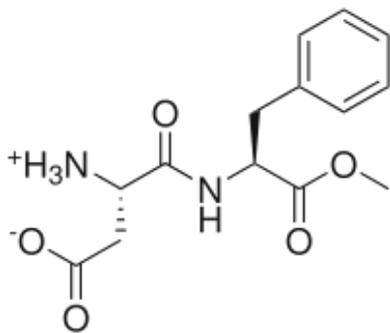




Aspartam: Süßes Wunder oder zugelassenes Gift? Analyse von Aspartam mittels DSC und TG-FT-IR.

Claire Strasser



1 Formel von Aspartam [1]

Einleitung

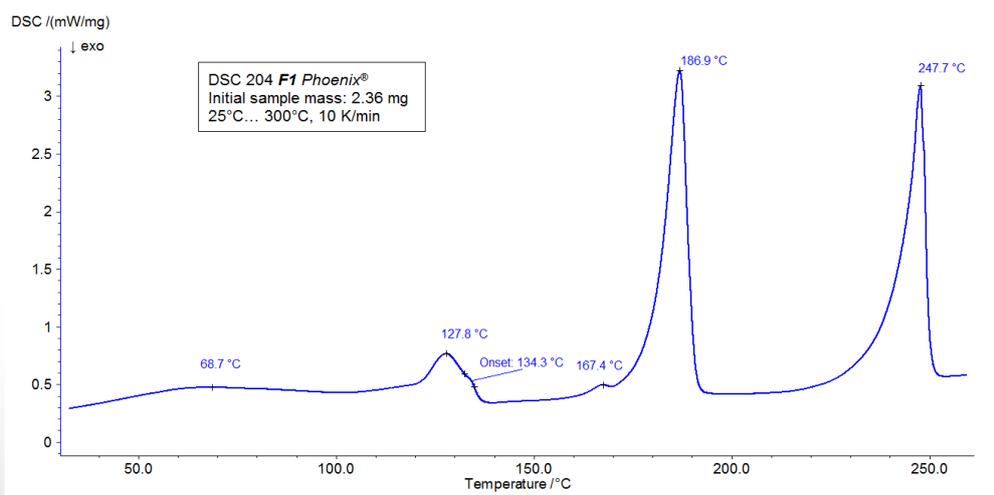
Seit der Einführung von Aspartam (Abbildung 1) 1965 durch den Chemiker James L. Schlatter streiten sich Wissenschaftler über diesen kontroversen Süßstoff. Ist es

richtig, dass er in Getränken und anderen Diätprodukten gesetzlich erlaubt ist oder stellt er eine Gefahr für unsere Gesundheit dar?

In der nachfolgenden Untersuchung wurde Aspartam hinsichtlich seiner thermischen Eigenschaften Schmelzpunkt und Zersetzungstemperatur analysiert. Dazu wurden DSC-Messungen zur Erfassung von endo- und exothermen Effekten und TG-FT-IR-Messungen zur Bestimmung der thermischen Stabilität durchgeführt.

Messergebnisse

Für die DSC-Messung wurde eine Probe in einem *Concavus*®-Tiegel mit gelochtem Deckel vorbereitet und zwischen Raumtemperatur und 300 °C mit einer Heizrate von 10 K/min aufgeheizt. Die Ergebnisse der Aufheizung sind in Abbildung 2 dargestellt.



2 DSC-Messung an Aspartam

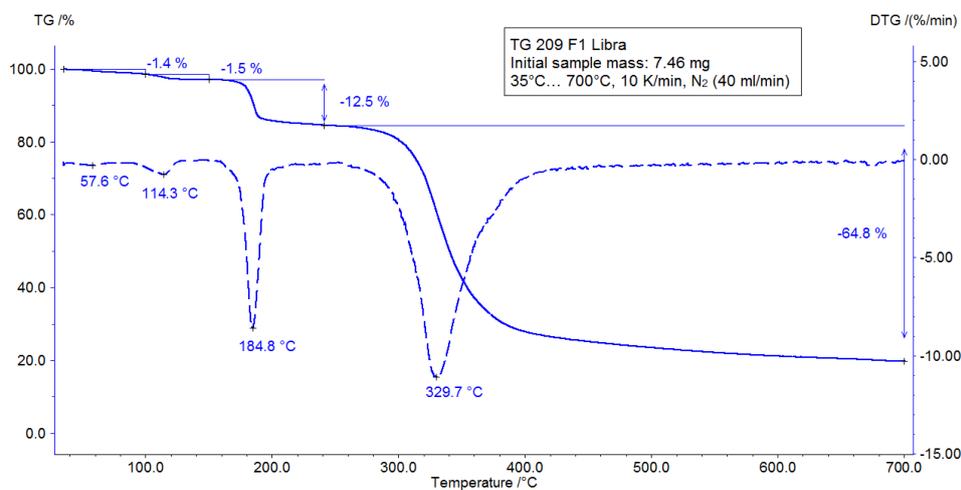
APPLICATIONNOTE Aspartam: Süßes Wunder oder zugelassenes Gift? Analyse von Aspartam mittels DSC und TG-FT-IR

Für die TG-FT-IR-Messung wurde die Probe in einem offenen Aluminiumoxidtiegel vorbereitet und bis 700 °C mit 10 K/min in dynamischer Stickstoffatmosphäre aufgeheizt. Die während der TG-Messung (Abbildung 3) freigesetzten Gase wurden direkt in das FT-IR-Spektrometer von Bruker Optik überführt.

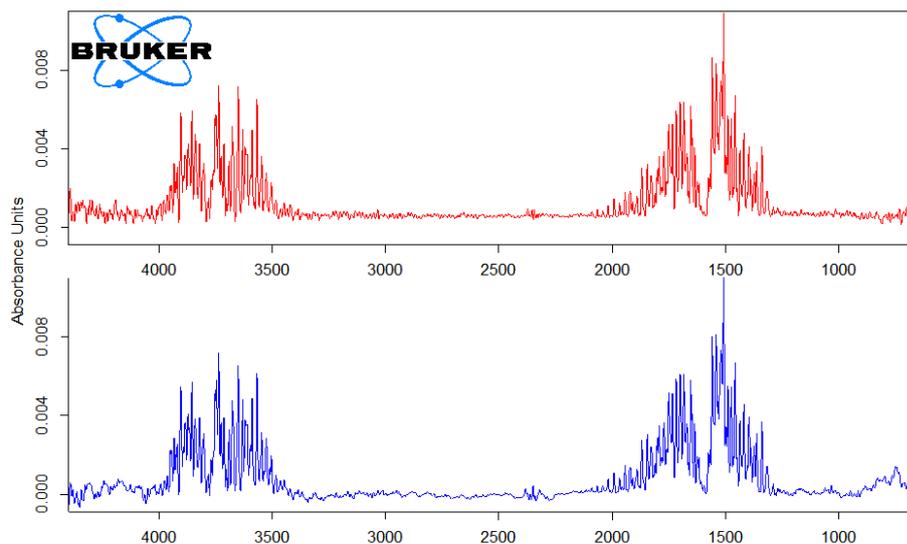
Der in der DSC-Messung detektierte breite Effekt zwischen 25 °C und 100 °C ist mit einem Massenverlust von 1,4 % verbunden, der bei 128 °C (Peaktemperatur) mit einem Massenverlust von 1,5 % (Abbildung 3). Die entsprechenden FT-IR-Spektren bei 60 °C und 123 °C (siehe Abbildung 4) zeigen, dass es sich in beiden Fällen um

die Freisetzung von Wasser handelt, wobei es sich im ersten Schritt höchstwahrscheinlich um die Abgabe von Oberflächenwasser handelt und im zweiten Schritt um Hydratwasser.

Der bei 187 °C (DSC, siehe Abbildung 2) detektierte Peak, der der TG-Stufe bei 185 °C (DTG-Peak) mit einem Massenverlust von 12,5 % entspricht, ist auf die Zersetzung von Aspartam zurückzuführen. Das bei 184 °C aufgenommene FT-IR-Spektrum ist in Abbildung 5 (blaue Kurve) wiedergegeben. Es stimmt gut mit dem PNNL-Bibliotheksspektrum für Methanol (rote Kurve) überein.



3 Ergebnisse der TG-Messung an Aspartam. Durchgezogene Linie: TG-Signal, gestrichelte Linie: DTG-Signal



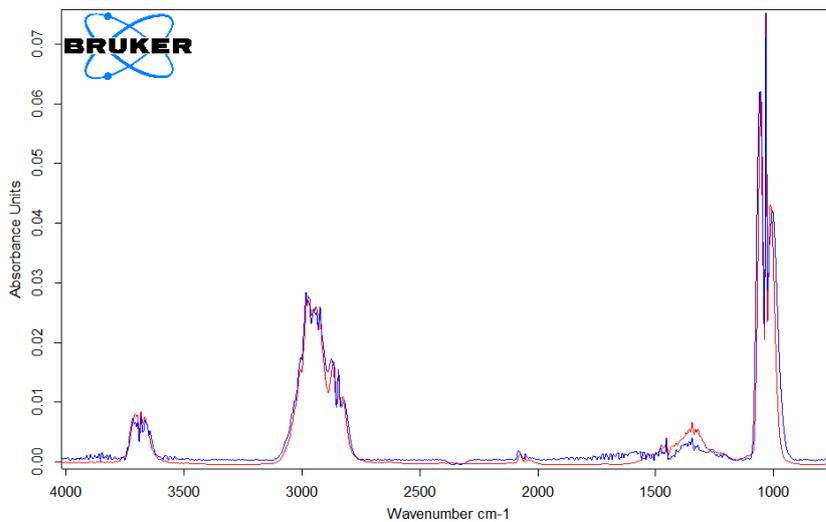
4 FT-IR-Spektrum der bei 60 °C (rote Kurve) und 123 °C (blaue Kurve) freigesetzten Produkte. Die detektierten Absorptionsbanden bei beiden Temperaturen sind charakteristisch für Wasser.

APPLICATIONNOTE Aspartam: Süßes Wunder oder zugelassenes Gift? Analyse von Aspartam mittels DSC und TG-FT-IR

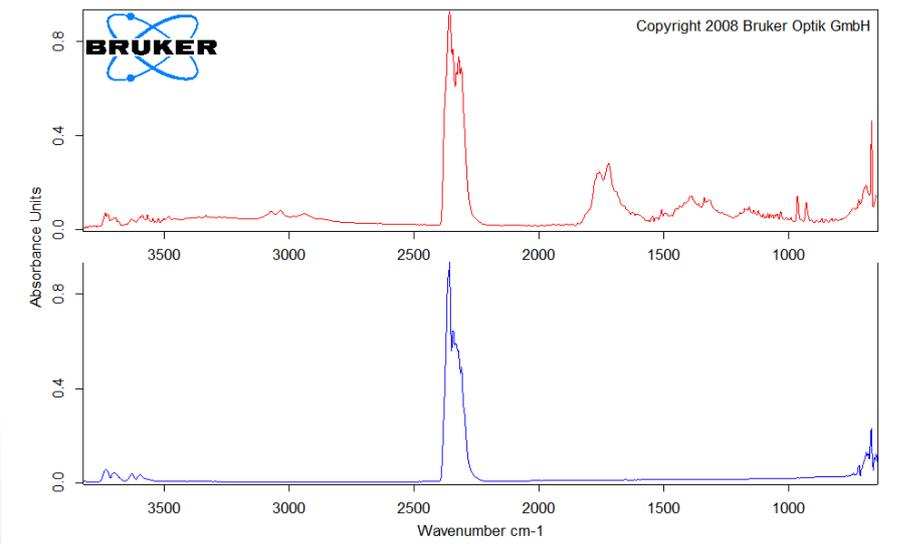
Die thermische Zersetzung von Aspartam, verbunden mit der Freisetzung von Methanol, führt zur Bildung einer neuen Substanz, höchstwahrscheinlich 2,5-Dioxopiperazin [2]. Der Peak bei 248 °C in der DSC-Kurve ist auf das Schmelzen der gebildeten Substanz zurückzuführen. Daran schließt sich die Zersetzung dieses Folgeprodukts an (DTG-Peak bei 330 °C, Abb. 3).

Abbildungen 6, 7 und 8 zeigen jeweils das FT-IR-Spektrum der bei 329 °C (rote Kurve) freigesetzten Substanzen zusammen mit dem Spektrum der

NIST-EPA-Datenbanksuche. Während der Zersetzung werden Kohlendioxid und Ammoniak freigesetzt (blaues Spektrum in Abbildung 6; grünes Spektrum in Abbildung 7). Die weiteren detektierten Banden wurden höchstwahrscheinlich von den Funktionsgruppen verursacht, die aromatische Banden, Stickstoff und Sauerstoff enthalten. Zum Beispiel wird in Abbildung 8 das Spektrum bei 329 °C mit dem Spektrum für N-Benzyl-maleimid verglichen. Hier finden sich gute Übereinstimmungen in den Wellenzahlbereichen um 3000 cm⁻¹ sowie zwischen 1500 cm⁻¹ und 1250 cm⁻¹.

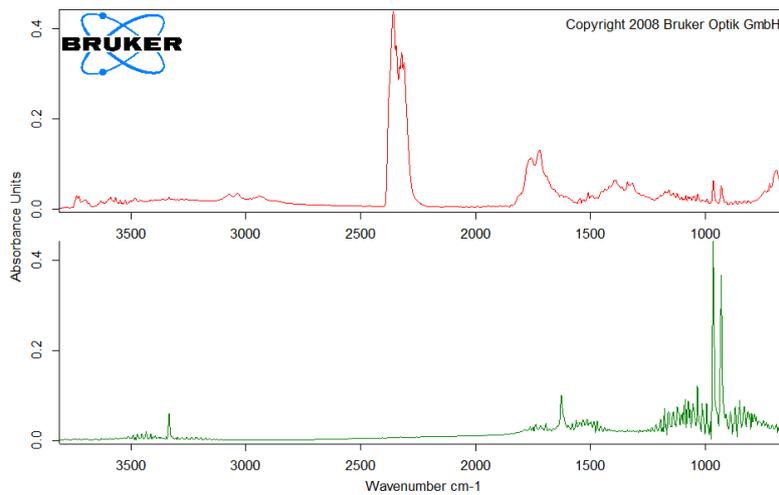


5 FT-IR-Spektrum der Zersetzung von Aspartam bei 184,4 °C (blaue Kurve) im Vergleich zum Bibliotheksspektrum von Methanol (rote Kurve)

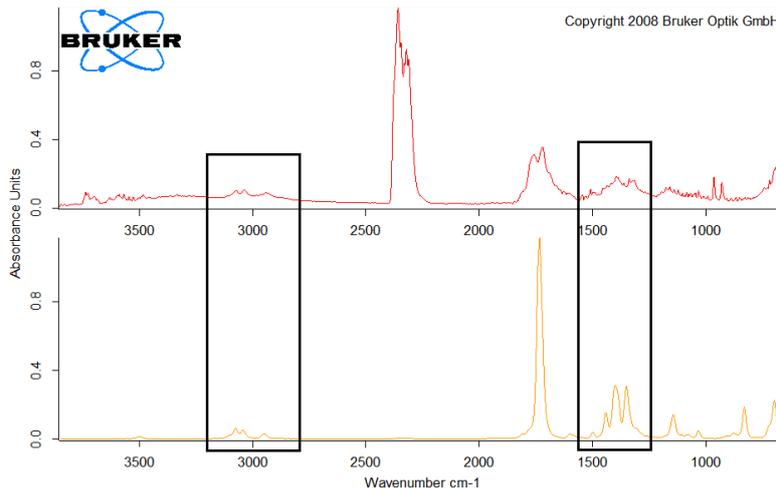


6 FT-IR-Spektrum bei 329 °C der Produkte, freigesetzt während der Zersetzung der gebildeten Substanz (rote Kurve) und Bibliotheksspektrum von CO₂ (blaue Kurve)

APPLICATIONNOTE Aspartam: Süßes Wunder oder zugelassenes Gift? Analyse von Aspartam mittels DSC und TG-FT-IR



7 FT-IR-Spektrum der Produkte, freigesetzt während der Zersetzung der gebildeten Substanz (rote Kurve) bei 329 °C und FT-IR-Bibliotheksspektrum von NH₃ (grüne Kurve)



8 FT-IR-Spektrum der Produkte, freigesetzt während der Zersetzung der gebildeten Substanz (rote Kurve) bei 329 °C und FT-IR-Bibliotheksspektrum von N-Benzyl-Maleimid (orange Kurve)

Fazit

Durch die Analyse der sich ergänzenden Methoden DSC und TG erhält man den Anteil der flüchtigen Komponenten in einer Probe zusammen mit deren Schmelz- und Zersetzungstemperaturen. Zusätzlich sind mit der FT-IR-Kopplung Informationen über die während der Aufheizung freigesetzten Substanzen zugänglich: Im Fall von Aspartam wird zunächst Wasser freigesetzt und das gebildete 2,5-Dioxopiperazin zersetzt sich durch die Freisetzung von Methanol.

Obwohl durch einen anderen Mechanismus bedingt, führt die Zersetzung von Aspartam nach Einnahme auch

im Körper zur Freisetzung von Methanol – neben anderen Zersetzungprodukten. Die Einnahme einer zu hohen Dosis verursacht Kopfschmerzen und kann Schwindelgefühle hervorrufen [3]. Daneben sind noch weitere Symptome bekannt, die Aspartam zu einer gefährlichen Substanz machen – ein Grund, weshalb es nur nach ärztlicher Anweisung eingenommen werden sollte.

Quellen

- [1] <https://en.wikipedia.org/wiki/Aspartame>
- [2] www.chemistryviews.org/details/ezine/9138171/The_Saccharin_Saga_Part_6.html
- [3] www.zentrum-der-gesundheit.de/ia-aspartam-suessstoff.html