

Vitamin C in Mehl

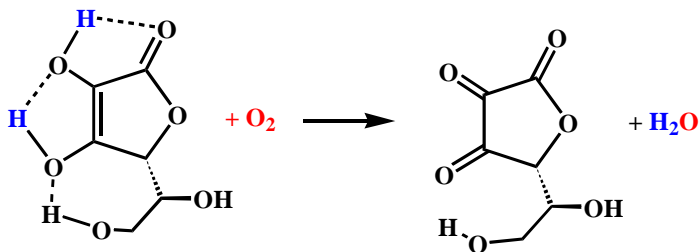
Inhalt

1	Einleitung/Theorie.....	1
2	Aufgabenstellung	2
3	Durchführung	2
4	Beobachtungen/Messungen.....	2
5	Simulation (Typ 1)	2
5.1	Annahmen	2
5.2	Simulationsdiagramm.....	3
5.3	Gleichungen	3
5.4	Vergleich	4
6	Interpretation	4

1 Einleitung/Theorie

1935 entdeckte Jorgensen, dass ganz wenig Vitamin C (Ascorbinsäure) die Zähigkeit des Brotteigs erhöht und das Brotvolumen vergrößert. Die Mengen liegen bei 2 bis 6 Gramm Ascorbinsäure pro 100 kg Mehl (20 – 60 ppm).

Bei der Teigherstellung reagiert die Ascorbinsäure als Antioxidans mit oxidierenden Substanzen im Teig zu Dehydroascorbinsäure (Dehydro = der Wasserstoff wurde abgegeben, er hat z.B. mit Sauerstoff zu Wasser reagiert → siehe Reaktionsgleichung).



Ascorbinsäure
Vitamin C

Dehydroascorbinsäure

Abbildung 4: Reduzierte (links) und oxidierte (rechts) Ascorbinsäure

Diese oxidierenden Substanzen sind in einem grossen Überschuss, im Vergleich zu Vitamin C vorhanden – ihre Konzentration bleibt bei dieser Reaktion also im Wesentlichen konstant. Somit ist die Geschwindigkeit, mit der Ascorbinsäure zu Dehydroascorbinsäure oxidiert wird, nur von der Konzentration von Ascorbinsäure abhängig. In der Chemie nennt man so einen Reaktionsverlauf eine Reaktion pseudo 1. Ordnung. 1. Ordnung, weil die Umwandlung von Ascorbinsäure nur von der Konzentration eines Reaktionspartners abhängig ist, pseudo, weil der 2. Reaktionspartner nur annähernd konstant ist (grosser Überschuss).



Abbildung 3: Brot



Abbildung 3: Aufgeschnittenes Weissbrot



Abbildung 3: Kruste von Weissbrot

2 Aufgabenstellung

Vitamin C wird bei der Teigherstellung oxidiert. Die oxidierenden Substanzen sind in grossem Überschuss vorhanden. Man modelliere den Reaktionsverlauf.

3 Durchführung

Mit einem geeigneten Simulations-Modell versuche man die Messdaten nachzubilden.

4 Beobachtungen/Messungen

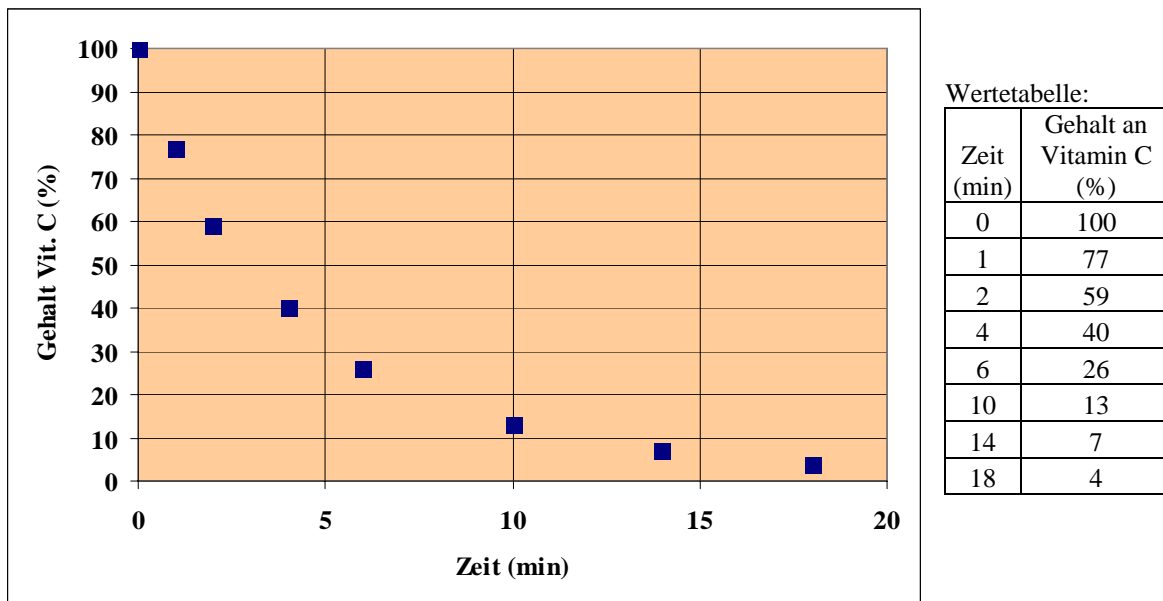


Abbildung 5: Oxidation von Vitamin C (Ascorbinsäure) zu Dehydroascorbinsäure in Teig aus Getreide¹.

5 Simulation (Typ 1)²

5.1 Annahmen

Die Simulation geht davon aus, dass:

1. Die Reaktionsgeschwindigkeit nur vom Vitamin C-Gehalt abhängig ist.
2. Die Reaktionsgeschwindigkeitskonstante k_{ox} so gewählt werden muss, dass die experimentellen Daten gut nachgebildet werden.

Die Simulation wird mit dem Programm Vensim ® PLE gemacht (Gratis download unter: Ventana Systems Inc., <http://www.vensim.com/download.html>).

¹ Belitz H.D., Grosch W., Food Chemistry, Springer Verlag Berlin/Heidelberg/New York, 1999, Oxidation of ascorbic acid in dough making from Whet flour, nach Fig. 15.28, S. 670

² Bützer Peter, Roth Markus, Die Zeit im Griff, verlag pestalozzianum, Zürich 2006, S.37

5.2 Simulationsdiagramm

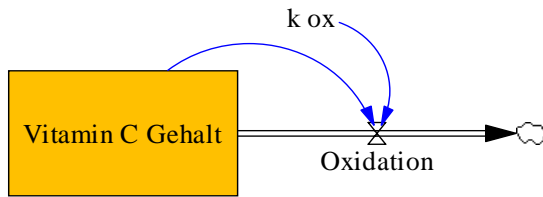


Abbildung 6: Simulationsdiagramm der Oxidation von Ascorbinsäure im Teig

Zeitdiagramm

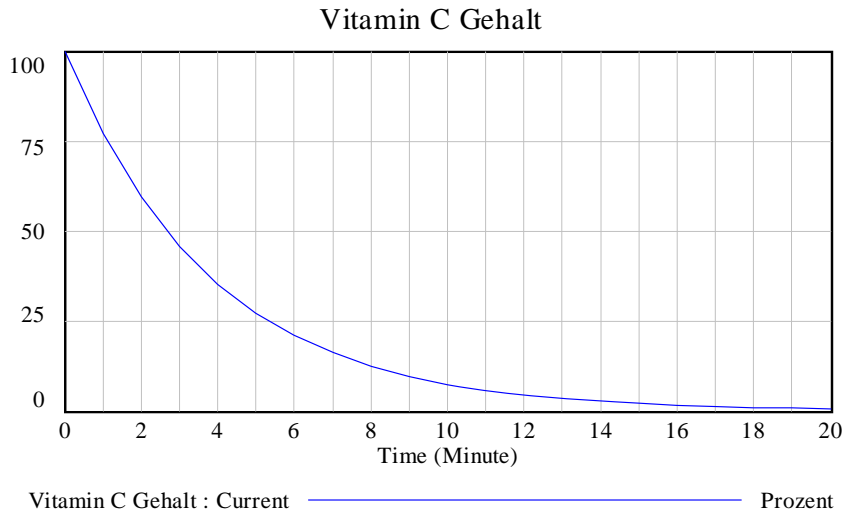


Abbildung 7: Zeitdiagramm der Simulation der Oxidation von Ascorbinsäure im Teig

5.3 Gleichungen

- (1) FINAL TIME = 20
Units: Minute
The final time for the simulation.
- (2) INITIAL TIME = 0
Units: Minute
The initial time for the simulation.
- (3) $k_{ox} = 0.23$ (freie Variable)
Units: 1/min [0.1,0.3]
Reaktionsgeschwindigkeitskonstante für Oxidation, die entsprechenden Halbwertszeit ist $HWZ = \ln(2)/k_{ox}$
- (4) Oxidation = $k_{ox} * \text{Vitamin C Gehalt}$
Units: Prozent/min
- (5) SAVEPER = TIME STEP
Units: Minute [0,?]
The frequency with which output is stored.
- (6) TIME STEP = 1
Units: Minute [0,?]
The time step for the simulation.
- (7) Vitamin C Gehalt = INTEG (-Oxidation, 100)
Units: Prozent
Vitamin C: Ascorbinsäure. Vitamin C-Gehalt in %, dieser nimmt mit zunehmender Oxidation ab und bildet Dehydroascorbinsäure (oxidierte Ascorbinsäure, die den Wasserstoff an Sauerstoff abgegeben hat).

5.4 Vergleich

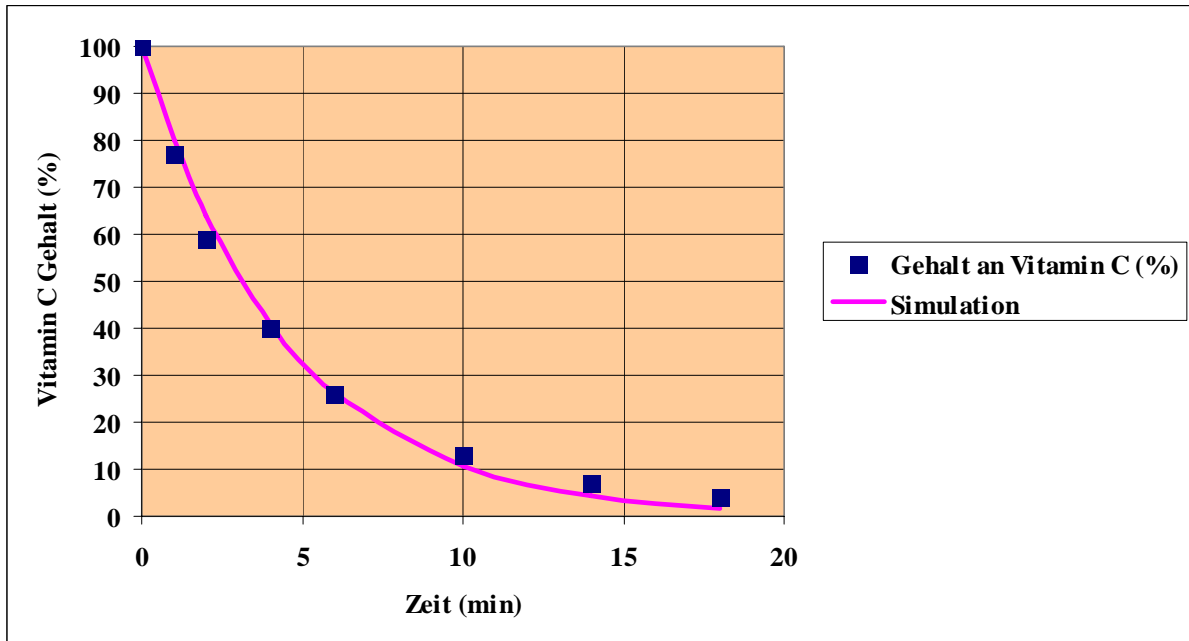


Abbildung 8: Vergleich von Messungen und Simulation

6 Interpretation

Bei dieser Reaktion ist die Annahme gerechtfertigt, dass die Reaktionsgeschwindigkeit nur vom Gehalt an Vitamin C abhängt.

Die Simulation ermöglicht die Darstellung dieses Reaktionsverlaufs, ohne dass man die Exponentialfunktion explizite erwähnen muss.