

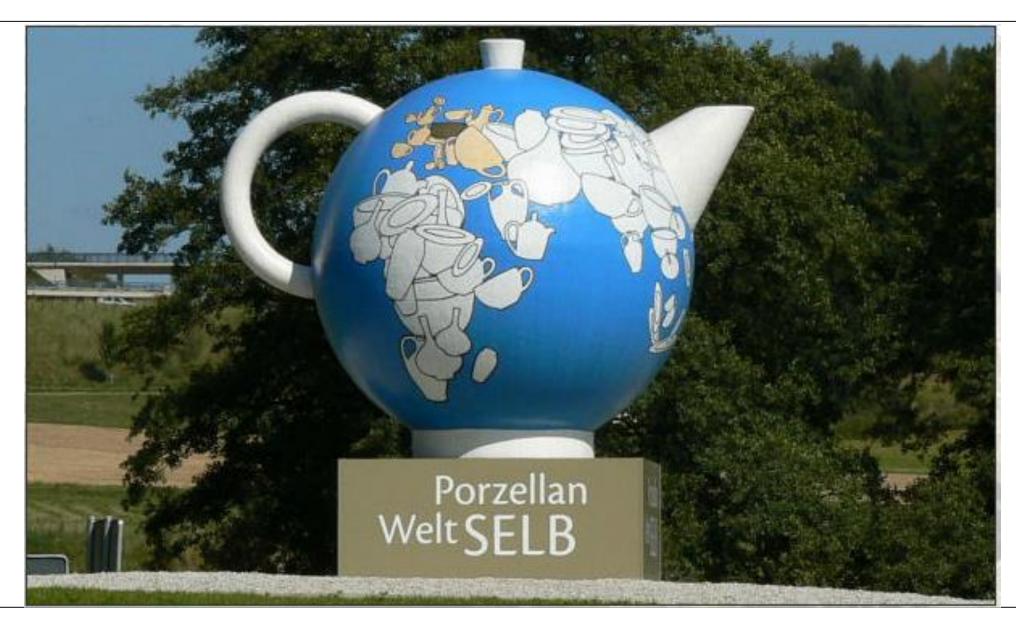
Leading Thermal Analysis •

Kinetische Analyse, Modellierung und Vorhersage für Aushärtereaktionen in der Kinetics Neo Software

Elena Moukhina AVK, Frankfurt, 18.12.2017

Selb in Germany – City of Porcelain









kinetics.netzsch.com

AUSHÄRTUNG



- Messungen
- Analyse
- Modellierung
- Vorhersage
- Prozessoptimierung



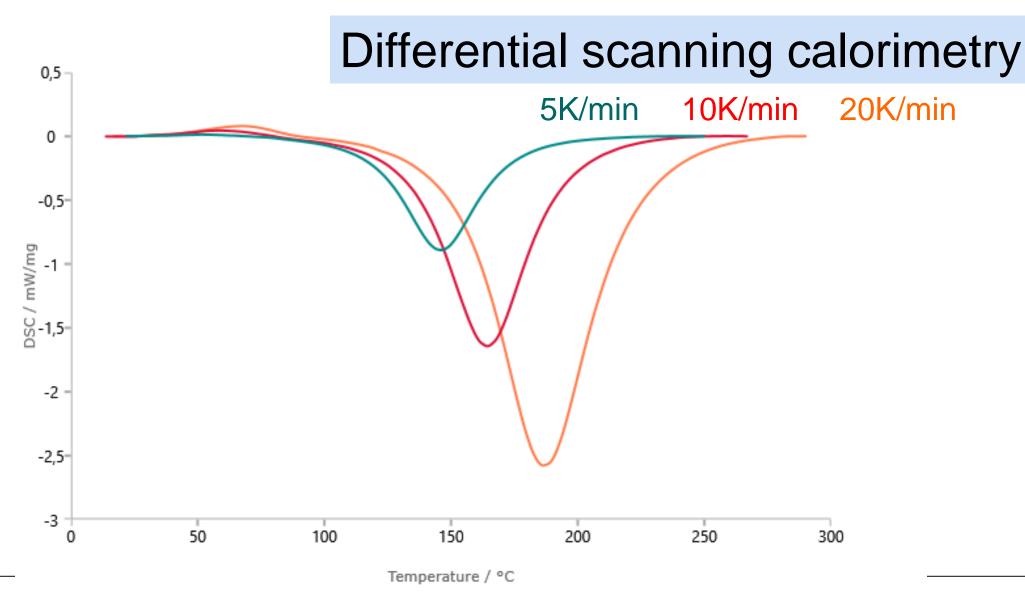
1

Differential Scanning Calorimetry











Software für die kinetische Analyse









Einstufiges Modell

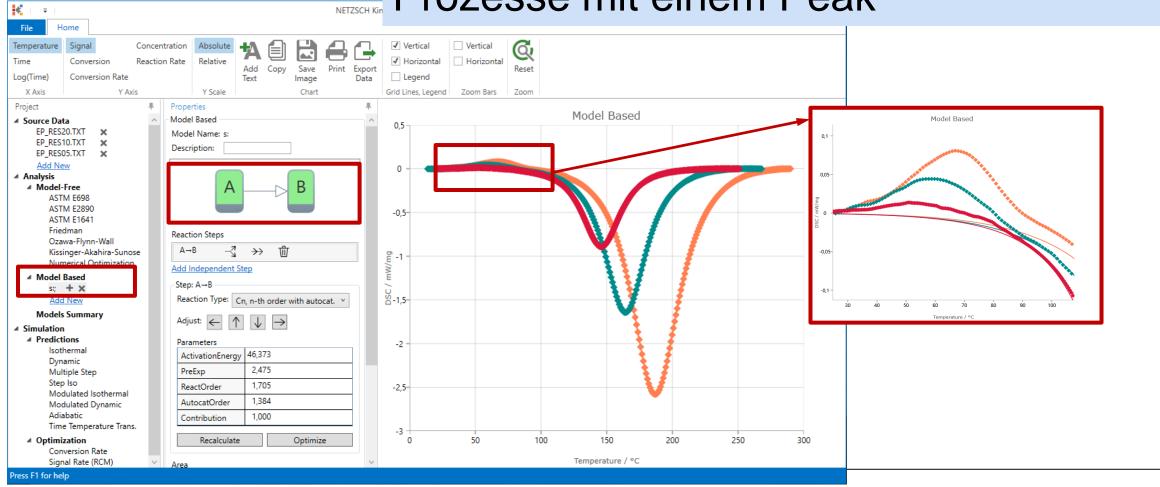
$$\frac{da}{dt} = -A f(a,b) exp\left(\frac{-E_a}{RT}\right)$$

$$\frac{db}{dt} = A f(a,b) exp\left(\frac{-E_a}{RT}\right)$$



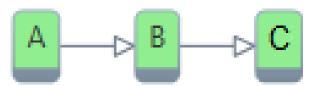


Einstufiges Model funktioniert nur für Prozesse mit einem Peak









Zweistufiges Modell

$$\frac{da}{dt} = -A_1 f_1(a,b) exp\left(\frac{-E_1}{RT}\right)$$

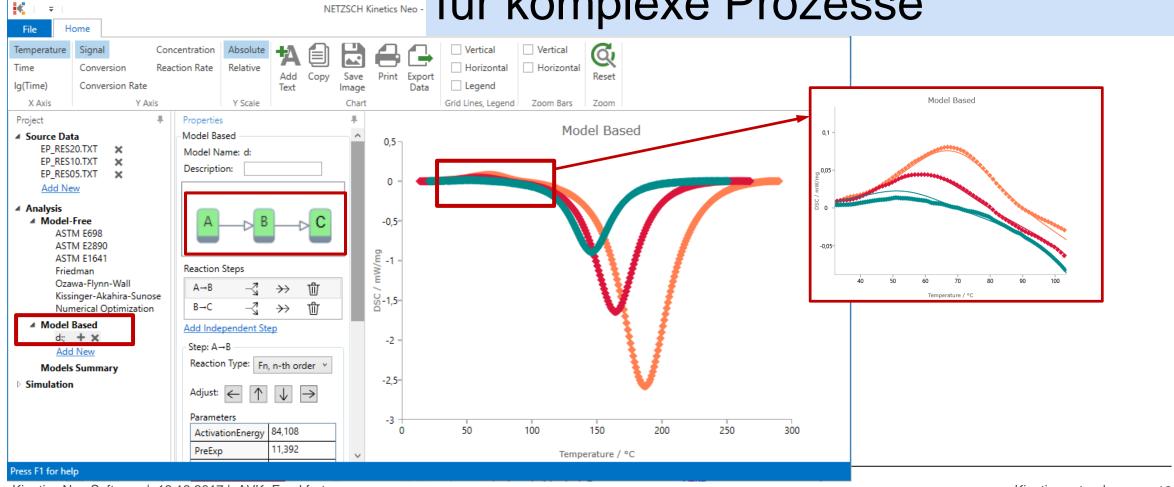
$$\frac{db}{dt} = A_1 f_1(a, b) exp\left(\frac{-E_1}{RT}\right) - A_2 f_2(b, c) exp\left(\frac{-E_2}{RT}\right)$$

$$\frac{dc}{dt} = A_2 f_2(b, c) exp\left(\frac{-E_2}{RT}\right)$$





Modell-basierte Analyse für komplexe Prozesse

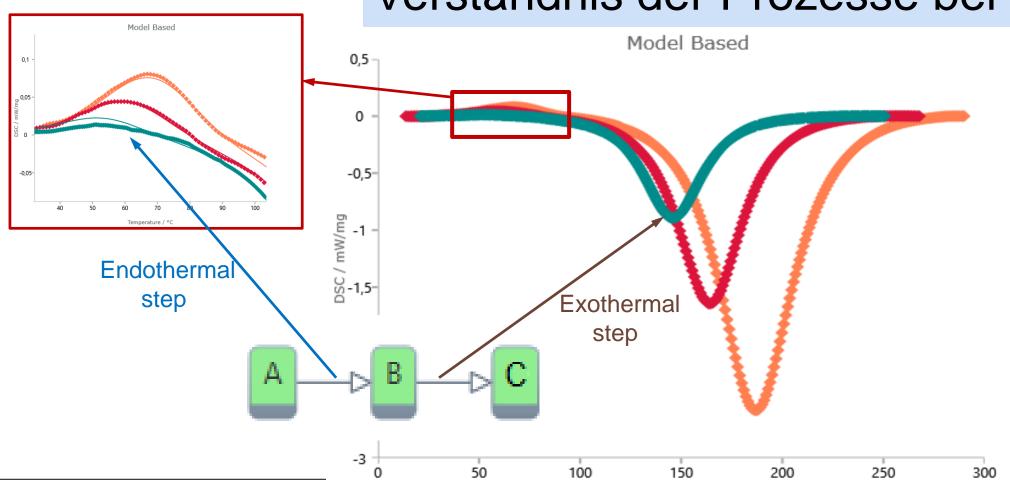




AUSHÄRTUNG: Modellierung





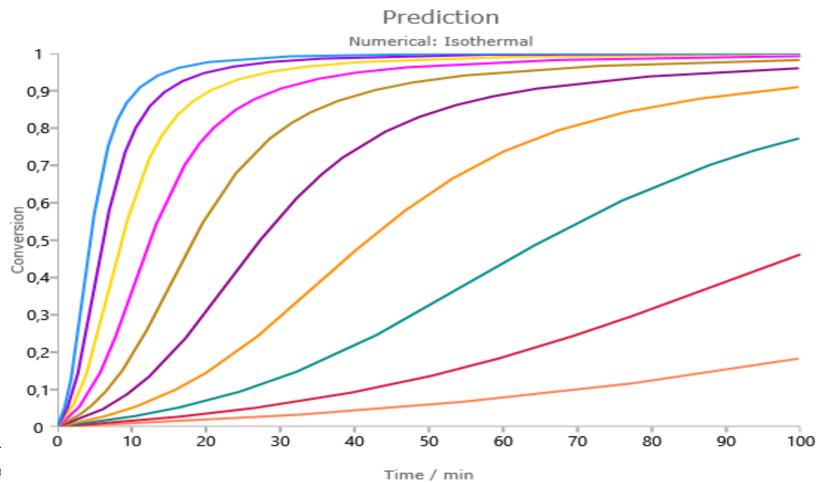


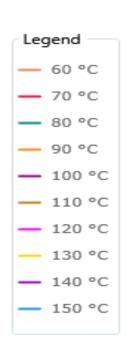


AUSHÄRTUNG: Vorhersagen



Umsatzgrad für isothermische Bedingungen



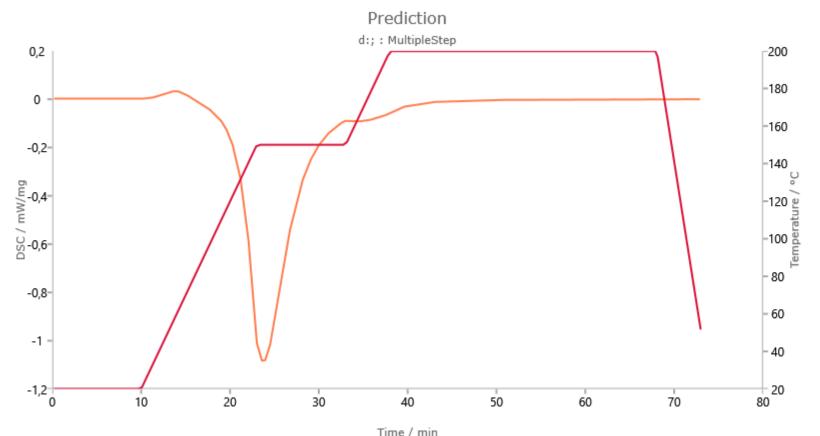


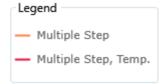


AUSHÄRTUNG: Vorhersagen



Neues Temperaturprogramm definieren und den Umsatzgrad berechnen





Setzen neue Temperaturprogram

Vorhersagen für DSC

Vorhersagen für Reaktionsraten

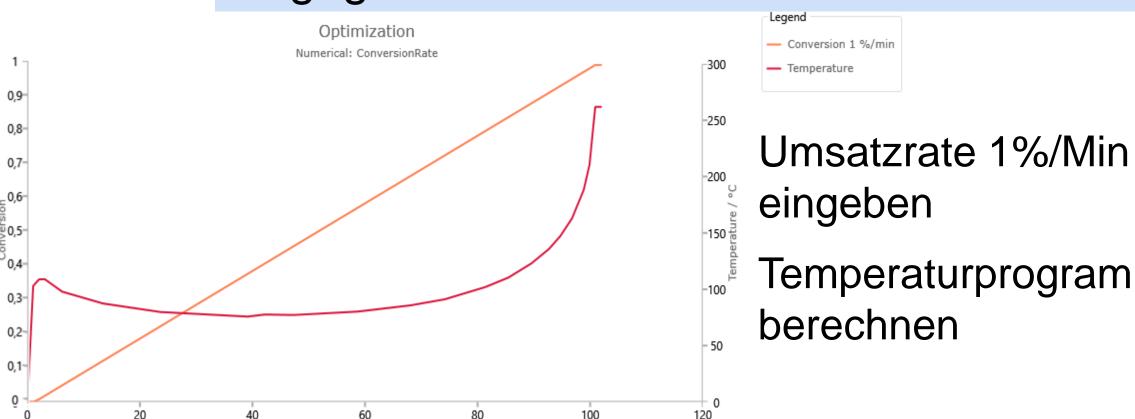
Vorhersagen für Umsatzgrad



AUSHÄRTUNG: Prozessoptimierung



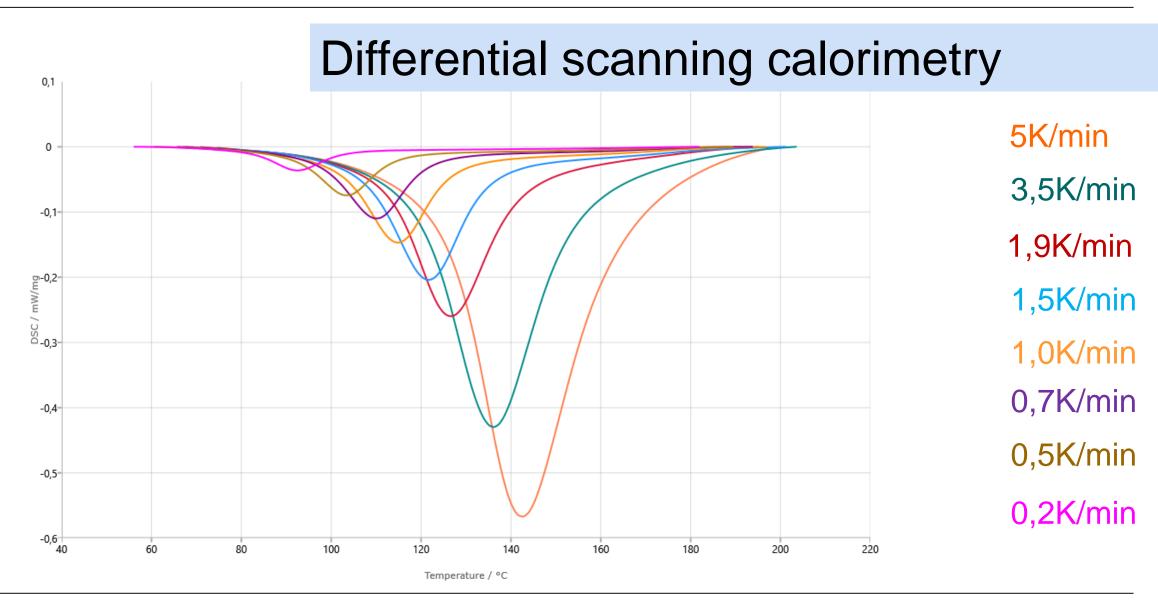
Berechnung des Temperaturprogramms für die eingegebene Reaktionsrate





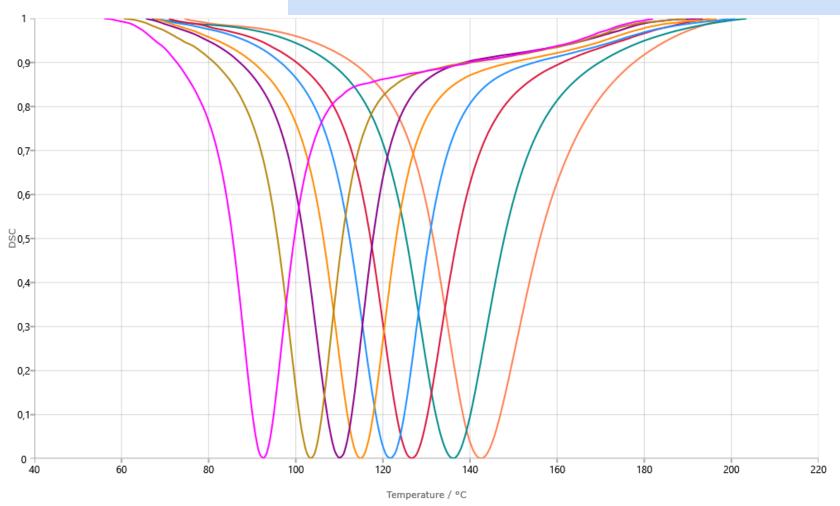
DSC, Diffusionskontrollierte Reaktionen







Wärmefluss: relative Skalierung



5K/min

3,5K/min

1,9K/min

1,5K/min

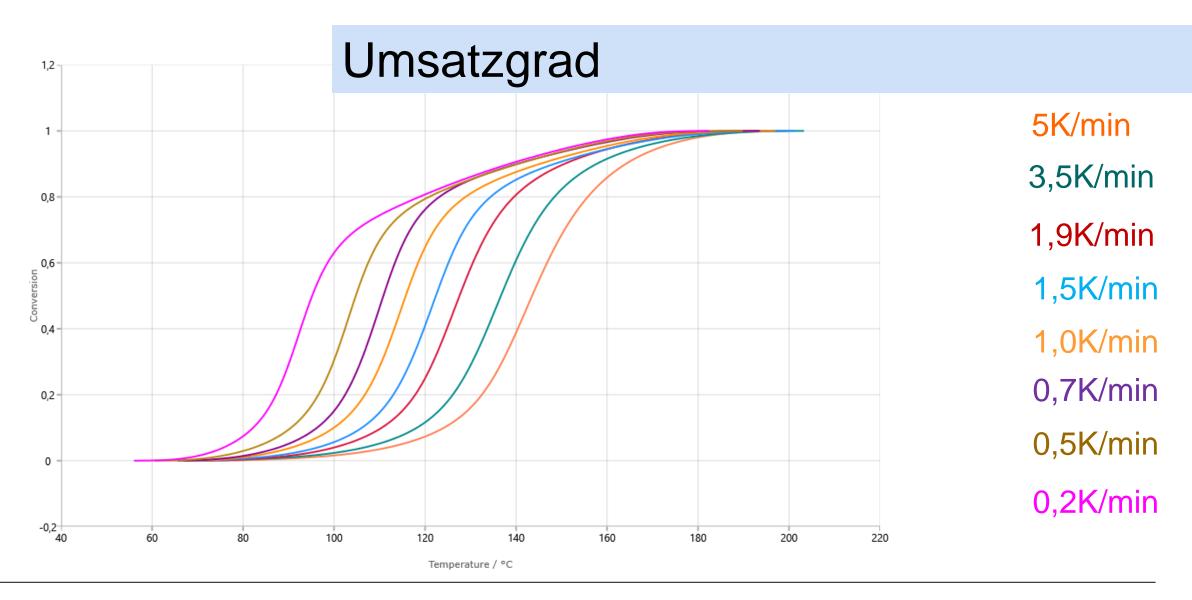
1,0K/min

0,7K/min

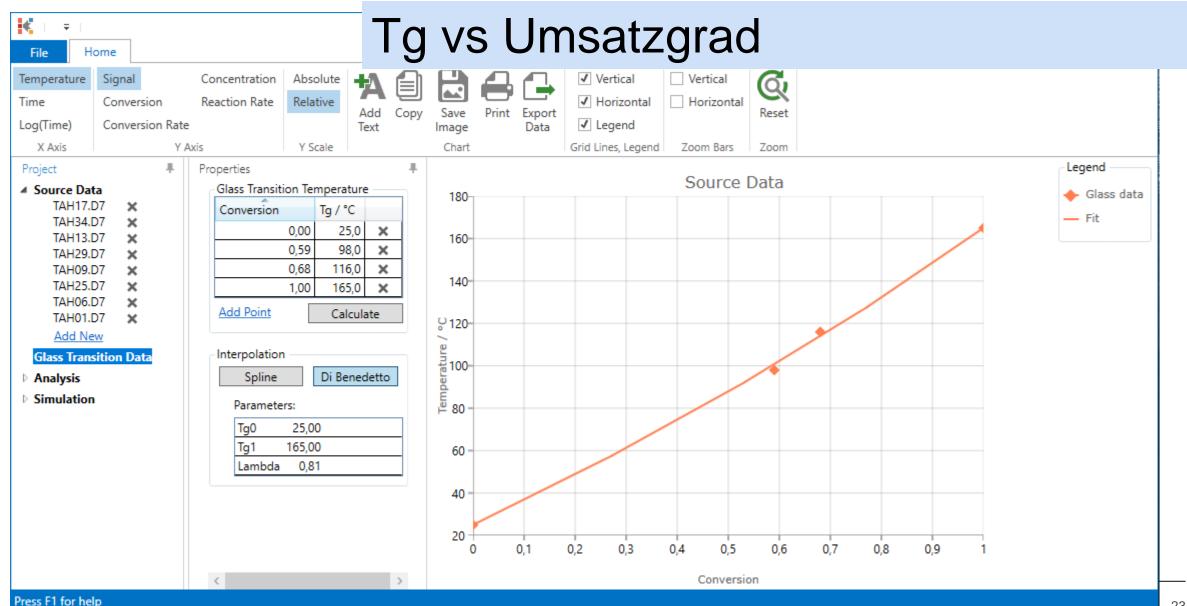
0,5K/min

0,2K/min

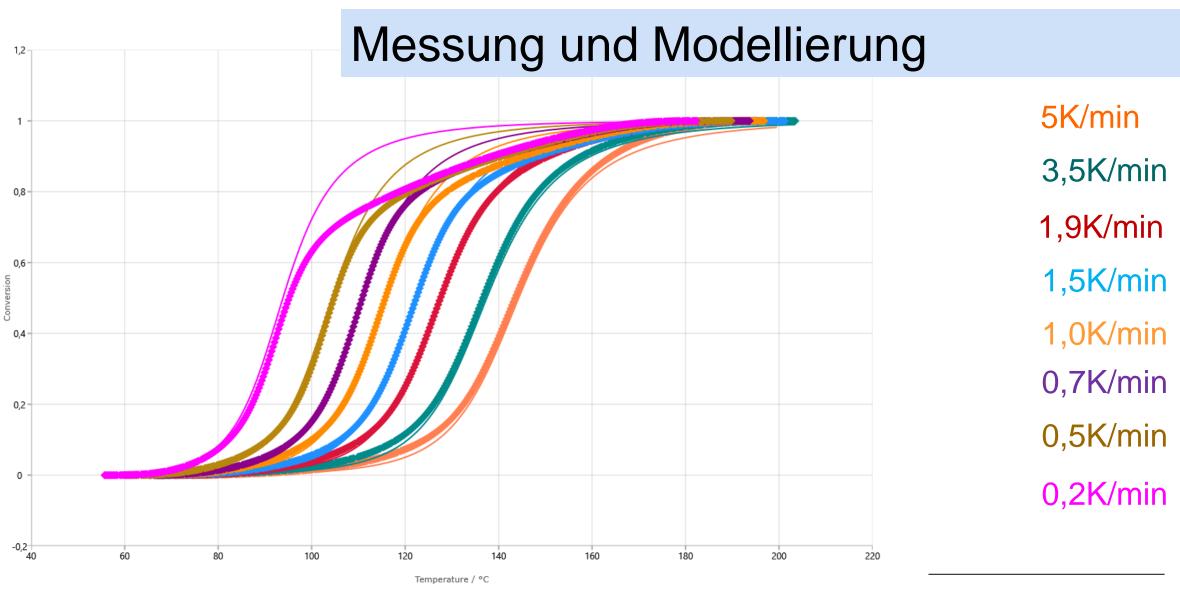






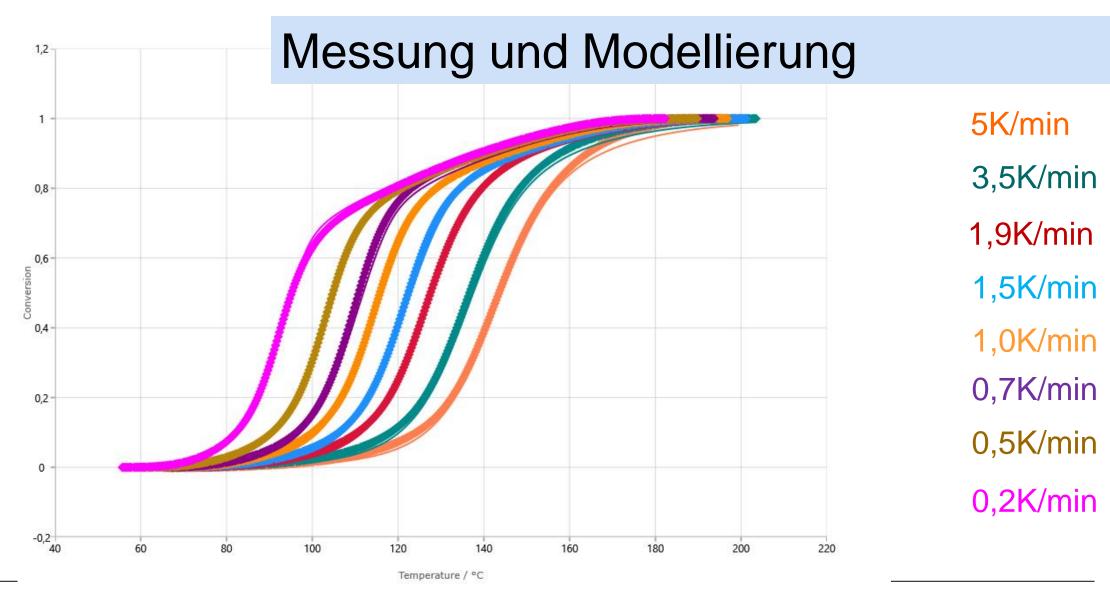


AUSHÄRTUNG: Model ohne Diffusionskontrolle NETZ5CH



AUSHÄRTUNG: Model mit Diffusionskontrolle NETZSCH

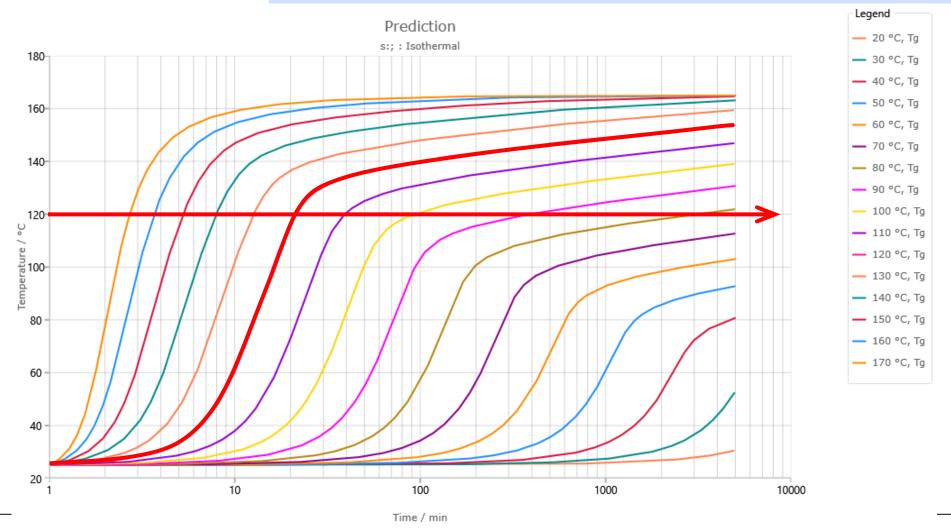




AUSHÄRTUNG: Vorhersage für Glasumwandlung



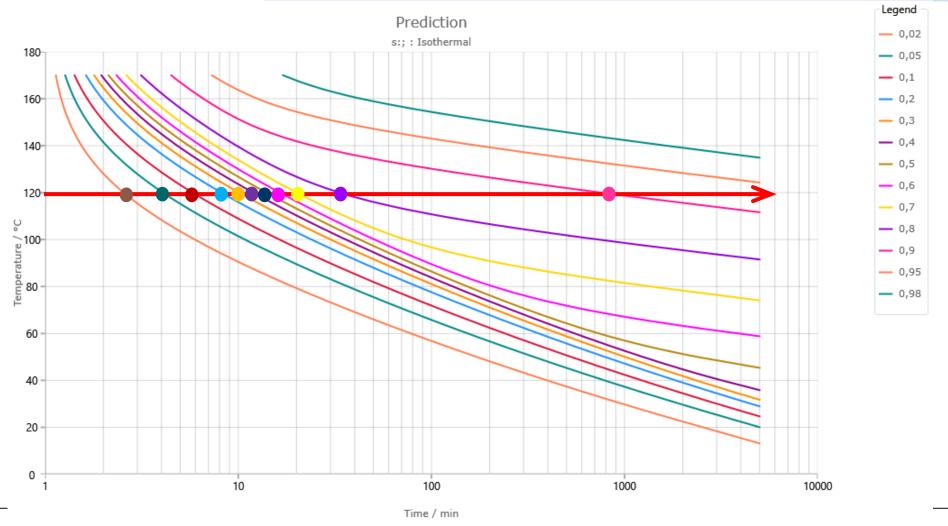
Tg für isothermische Bedingungen



AUSHÄRTUNG: Vorhersage für den Umsatzgrad



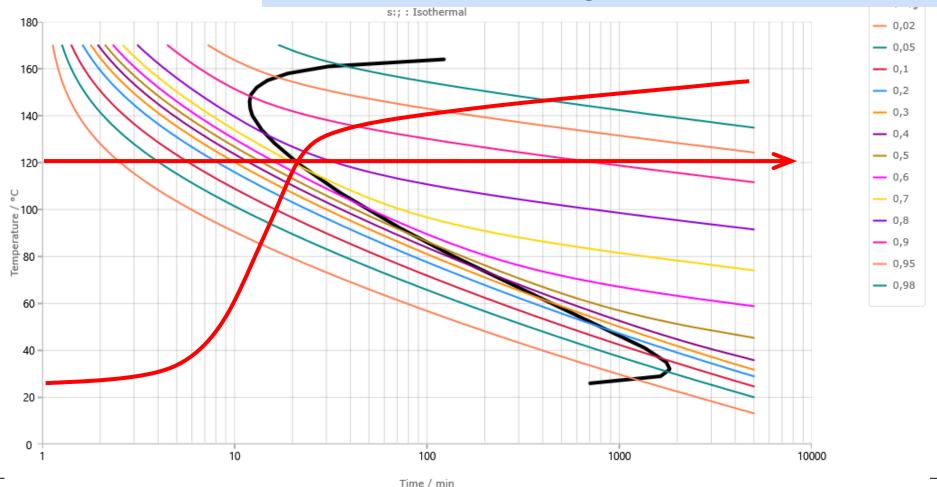
α für isothermische Bedingungen



AUSHÄRTUNG: Vorhersage für T=Tg



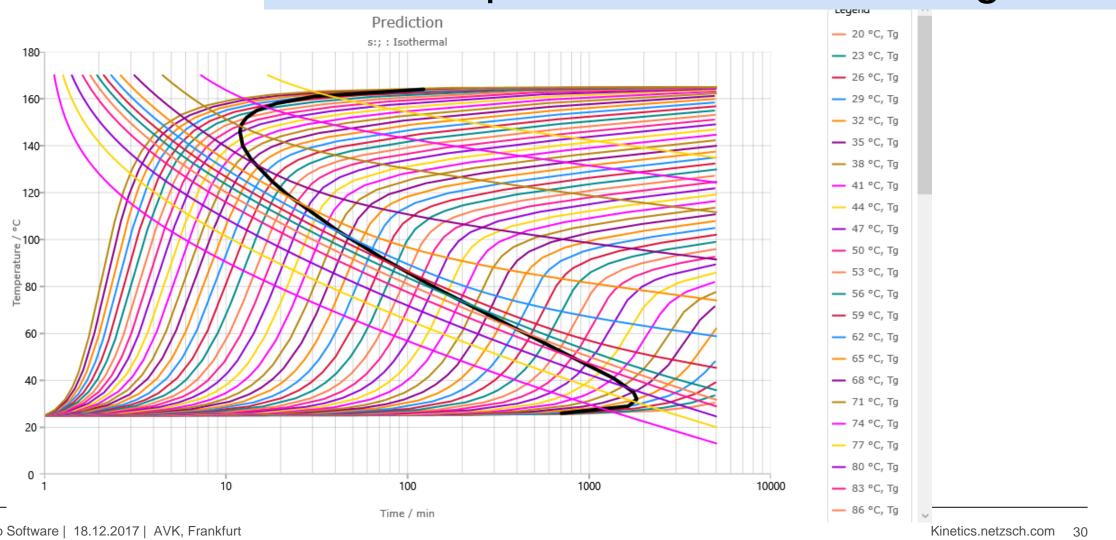
Probentemperatur ist gleich Glasumwandlungstemperatur



AUSHÄRTUNG: Diffusionskontrolle, TTT



Time-Temperature-Transition Diagramm





Dielektrische Analyse

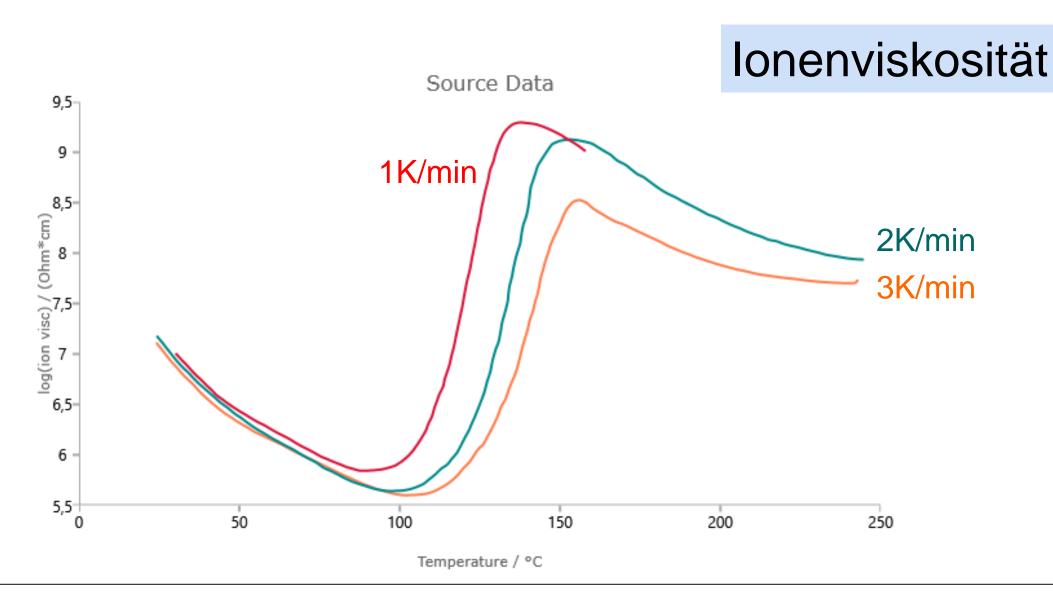


DEA 288: dielektrische Analyse



AUSHÄRTUNG: DEA-Messungen

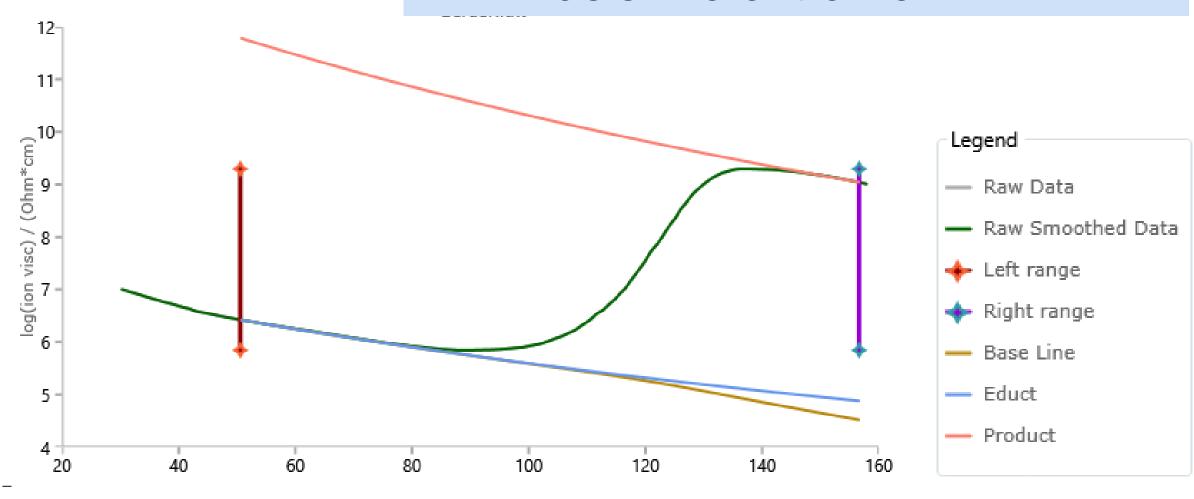










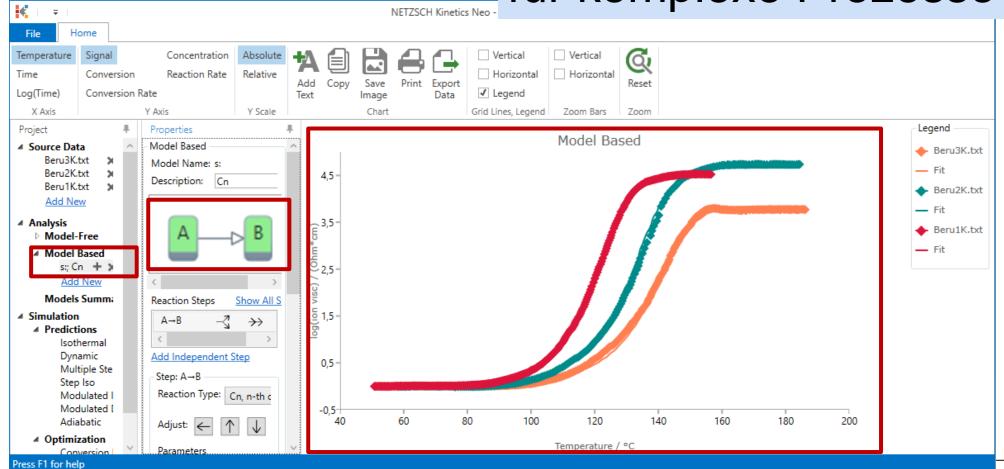


Temperature / °C





Modell-basierte Analyse für komplexe Prozesse

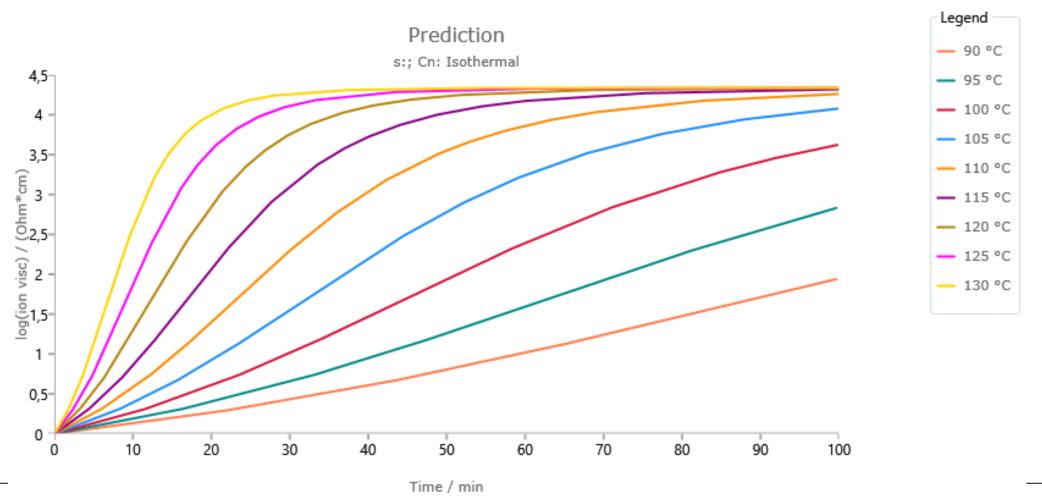




AUSHÄRTUNG: Vorhersagen



Umsatzgrad für isothermische Bedingungen

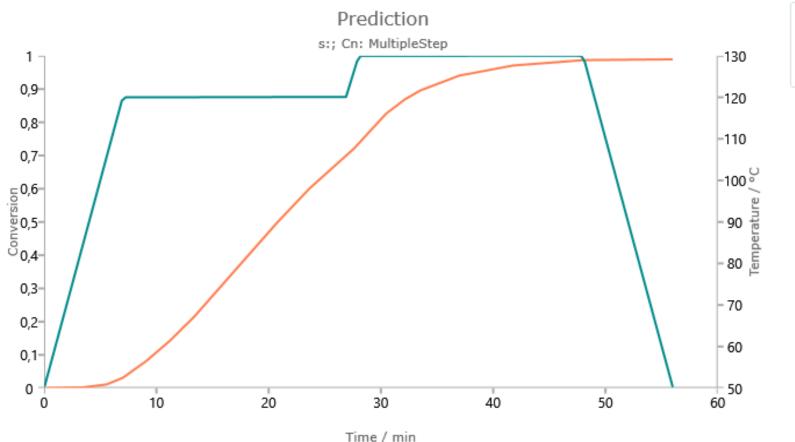


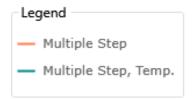


AUSHÄRTUNG: Vorhersagen



Neues Temperaturprogramm definieren und den Umsatzgrad berechnen





Setzen neue Temperaturprogram

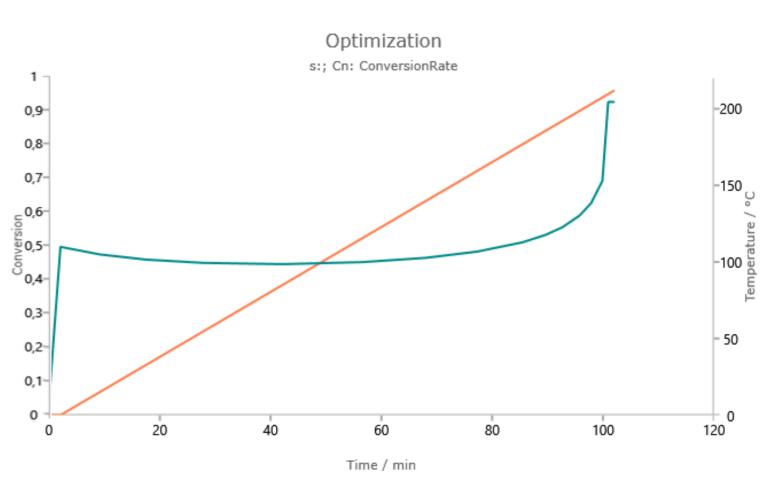
Vorhersage für Umsatzrate Vorhersage für Umsatz



AUSHÄRTUNG: Prozessoptimierung



Temperatur für benutzerdefinierte Reaktionsrate





Umsatzrate 1%/Min eingeben

Temperaturprogram berechnen





kinetics.netzsch.com