

Simulationstool zur energetischen Optimierung des Backprozesses



Abbildung 1: Helptool

Aufgabe

Es sollte ein Simulationswerkzeug entwickelt werden mit dessen Hilfe sowohl eine schnelle Simulation des Backvorganges am Computer als auch eine Variation der zahlreichen Backparameter möglich ist. Damit wird es möglich den Backprozess ohne Qualitätsverlust des Backgutes energetisch optimal zu gestalten.

Lösung

Bei der Simulation des Backprozesses werden die folgenden Transportprozesse in einem mehrdimensionalen nichtlinearen CFD-Modell berücksichtigt:

Prozesse im Teigling:

- Wärmeleitung von der Oberfläche in das Innere des Teiglings.
- Wasserdampfdiffusion durch die Oberfläche in das Innere des Teiglings.
- Wasserdampfdiffusion aus dem Inneren durch die Oberfläche hinaus.
- Luftdiffusion aus dem Inneren durch die Oberfläche hinaus.
- Luftdiffusion von außen durch die Oberfläche in den Teigling hinein.
- Kondensation von Wasserdampf im Inneren des Teiglings.
- Verdampfung von Wasser im Inneren des Teiglings.
- Gelatinierung des Stärkeanteils im Teig.

Im Ofen:

- Wärmeleitung von der Ofenwand zum Teigling.

- Wärmetransport durch natürliche oder forcierte Konvektion von der Ofenwand zur Teiglingsoberfläche.
- Wärmestrahlung von der Ofenwand zur Teiglingsoberfläche.
- Energietransport durch Schwadengabe zur Teiglingsoberfläche und in sein Inneres hinein

Ergebnisse

Entstanden ist ein Simulationstool, das den Anwender in seiner Terminologie befähigt, den Backvorgang unterschiedlichen Backgutes energetisch effizient zu gestalten. Die wählbaren Einstellungen:

- Gebäckart,
- Ofenart,
- Ofenbelegung,
- Backparameter (Anfangs- und Backtemperatur, Abkühlzeit etc),
- Schwadengabe und
- Ofenzug

werden in die entsprechenden physikalischen Parameter „übersetzt“. Anschließend können die Ergebnisse einer Simulationsversuchsreihe hinsichtlich energetischer und Qualitätsparameter verglichen werden. Dies sind:

- Backverlust,
- Brutto-, Nettoenergieverbrauch,
- relativer Energieverbrauch,
- Verkleisterungsgrad,
- Bräune und
- theoretisch erreichbarer Wirkungsgrad.

Nutzen

Das Simulationstool versetzt den Anwender in die Lage, den Backprozess energetisch effizient zu gestalten ohne dabei einen Qualitätsverlust zu riskieren.

Kontakt:

Dr. rer. nat. Peter Rudolph

+49 (0) 30-56 295 676

+49 (0) 173 826 4181

Rudolph@3sBerlin.de

	Parameter	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3	Versuch 4
1	Gesamtgewicht nach Backzeit [kg]				
2	Gesamtgewicht nach Abkühlzeit [kg]				
3	Backverlust nach Abkühlzeit [%]				
4	Energieverbrauch [kJ]				
5	spezifischer Energieverbrauch [kJ/kg]				
6	Verkleisterungsgrad im Kern [%]				
7	Wirkungsgrad [%]				
8	Bräunung				
9					
10	T [°C]	300	200	300	300
11	T0 [°C]	20	20	30	30
12	Teigart	1kg RMB	1kg RMB	1kg RMB	1kg RMB
13	Schwadengabe [l/m²]	0.7	0.7	0.7	0.7
14	Zug [min]	2	2	2	2
15	Backzeit [s]	2400	2400	2400	2400
16	Abkühlzeit [s]	1800	1800	1800	1800
17	Gesamtmasse [kg]	12000	12000	12000	12000
18	Herdtyp	EBO	EBO	EBO	HLB

Abbildung 2: Vergleichende energetische Analyse des Backvorganges

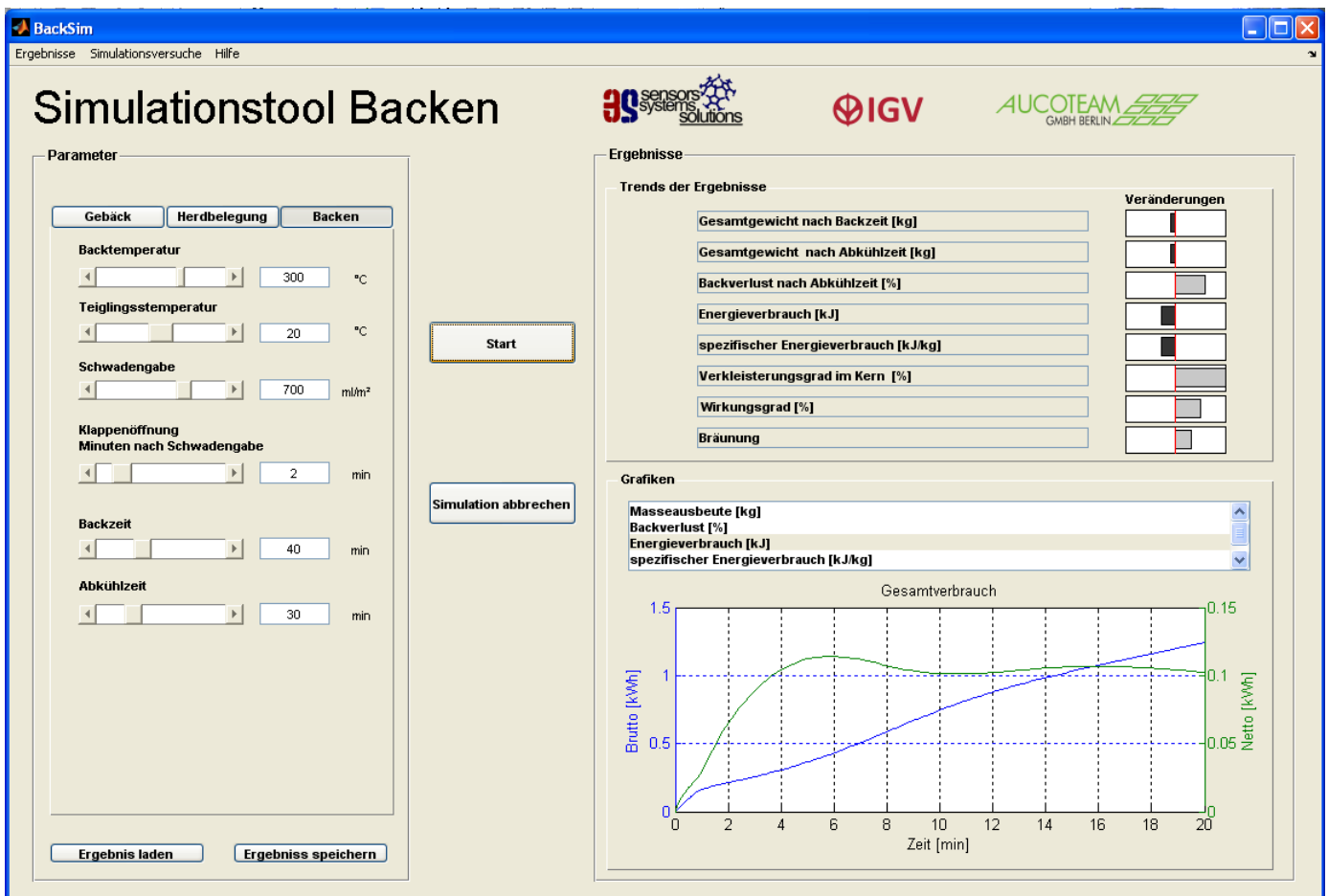


Abbildung 3: Bedienoberfläche des Simulationstools