

# MUNDGEFÜHL



Dein Mund ist ein Rheometer

Von Rob Campbell und Caroline Martin

Übersetzt von: Cornelia Küchenmeister-Lehrheuer

Dank gilt der Gesellschaft für Rheologie und der fachlichen Beratung von Victoria Russell und Kelsey Briselli.

Inspiriert durch reale Forschung:

On Oreology, the fracture and flow of “milk’s favorite cookie®”  
unter der Leitung von Crystal Owens (2022)

Culinary fluid mechanics and other currents in food science  
unter der Leitung von Arnold Mathijssen (2023)



Erklärung der **Fachbegriffe** am Ende des Comics.

Mehr Informationen zur Rheologie gibt es in „Rheologie von Katzen“.  
[rheologycomics.github.io/comic1-german](https://rheologycomics.github.io/comic1-german)

2024

v1.0

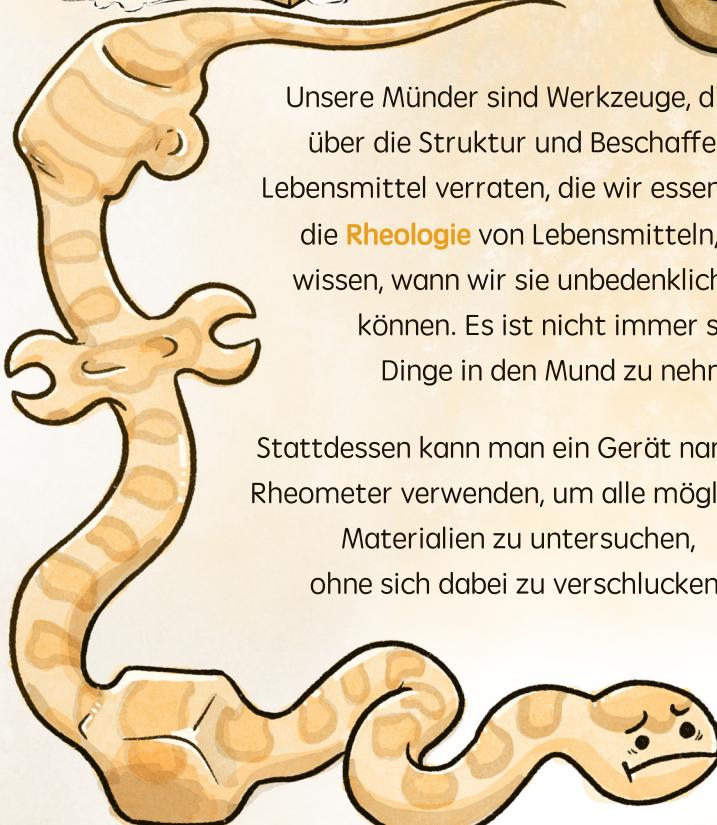
Warum stecken sich Babys viele Dinge in den Mund?



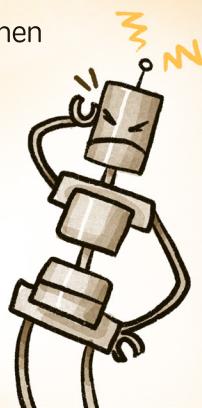
Erwachsene benutzen ihre Hände und Augen, um die Welt zu erkunden. Aber Babys benutzen gerne unser bestes Messinstrument –



Unsere Münster sind Werkzeuge, die uns alles über die Struktur und Beschaffenheit der Lebensmittel verraten, die wir essen. Sie messen die **Rheologie** von Lebensmitteln, damit wir wissen, wann wir sie unbedenklich schlucken können. Es ist nicht immer schlau, Dinge in den Mund zu nehmen.



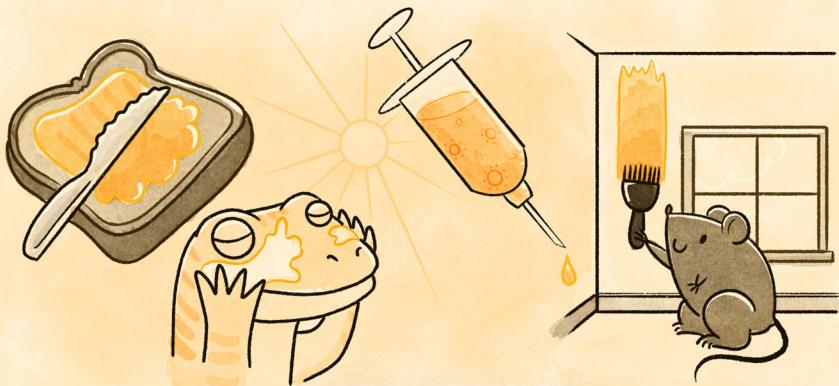
Stattdessen kann man ein Gerät namens Rheometer verwenden, um alle möglichen Materialien zu untersuchen, ohne sich dabei zu verschlucken.





Ein **Rheometer** ist ein Messgerät, mit dem Wissenschaftler und Ingenieure messen, wie Materialien fließen.

Durch diese Messungen verstehen wir besser, was passiert, wenn wir Marmelade auf Toast streichen, unser Gesicht mit Sonnenschutzmittel eincremen, Impfstoffe durch eine Spritze injizieren oder ein Haus streichen.



Mit diesen Informationen können Wissenschaftler und Ingenieure entscheiden, ob eine neue Zutat dazu beiträgt, das Verstreichen von Materialien zu verbessern, anstatt es zu verschlechtern ...



... niemand will eine feste und klebrige Sonnencreme.

Verschiedene Rheometer haben unterschiedliche Fähigkeiten und können verschiedene Materialien untersuchen.

Zum Beispiel:

RHEOMETER MIT  
PARALLELEN PLATTEN



Gele und Schäume  
(Pudding, Shampoo)

RHEOMETER  
MIT KOAXIALEM  
ZYLINDER



gießbare und  
streichfähige  
Materialien  
(Milch, Farbe)

RHEOMETER MIT  
FLÜGELROTOREN



stückige oder fettige  
Materialien  
(Erdnussbutter,  
Zementschlämme)

Aber Dein Mund kann all dies gleichzeitig,  
wenn er das Mundgefühl „misst“.

Dein Mund kann sogar kleine  
Veränderungen in der Beschaffenheit  
und den Zutaten von Lebensmitteln  
erkennen, womit selbst die besten  
Rheometer Schwierigkeiten haben.



Warum kann ich  
nie gewinnen?



# KÖRPER gegen MASCHINE

~ Der Wettkampf, den Doppelkeks zu genießen ~

## [RUNDE 1] DIE DREHUNG



Du kannst damit beginnen, den Keks auseinanderzudrehen. Aber wie stark und wie schnell solltest Du ihn drehen? Kannst Du ihn so drehen, dass sich die Creme auf beide Hälften verteilt?



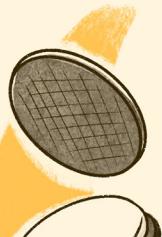
Deine Hände und das Rheometer mit parallelen Platten können sowohl die Kraft (**Schubspannung**) als auch die Geschwindigkeit (**Scherrate**) der Drehung kontrollieren.



Beide spüren, wenn die Creme anfängt, sich zu bewegen und der Keks sich zu drehen beginnt.

Unterschiedliche Bedingungen (Schubspannungen, Scherraten oder Temperaturen) können dazu führen, dass die Creme anders fließt und sich dabei unterschiedlich verteilt.

Wenn Du diese Bedingungen kennst, verrät Dir die Drehung viel über die Rheologie der Creme!



## [ERGEBNIS DER 1. RUNDE]

UNENTSCHIEDEN

## [RUNDE 2] DAS KAUEN



Wenn Du einen Keks kaust und „isst“, spürt Dein Mund jede winzige Veränderung, wenn sich die Kekskrümel mit der Creme mischen und ein neues Material bilden.

Deine Zähne und Deine Zunge testen das Material ständig, um die besten Bedingungen zu finden, damit es sicher geschluckt werden kann.

Mit einem Rheometer mit parallelen Platten können Informationen über das

Kauen erhalten werden. Dabei wird die **Normalkraft** gemessen, die von der Probe gegen die Platte wirkt.



Bis jemand das Rheometer erfindet, das viele Tests auf einmal durchführen kann, brauchen wir immer noch viele verschiedene Rheometer, um annähernd die gleichen Informationen zu erhalten, wie Du mit Deinem Mund in wenigen Augenblicken.

## [ERGEBNIS DER 2. RUNDE]

DER MUND GEWINNT!

Da unsere Münster so gute Rheometer sind, haben Köche im Laufe der Geschichte mit der Rheologie und dem Mundgefühl gespielt und Lebensmittel so verändert, dass sie komplizierter wurden und mehr Spaß machen!



#### Brot ist ein **Schaum**

Luftblasen, die in einem Feststoff oder einer Flüssigkeit eingeschlossen sind.

#### Gekochte Nudeln sind ein **Gel**

Ein weicher, mit Flüssigkeit gefüllter Feststoff

#### Salatdressing ist eine **Emulsion**

Tröpfchen einer Flüssigkeit, die in einer anderen schwimmen

#### Pfannkuchen sind **rheopex**

Teig wird vorübergehend fester, wenn man ihn rührt.

#### Currypaste ist eine **Flüssigkeit mit Fließgrenze**.

Sie ist fest, bis man sie ausreichend stark belastet.

Heute setzen Lebensmittelrheologen Rheometer ein, um neue Lebensmittel herzustellen, die vertraute Texturen nachahmen.



Um diese komplexen Texturen mit einem Rheometer zu untersuchen, sind viele Tests erforderlich. Einige der häufigsten Tests sind:

Wie verteilt es sich oder kann es gequetscht werden?



Untersuche die **Viskosität** im **ROTATIONS-Versuch**.

Miss die Schubspannung oder Scherrate

Was passiert im Laufe der Zeit?



Untersuche die **Viskoelastizität** im **OSZILLATIONS-Versuch**.

Kleines Hin- und Herbewegen (kleiner Winkel) oder großes Hin- und Herbewegen (großer Winkel)

Wie weit kann ich es dehnen, bevor es reißt?



Untersuche die **Elastizität** im **DEHN-Versuch**.

Bleibt es unter Druck stecken?



Untersuche die Strömung durch ein Rohr im **ROHRSTRÖMUNGS-Versuch**.

# Du kannst diese Tests mit Deinem Mund durchführen! Was wirst Du untersuchen?

Denk bei Deiner nächsten Mahlzeit wie ein Rheometer und miss:

**Plastizität:** Wie stark verändert es seine Form, bevor es bricht? Hält es zusammen?

**Viskosität:** Kann man es leicht vom Löffel schlürfen?

**Härte:** Wie viel Kraft brauchst Du, um es mit Deinen Zähnen zu zerkaulen?

**Elastizität:** Nimmt es beim Kauen wieder seine ursprüngliche Form an?

**Zähigkeit:** Wie oft muss man es kauen?

**Körnigkeit:** Besteht es aus vielen kleinen Teilchen?

**Klebrigkeite:** Wie viel Kraft brauchst Du, um es zu entfernen, wenn es an Deinen Zähnen klebt?

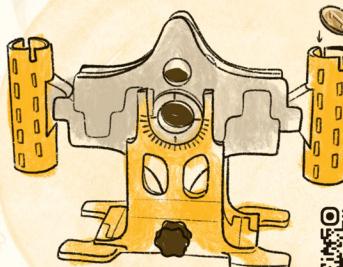
**Feuchte:**

Saugt es Deinen Speichel auf und macht es Deinen Mund trocken oder ist es saftig?

**Mundbenetzung:**

Fühlt es sich an, als würde es Deinen Mund benetzen, nach dem Du es gegessen hast?  
(z. B. fettig, ölig)

Für technische Messungen:  
Drücke Dein eigenes 3D Modell  
eines Rheometers mit parallelen Platten!



# WÖRTERBUCH

**RHEOLOGIE** – Untersuchung des Fließverhaltens von Stoffen (besonders wenn sie zwischen fest und flüssig sind)

**RHEOMETER** – Messgerät, mit dem Wissenschaftler und Ingenieure die Rheologie verschiedener Materialien messen

## RHEOMETER MIT PARALLELEN

**PLATTEN** – Material befindet sich zwischen zwei Platten, die sich gegeneinander verdrehen. Gut geeignet für Gele und Schäume (z. B. Pudding, Shampoo)

## RHEOMETER MIT KOAXIALEN

**ZYLINDERN** – Ein Zylinder dreht sich im Inneren eines Bechers. Das Material fließt in einer dünnen Schicht zwischen Zylinder und Becherwand. Gut geeignet für gießbare oder streichfähige Materialien (z. B. Milch, Farbe)

## RHEOMETER MIT FLÜGELROTOR –

Wie bei einem Ventilator oder einer Wetterfahne drehen sich die Flügel in einem Becher. Gut geeignet für stückige und fettige Materialien (z. B. Erdnussbutter, Zementschlämme)

**SCHUBSPANNUNG** – Kraft, die eine Fläche über die Oberfläche des Materials zieht oder dreht (sog. Stärke der Drehung)

**SCHERRATE** – wie schnell oder langsam sich die Fließgeschwindigkeit über einen bestimmten Abstand ändert, wie zwischen den Teilen des Rheometers (sog. Geschwindigkeit der Drehung)

**NORMALKRAFT** – Kraft, die senkrecht zu einer Oberfläche wirkt. In einem Rheometer ist die Scherkraft die Verdrehung. Die Normalkraft ist die Kraft, mit der das Material gegen die Platte drückt.

Danke für das Lesen!



**SCHAUM** – ein mit Luftblasen gefülltes nachgiebiges Material (z. B. Brot, Schaumgebäck, Mousse, Marshmallow)

**GEL** – ein weicher Feststoff, der mit Flüssigkeit gefüllt ist (z. B. Pudding, Gelee, gekochte Nudeln)

**EMULSION** – Flüssigkeitströpfchen, die in einer anderen Flüssigkeit verteilt sind und diese manchmal fester erscheinen lassen (z. B. Salatdressing, Mayonnaise)

**RHEOPEX** – wenn eine Flüssigkeit unter Belastung vorübergehend fester und elastischer wird (z. B. Pfannkuchen, Eischnee)

**FLÜSSIGKEIT MIT FLIEßGRENZE**  
**sog. BINGHAM FLUID** – Material, das so lange festbleibt, bis eine ausreichende Schubspannung aufgebracht wird und es zum Fließen bringt (z. B. Curtypaste, Nutella, Erdnussbutter)

**VISKOSITÄT** – wie „dick“ ein Material ist; gibt an, wie viel Kraft erforderlich ist, um Material mit einer bestimmten Geschwindigkeit zu bewegen

**ELASTIZITÄT** – wie elastisch ein Material ist; gibt an, wie gut ein Material in seine ursprüngliche Form zurückspringt, wenn keine Belastung mehr ausgeübt wird

**VISOELASTIZITÄT** – Mischung aus Viskosität und Elastizität; wirkt in der Regel elastisch über kurze Zeiträume und viskos über lange Zeit

## Rheologie Comics #2

Dein Mund ist ein Rheometer!

Rheologen verwenden ein Gerät namens Rheometer, um Materialeigenschaften zu messen, aber jeder hat bereits eines der besten Rheometer der Welt: den eigenen Mund.

Inspiriert von all den klebrigen, glibberigen, schleimigen und zähen Lebensmitteln, die wir je gegessen haben, beschreibt dieser Comic, wie Rheologen Rheometer in Experimenten einsetzen und wie man das auch zu Hause selbst machen kann.



Gefördert durch den “Rheology Venture Fund”  
der “Society of Rheology”.

Folge dem QR-Code und erfahre mehr über Rheologie.

Dieser Comic ist auch  
erhältlich in:

- |          |            |
|----------|------------|
| Español  | • 日本語      |
| Ελληνικά | • فارسی    |
| العربية  | • Français |

Und in vielen weiteren Sprachen!

