

Surdeigsbrødet



Introduksjon

En stor tabbe man kan gjøre når man lager et surdeigsbrød er å skjære det opp for tidlig etter det har kommet ut av ovnen. Surdeigsbrødet inneholder fortsatt mye damp og fuktighet når det er nystekt og hvis man ikke lar det kjøle seg ned kan dette føre til en gummiaktig og klissete tekstur, noe som ikke er ønskelig. Det kan også hemme smaksutvikling og gi et slappere utseende. Ifølge en såkalt «baking coach» på internett burde brødet kjøles ned til det når 35-38 grader C¹.

Teori

Newtons avkjølingslov sier at endringsraten til temperaturen i et objekt er proporsjonal med temperaturen i til omgivelsene .

¹ "Sourdough bread should cool until it reaches 35-38°C (95-100°F) before slicing, which can take between 2 and 6 hours" (Busby's Bakery, 2024).

Kilde: <https://www.busbysbakery.com/cooling-sourdough-bread/>

$$T'(t) = a(T(t) - T_r), \quad T(0) = T_0$$

$T(t)$ er en funksjon for temperaturen i surdeigsbrøder over tid

T_R er den konstante romtemperaturen

a er en proporsjonalitetskonstant

$T(0) = T_0$ er initialtemperaturen til surdeigsbrødet

Ved å løse denne differensialligningen får man uttrykket:

$$T(t) = T_R + (T_0 - T_R)e^{-at}$$

Uttrykket blir en eksponentiell avtagende kurve som vil stabilisere seg rundt temperaturen i rommet

Forsøket

Oppsettet

Det nystekte surdeigsbrødet kommer til å kjøles ned på en rist. Temperaturen måles med et digitalt steketermometer på samme sted, omtrent midt i brødet.

Temperaturen i rommet er målt til 20.5 grader. Brødet stekes i 40 minutter på 250 grader, i en jerngryte som har blitt forvarmet i 30 min på en temperatur av 275 grader

Antagelser og forenklinger

- Mitt steketermometer til en verdi av 20 kr fra Temu fungerer utmerket godt og har en ubetydelig feilmargin
- Temperaturen i rommet holder seg konstant
- Antar at brødets temperatur vil følge en eksponentialkurve hvor temperaturen faller fortere i starten. For mer effektiv arbeidsfordeling måles temperaturen i hyppere intervaller i starten, og med større tidsrom etter hvert.
- Varmeoverføringen er konstant i hele brødet

Resultat

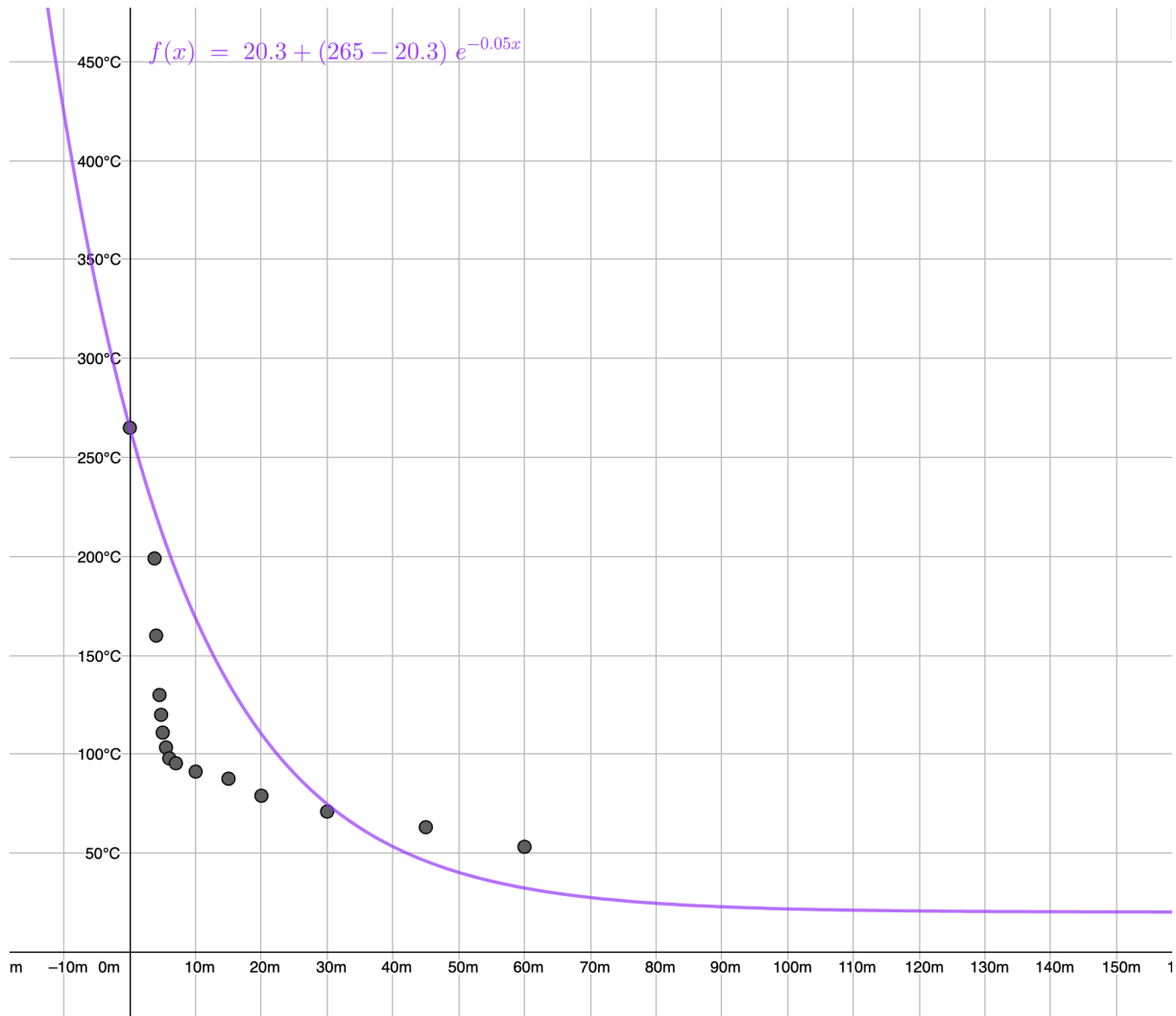


Ved første måling passerte temu termometeret 250 grader og sluttet å vise temperatur, det eneste som kunne avleses var «HI» etter at temperaturen sank kunne man lese av temperatur igjen. Siden brødet var i en jerngryte som ble forvarmet i en temperatur på 275 grader antas det at brødets initialtemperatur lå på litt under, 265 grader

Tidspunkt (minutter)	Temperatur (grader celsius)
0	ukjent
1	HI(>250) , 265
3,75	199
4	160
4,5	130
4,75	120
5	111
5,5	103.5
6	98
7	95.5
10	91.3
15	87.7
20	79,1
30	71.1
45	63.2
60	53.3

Etter en time gikk termometer «bananas» og målt temperatur begynte å hoppe opp og ned målingene ble av den grunn avsluttet etter en time.

$$T(t) = 20.3 + (265 - 20.3)e^{-at}$$



Etter å ha plottet grafen og justert på a verdien i geogebra kom det til lys at punktene passet ikke veldig godt inn med noen av grafene til de ulike a verdiene ga. Den som så mest fornuftig ut ble valgt til **a = 0.05**

I Python:

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

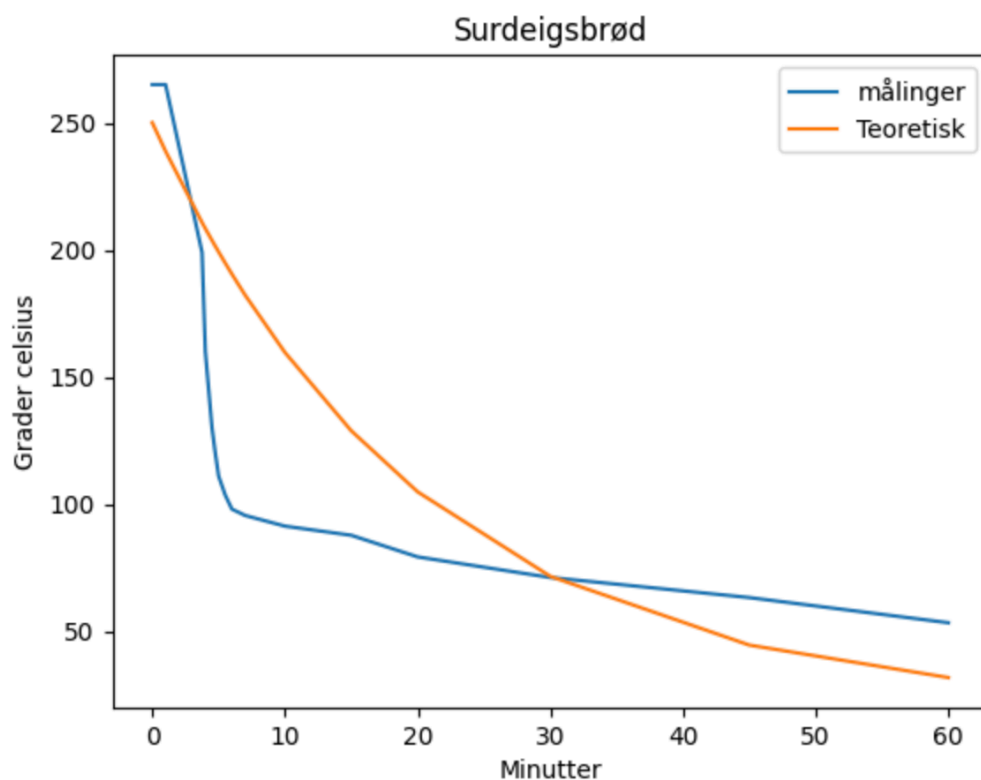
def teoretisk(x):
    return (20.3 + (250-20.3)*np.exp(-0.05 * x))

x_verdier = [0,1,3.75,4,4.5,4.75,5,5.5,6,7,10,15,20,30,45,60]
y_verdier = [265,265,199,160,130,120,111,103.5,98,95.5,91.3,87.7,79.2,71.1,63.2,53.3]

plt.plot(x_verdier,y_verdier, label='målinger')
plt.plot(x_verdier,teoretisk(np.array(x_verdier)),label='Teoretisk')

plt.xlabel('Minutter')
plt.ylabel('Grader celsius')
plt.title('Surdeigsbrød')
plt.legend()
plt.show()
```

✓ 0.0s



Konklusjon

Resultatet ble ikke en åpenbar suksess, målingene ga et betydelig avvik fra teoretiske målinger. Det kan være flere grunner til dette:

- **Termometeret** fra Temu fungerer sannsynligvis **IKKE** utmerket godt, og får trøbbel ved høye temperaturer, og raske endringer noe som gir en feilmargin

- Et nystekt brød slipper ut **DAMP** som både kan påvirke temperaturen samt varmeoverføringen. Dette kan føre til midlertidige stabiliseringer av temperatur noe som vil skape uregelmessigheter.
- **Varmeoverføringen** er ikke konstant og vil være forskjellig fra skorpen og kjernen av brødet
- Surdeig er en **Guds gave** som ikke følger newtons avkjølingslov

I dette forsøket gikk heldigvis alt fint siden det ikke har noe å si hvordan brødet avkjøles, dog hadde forsøket gått ut på oppvarming av et kjøttstykke kunne resultatet blitt katastrofalt (oversteikt og tørt). Det er derfor viktig å investere i et godt steketermometer.