


[Forschungsthemen](#)

[Einstiegs-Literatur](#)

[Just for Fun](#)

[Gummibären im
WWW](#)

[Gummibären-Grüsse](#)

[Gästebuch](#)
[Wie alles anfang ...](#)
[For our English speaking
friends](#)
[Kurzmiteilungen](#)

Gummibärchen - eine Herausforderung für die Chemie

[Thomas Lippert](#)

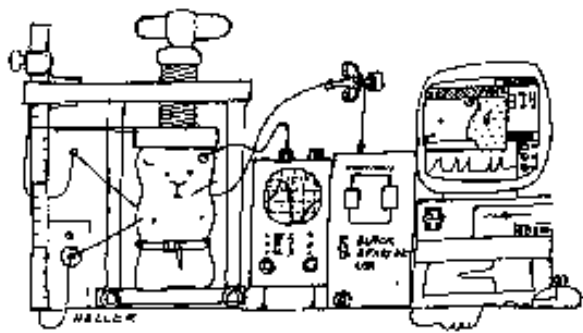
Los Alamos National Laboratory, [Chemical Science and Technology](#), MS J 585, Los Alamos, New Mexico 87545, USA

Zusammenfassung

Gummibärchen (GB) haben sich in manchen Laboratorien zu einer Designer-Droge entwickelt. Der Konsum nimmt bisweilen das Ausmaß von einer Packungseinheit pro Person und Tag an. Dies ist der Versuch diesem Phänomen und anderen offen Fragen mit wissenschaftlichen Methoden auf die Spur zu kommen. Es wurden die vielfältigsten spektroskopischen Methoden verwendet, um ein besseres Verstaendnis zu erlangen und um neue Anwendungen zu erschließen.

1 Einleitung

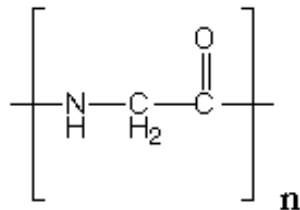
Der Grund dieser wissenschaftlichen Untersuchung ist die erstaunliche Feststellung, daß in einem deutschen Labor ein überdurchschnittlich hoher Anteil (Deutschland, 250g pro Person pro Jahr, Labor 250g pro Person pro Woche) an GB konsumiert wurde. Die mittlere Verweildauer einer Packung im Kaffeezimmer betrug durchschnittlich weniger als 5 Minuten. Weiterhin konnte eine deutliche Farbabhängigkeit beim Verzehr der Bären festgestellt werden. Die absoluten Favoriten waren die "Gelben" und die "Grünen", wobei ein Zusammenhang mit Politik, dem Alter der Versuchswissenschaftler (VW) und der Gründung der "grünen Partei" nur als unbestätigte Arbeitsthese behandelt werden kann. Am wenigsten beliebt waren die "Farblosen", was definitiv mit der Tatsache korreliert werden kann, daß die Untersuchung an einem Chemielehrstuhl durchgeführt wurde. Die Mitarbeiter haben berufsbedingt eine hohe Affinität zu Farbstoffen.



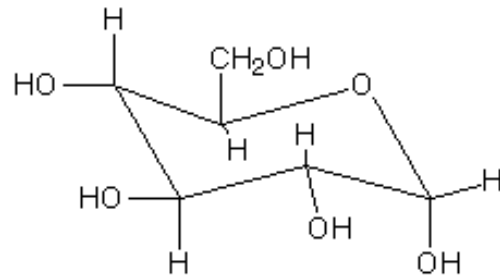
Gummibärchen-Testlabor

2 Ergebnisse und Diskussion

Im Angesicht der langen Zeit zwischen der ersten geglückten Synthese (1925, von **Hans Rigel** in **Bonn**) und dieser Studie ist der Mangel an wissenschaftlichen Publikationen sehr verwunderlich. Aus diesem Grund werden einige der "bärischen" Daten aufgelistet. Der klassische Bär ist 22 mm klein, farbig transparent und geschlechtlich indifferent. Er besteht aus Glucosesirup, Zucker, reiner Knochengelatine (Schema), Traubenzucker, Farbstoffen, sein durchschnittlicher Brennwert liegt bei 330 Kalorien pro 100g.



Gelatine

Traubenzucker α -D-Glucose

Schema: Strukturformeln von Gelatine und Traubenzucker.

Aufgrund der geringen Löslichkeit der GB in Standardlösungsmittel ist es nicht einfach, physikochemische Daten zu bestimmen. Eine Auswahl der Daten ist im folgenden Abschnitt zusammengefasst.

- BET-Oberfläche: 40-50 m² g⁻¹ (Bär zerteilt in 5 Stuecke).
- Zersetzungstemperatur (Start, Tzer): 380 K, bestimmt mit Thermogravimetrie, TG.
- Glastemperatur (Tg): 261 K, bestimmt mit differential scanning calorimetrie (DSC).
- Schmelzpunkt (Tschm): 397 K, bestimmt mit DSC.
- IR Banden, bestimmt in diffuser Reflexion am Bären: 3300 cm⁻¹ (breit, vs), 2950 cm⁻¹ (s), 1680 cm⁻¹ (s).
- Raman Banden, bestimmt mit UV Resonanz-Raman-Spektroskopie am Bären: 740 cm⁻¹ und 600 cm⁻¹.
- ¹H-NMR in D₂O (250 MHz): 5.5 ppm (breit, sing ?) und 3.4-4.1 ppm (breit, multiplet).

Die Vorzüge des GB liegen auf der Zunge. Härungszeiten ausgenommen ist der Bär zart und zergeht zuckersüß. Es ist sogar möglich, aufgrund der Verzehrkultur und der Farbvorlieben die Konsumenten in verschiedene Kategorien einzuteilen (1). Der Aufsteiger des Jahres 1985 (Time Magazine) hat einen weltweiten Siegeszug angetreten, was durch Studien in Japan und den USA bestätigt werden konnte. Es wurde jedoch eindeutig festgestellt werden, daß die deutschen GB deutlich besser sind (daily take in, wurde um einen Faktor von 10-20 reduziert). Speziell in Japan war erstaunlich, dass die "Meister des Kopierens" nicht in der Lage waren, den deutschen GB zu reproduzieren, was wiederum die Komplexität dieser "Tiere" zeigt. In der vorliegenden Studie wurde

versucht, folgende Fragestellungen zu beantworten:

- Alterungs- / Härtungseffekt
- Farbvorlieben
- Verzehrsmuster
- geographische Vorlieben (gerüchtweise gibt es bei den Eskimos keine Gummibären).

2.1 Alterungseffekt

Der Alterungseffekt der Bären wurde mit UV-vis Spektroskopie in diffuser Reflexion untersucht. Es wurden Bären aus einer frisch geöffneten Packung (Abb. 1) und Bären, die über mehrere Wochen gealtert (mußten selbverständlich gut versteckt werden) wurden, untersucht. Die "alten Bären" zeigten einen deutlichen Anstieg der Absorption (A) im Bereich von 350-450 nm. Eine Zunahme von A in diesem Wellenlängenbereich kann in erster Näherung mit der Ausbildung eines konjugierten Bindungssystems erklärt werden. Da Bindungsenergien von Doppelbindungen größer sind, muss eine deutlich höhere Energie zum "Brechen" der Bindungen verwendet werden. Dies erklärt auch die Härtung und die geringe Neigung des Menschen, harte Bären zu verzehren. Unsere Generation lebt im Zeitalter der Energieökonomie, was die gegen unendliche gehende Verweildauer der alten Bären in unserem Kaffezimmer verdeutlicht.

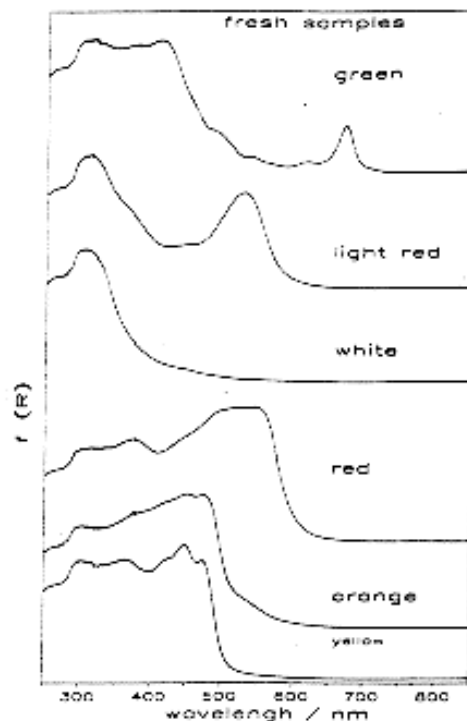


Abb. 1. UV-Vis Spektren der GB. Aufgenommen in diffuser Reflexion vom Rücken der Bären.

2.2 Farbpräferenz

Um das bevorzugte Verschwinden der "Grünen und Gelben" und das Verbleiben der "Farblosen" zu erklären, wurde UV Resonanz Raman Spektroskopie verwendet. Die GB sind damit ein nicht alltägliches Beispiel, wie diese Technik verwendet werden kann. Es wurde die 365 nm

Anregungswellenlänge eines gepulsten Dye-Lasers (50 Hz) und eine Integrationszeit von 5 Sekunden verwendet. Neben der offensichtlichen Vorliebe von Chemikern und angepassten Physikern für Farbstoffe, konnte auch der Raman-Verstärkungsfaktor eindeutig mit dem Verzehrsmuster korreliert werden. Den größten Verstärkungsfaktor zeigten die "Gelben, Grünen und Orangenen" (Abb. 2). Dies ist wiederum in einer Arbeitsgruppe, in der Ramanspektroskopie betrieben wird, nicht weiter erstaunlich. Eine grosse Verstärkung führt zu guten Spektren, die den Chef und damit die Mitarbeiter glücklich machen. Erstaunlich ist jedoch die Sensitivität des menschlichen Gaumens fuer den Raman-Verstärkungsfaktor. Ein "Pre-Test" für alle Untersuchungen mit dem menschlichen Gaumen konnte allerdings aufgrund der Einwände des Sicherheitsbeauftragten nicht etabliert werden.

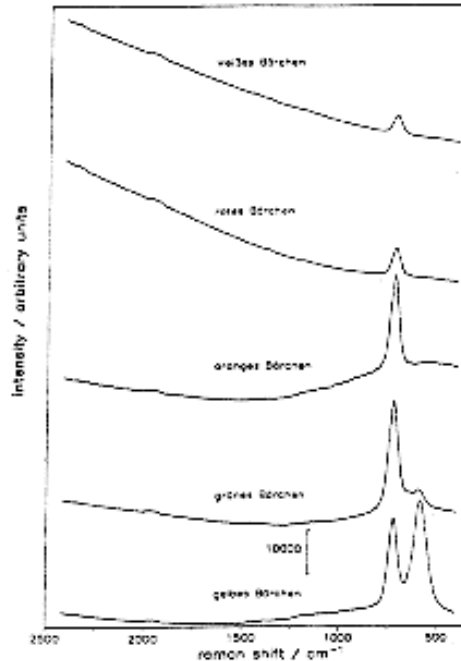


Abb. 2. UV Resonanz Raman Spektren der GB. Anregungswellenlänge 365 nm, von der Seite der Bären.

2.3 Genießer-Eß-Pattern (GEP) / Eskimos

Das GEP für GB, wurde in (1) folgendermaßen beschrieben: " Er steckt ihn in den Mund, beisst ihm die Arme, dann die Beine und schließlich den Kopf ab. Die Ohren einzeln zu kappen erfordert besonders gefühlvolles Zubeißen und einen hochsensiblen Gaumen." Diese Aussage zeigt, daß wertvolle Einblicke in das Phänomen des Zerschmelzens der Bären mit thermo-analytischen Methoden gewonnen werden können. Zuerst wurde TG verwendet. Der Start des Gewichtsverlusts wurde bei 380 K gefunden. Es folgte eine stufenweise Zersetzung bis 873 K (Abb. 3). Die Analogie zum GEP ist offensichtlich. Aufgrund der prozentuellen Anteile des Gewichtsverlusts schlagen wir jedoch folgende Reihenfolge vor: Ohren, Kopf, Arme, Beine und Rumpf. Die Abweichung der Reihenfolgen muß wohl mit dem unwissenschaftlichen Verhalten des Menschen beim Verzehr von Süßigkeiten erklärt werden. Erstaunlich ist jedoch, daß die hohen Temperaturen der Zersetzung im menschlichen Mund erreicht werden. Mögliche Gründe dafür sind, daß wir eindeutig "heiß" auf die Bären sind oder mögliche enzymatische Reaktionen im Mund (Speichel?). Der Mangel an GB bei den Eskimos konnte mit einem einfachen DSC-Experiment ergründet werden. Die GB haben eine Tg von 261 K. Da Eskimos vorwiegend in den kalten Regionen der Erde beheimatet sind, werden

dort nur GB gefunden, deren Temperatur kleiner als T_g ist. Diese Bären haben keine Elastizität und sind hart. Es fehlt somit der Genußfaktor und es gilt natürlich wiederum das Energieargument (siehe Abschnitt Alterungseffekt).

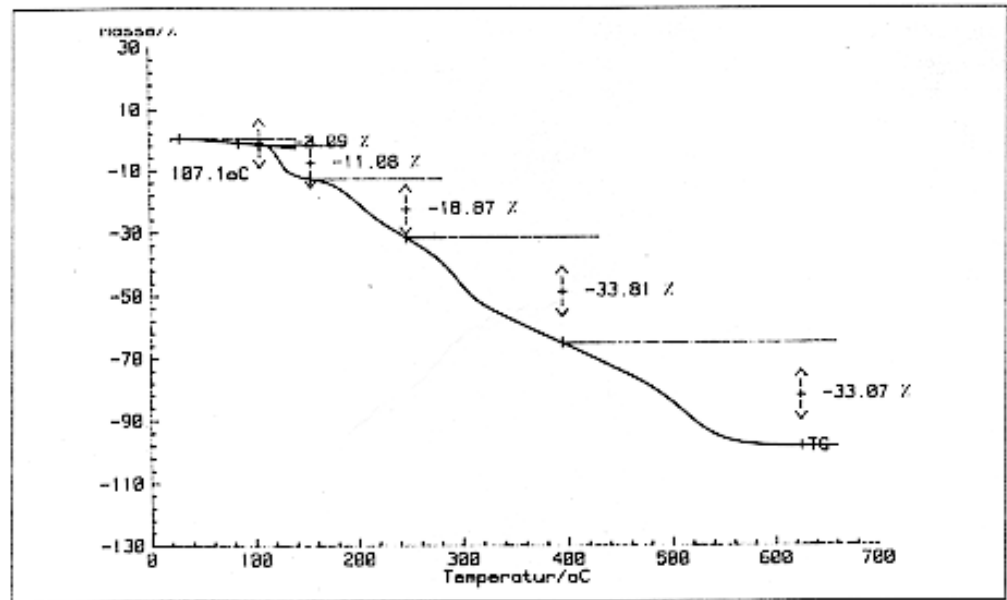


Abb. 3. Thermogravimetrie am Bären.

3. Neue Anwendungen

Um den GB eine größere Verbreitung zu ermöglichen, wurde nach neuen Anwendungsgebieten gesucht. Eine neue, spektakuläre Anwendung konnte durch den Einsatz von Laser Ablation erschlossen werden. Die Bären wurden mit einem XeCl Excimer Laser (308 nm) bestrahlt und anschließend mit einem Rasterelektronenmikroskop (REM) untersucht. Die Abbildungen 3 und 4 zeigen eindeutig das Potential dieser Technik zur Lithographie am GB mit einer Auflösung im Mikrometer Bereich. Dies kann zum Einzug der GB als neues Nachrichtenübermittlungsmedium in die Geheimdienste der Welt führen. Wer würde schon geheime Mitteilungen auf GB suchen?? Ein weiterer Vorteil dieser Methode besteht in der einfachen, gefahrlosen und gründlichen Vernichtbarkeit der Nachricht (lutschen). Das einzige Problem, das gelöst werden muß, ist der Übermittler. Er muß eine Abneigung gegen GB haben, damit gewährleistet ist, daß er die Nachrichten nicht aus Versehen lutscht.

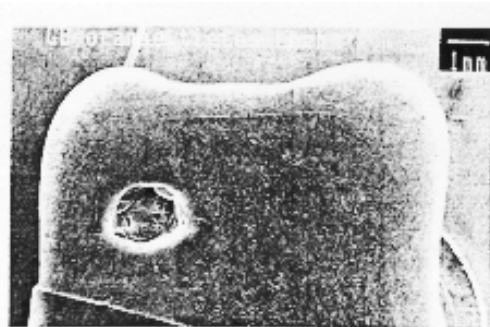


Abbildung 3: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme eines Ablationskraters vom Hinterkopf eines Bären (308 nm, 0.5 J cm⁻²).

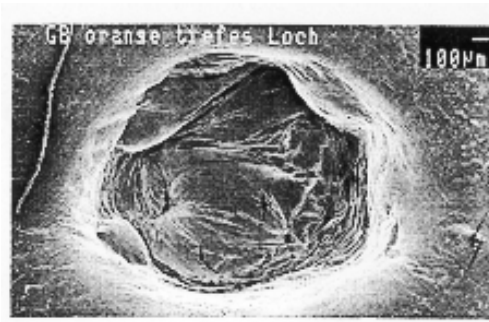


Abbildung 4: Abbildung 3 mit höherer Vergrößerung.

4 Zusammenfassung

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß Eßvorlieben, Farbvorlieben usw. der VW bzgl. GB eindeutig mit wissenschaftlichen Methoden untersucht werden können. Dies zeigt das Potential der Naturwissenschaften für eine weite Verbreitung in der Psychologie und anderen sogenannten Geisteswissenschaften.

5 Danksagung

TL möchte sich bei Johanna, Uta, Matze, Matthias, Martin und Thilo für die Hilfe bei den Untersuchungen bedanken.

6 Referenzen

1. C. Burges, Cosmopolitan 6, 224 (1987).

Quellenangabe

Der vorliegende Beitrag erschien erstmalig in Nachr. Chem. Tech. Lab. 44 (1996), 399-401.

[Thomas Lippert](#), 25.8.97;
letztes Update: 25.8.97 JF