.247	33450 ± 131
Thermoanalyse	76.60 ± 1.85	7.93 ± 0.23	31102 ± 409

Abweichungen im C-Gehalt und Heizwert ↪ Korngrößenverteilung nicht vernachlässigbar

Fazit: Weitere Forschungsaktivitäten bei TA nötig

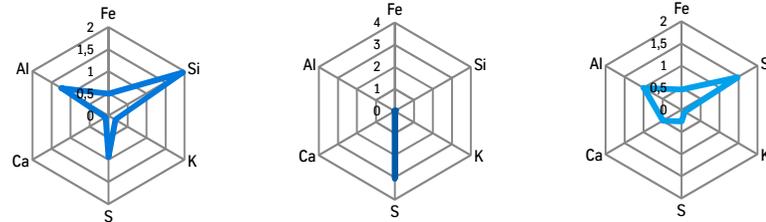


Weitere Themenfelder für die TA bei Einsatzstoffen

Materialcharakterisierung / Qualitätsmerkmale

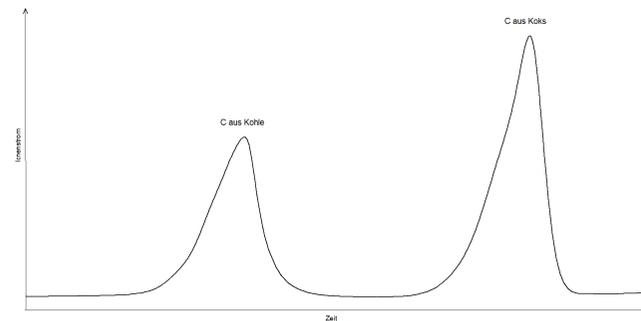
TG

Um das Abbrandverhalten zu optimieren, Untersuchungen von Koks & Kohlen



TG/MS

Charakterisierung von verschiedenen Kohlenstoffspezies im Hochofengichtstaub auf Basis unterschiedlicher Kohlenstoffträger



TG/FTIR

Bestimmung von Schwefelspezies im Pyrolysat von Kohlen



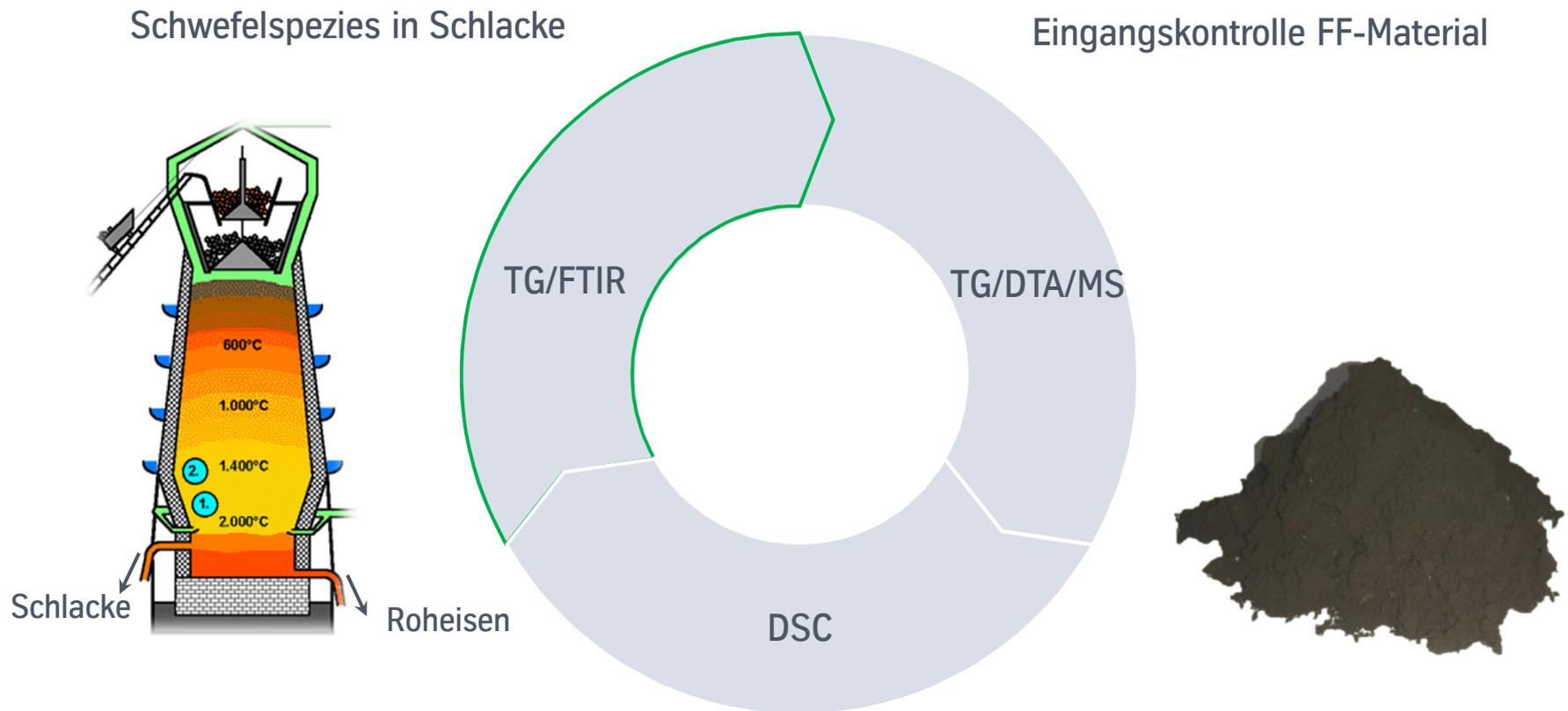
Hochofen & Stahlwerk: Vom Roheisen zur Stahlschmelze



Qualität von Schlacke und Feuerfestmaterialien gewährleistet Prozesssicherheit



Methode, Parameter, Matrix an Anlagenspezifika des HO / Stahlwerk



Bestimmung des Gehaltes an Aluminium metallisch in FF-Materialien



Von der Stahlschmelze zur Bramme

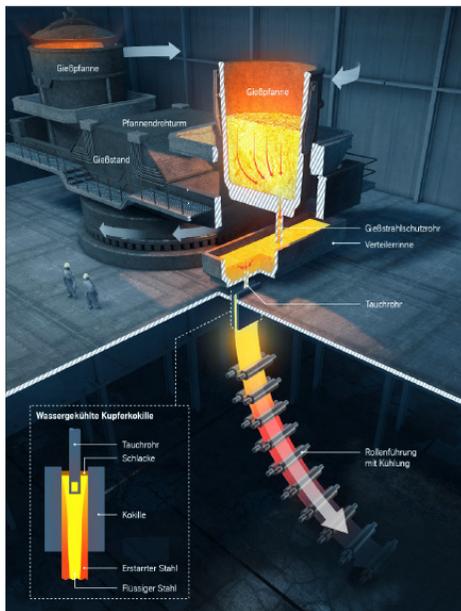


Der Gießprozess



Matrix, Methode und Parameter rund um den Prozess der Stahlherstellung

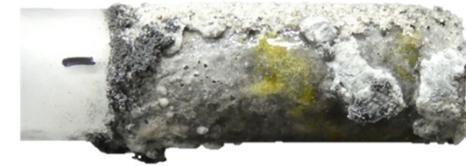
Von der Stahlschmelze zur Bramme – der Gießprozess



Einsatzstoff

Gießpulver
TG/DTA/MS

Aufschmelzverhalten/
Phasenumwandlung



Kristallisationsverhalten der
Gießschlacke

Produkt

Bramme
DTA

Solidus-/
Liquidustemperatur



Bestimmung der Solidus-/Liquidustemperatur

Verständnis der Begrifflichkeiten Chemie und Metallurgie

- Chemie

Aufheizung:

Onset-Temperatur = Schmelzpunkt

Abkühlung:

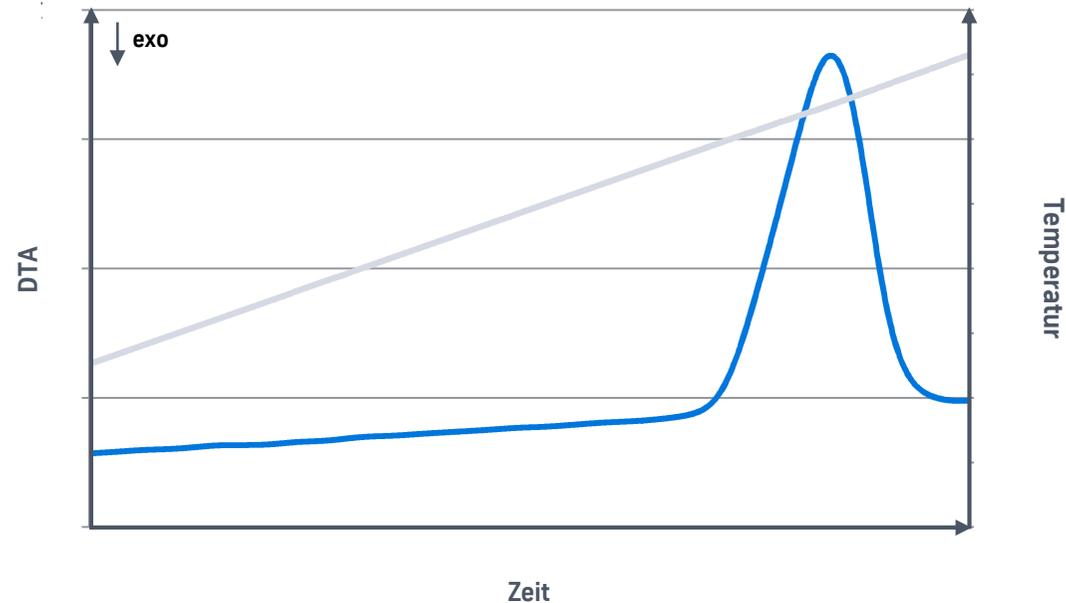
Onset-Temperatur = Erstarrungspunkt

- Metallurgie

Aufheizung:

Peakmaximum = Liquidustemperatur

Peakanfangstemperatur = Solidustemperatur



Peakmaximum ist abhängig von der Probenmasse und \leftrightarrow Probendicke



Bestimmung der Solidus-/Liquidustemperatur

Berechnung der Liquidustemperatur aus der chemischen Analyse

Liquidus-Temperatur (°C)	Berechnung nach	Bereich
1508,0	1.) Stahl u. Eisen Handbuch	
1526,4	2.) TEW-KR	
1503,0	3.) TECTIP	für %C ≤ 0,5%
1496,9	4.) TECTIP	für %C > 0,5%
1508,7	5.) ROESER WENSEL	für %C < 1%
1508,7	6.) ROESER WENSEL	für 1% < C < 2%
1508,7	7.) ROESER WENSEL	für 2% < C < 2,5%
1508,7	8.) ROESER WENSEL	für 2,5% < C
1505,9	9.) DUBOVICK	
1492,6	10.) TSUCHIDA	für C ≤ 0,5%
1449,1	11.) TSUCHIDA	für C > 0,5%
1484,9	12.) AYMARD/ DETREZ	
1504,0	13.) MASCHMEIER	für %C < 1%
1503,9	14.) MASCHMEIER	für 1% < C < 2%
1503,9	15.) MASCHMEIER	für 2% < C < 2,5%
1503,7	16.) MASCHMEIER	für 2,5% < C

- Guter Anhaltspunkt für erwartete T_{liq}
↳ Temperaturprogramm DTA
- Nicht alle Elemente werden berücksichtigt
- Aus Brammenmaterial schwierig homogenes Material zu erhalten
- Ausscheidungen von beispielsweise Carbiden werden nicht bemessen
- Legierungselemente inhomogen verteilt in der Probe

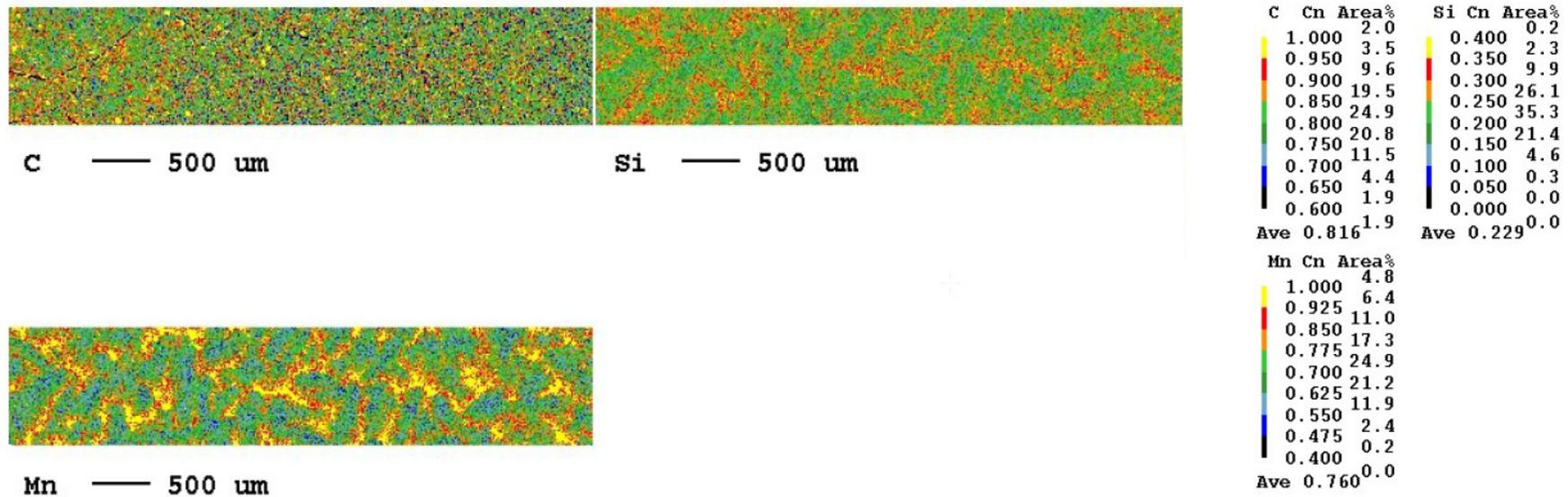
Ein Element-Verteilungs-Mapping für Brammenmaterial ist zwingend notwendig.



Bestimmung der Solidus-/Liquidustemperatur

Mikrobereichsanalyse von Brammenmaterial (Farbcodierte Verteilungsbilder)

- Konzentration der Elemente Kohlenstoff, Silizium und Mangan über den Probenquerschnitt



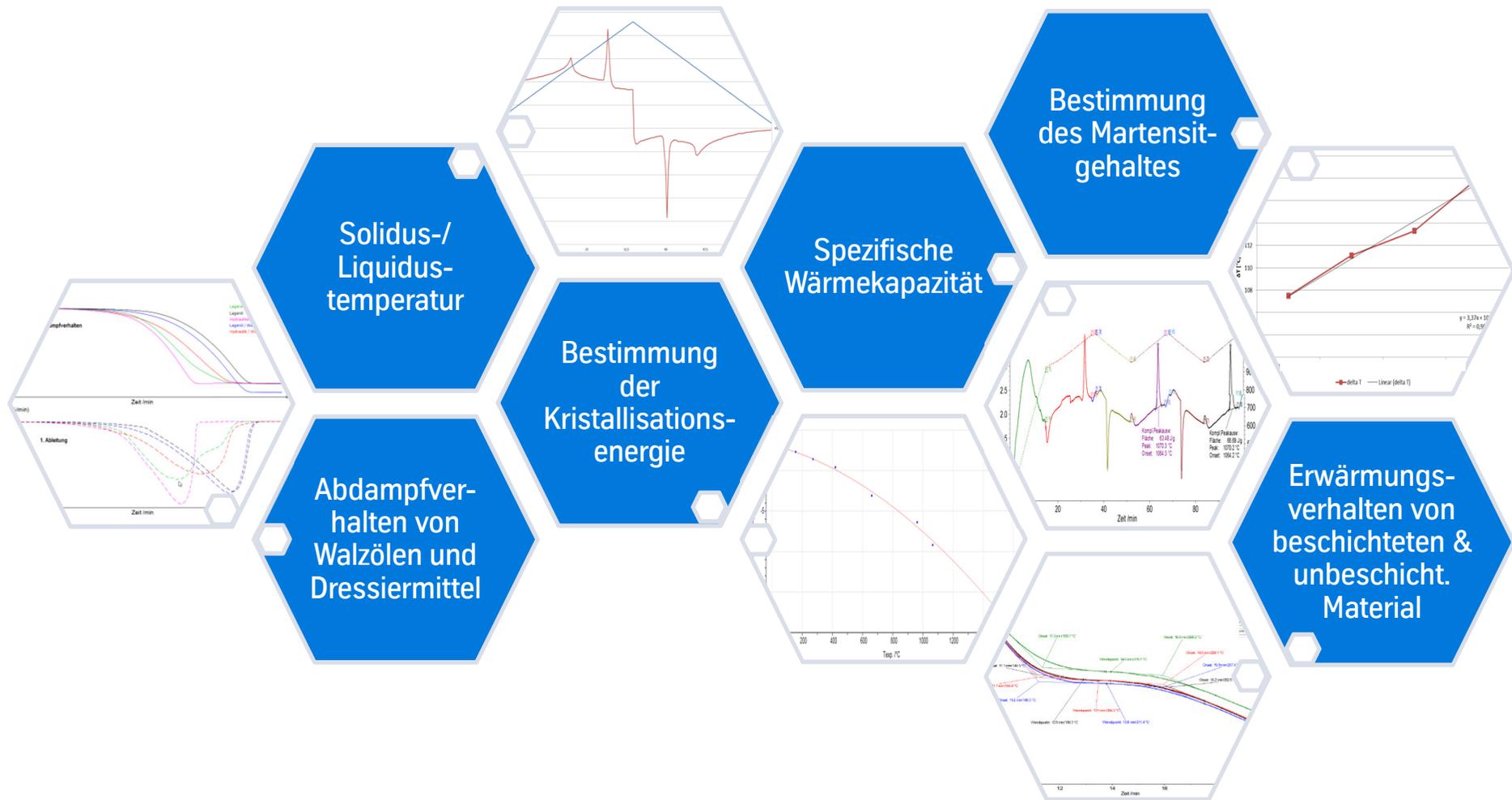
Fazit: Inhomogenitäten im Brammenmaterial ↔ Kaltband ↔ Warmband



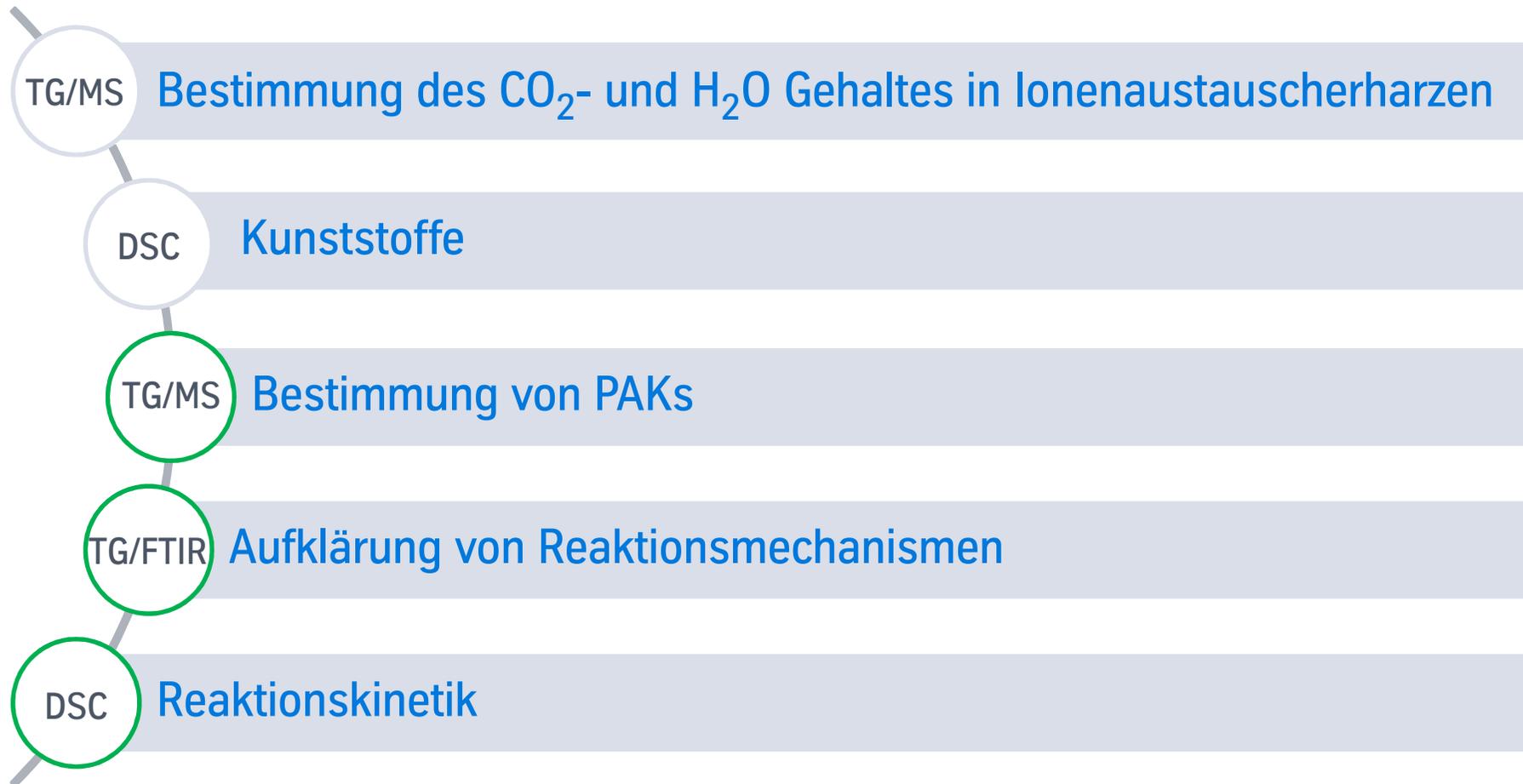
Thermische Analysenmethoden rund um das Stahlcoil



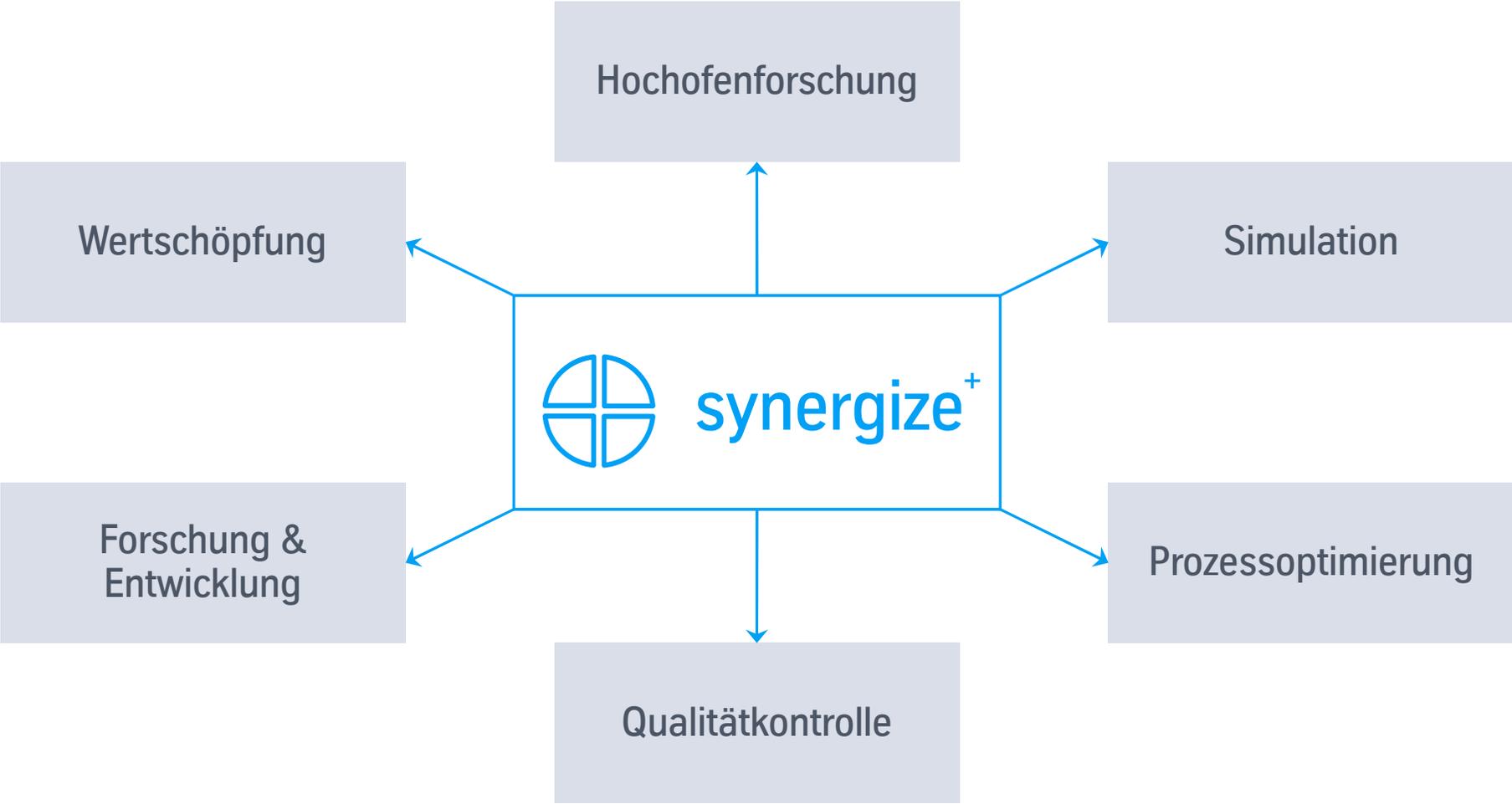
Thermische Analysenmethoden rund um das Stahlcoil



Weitere Anwendungsbeispiele der TA / Projekte



Zusammenfassung



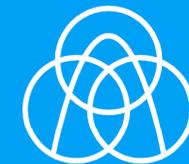
... und noch viele mehr





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

engineering.tomorrow.together.



thyssenkrupp