

Einfluss des Wasserhärtegrades auf die Vergleichbarkeit von ballistischer Gelatine

Finn Schrader¹, Maximilian Hohm¹, Ingo Rottenberger², Daniel Mörlein¹, Rafael H. Mateus-Vargas¹

¹Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen

²Bundesinstitut für Risikobewertung, Berlin

Einleitung

Warum ballistische Gelatine ?

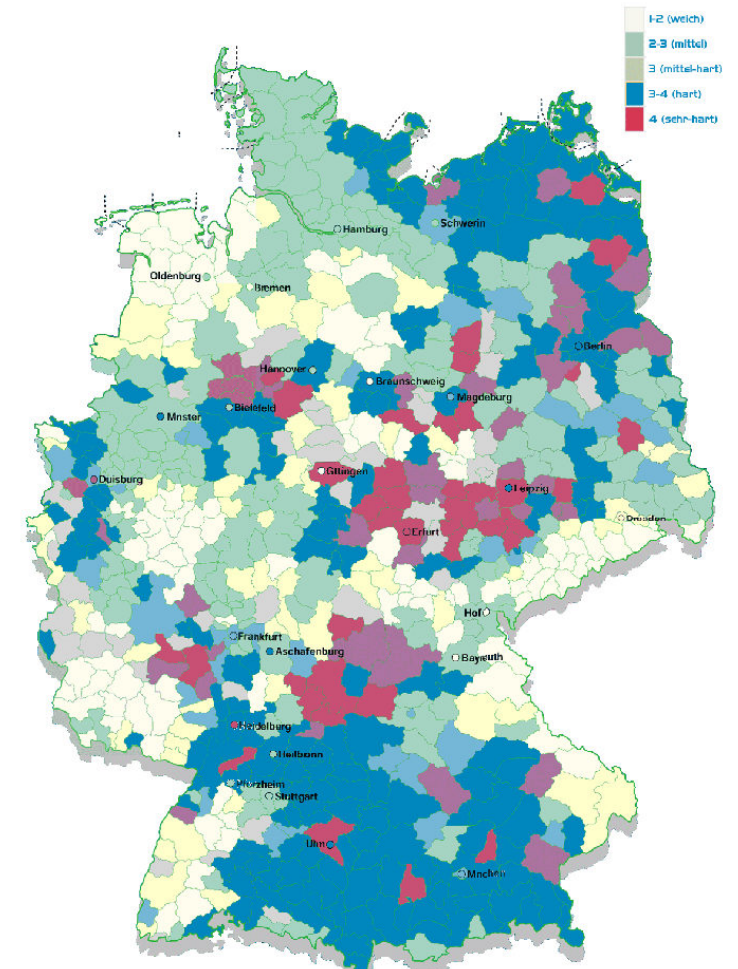
- Ballistische Gelatine als Simulanz für biologisches Gewebe
- Ballistische Gelatine zur Kontrolle jagdlicher Geschosse
 - Tierschutz
 - Kontrolle der Tötungswirkung
 - Vergleich mit anderen Geschossen

Einleitung

Wasserhärte in Deutschland

- Regionale Unterschiede der Wasserhärte
- Beispiel: G. Tegge und W. Kempf, 1961

Wasserhärte hat einen Einfluss auf die Viskosität von Kartoffelstärke



Quelle: Wasserhärte Karte Deutschland: Mensch, Wasser, Sonne, Wärme & Umwelt, Heft 1997, Umwelt-Broschüre der Tegernseer-Fach-Gruppe e. V.

Einleitung

Leitfrage

- Hat der Wasserhärtegrad einen messbaren Einfluss auf die Vergleichbarkeit von ballistischer Gelatine?

Hypothese

- Der Wasserhärtegrad hat einen Einfluss auf strukturelle Eigenschaften der ballistischen Gelatine

Einleitung

Gliederung des Versuches

- Wasser mit spezifischen Härtegraden
- Gelatineproben nach reproduzierbarem Verfahren
- Beprobung durch einen Texturanalyser
- Auswertung der Daten

Material und Methode

Versuchsvorbereitung Wasser

- ❖ Härtebereich weich (weniger als 1,5 Millimol Calciumcarbonat je Liter)
- ❖ Härtebereich mittel (1,5 bis 2,5 Millimol Calciumcarbonat je Liter)
- ❖ Härtebereich hart (mehr als 2,5 Millimol Calciumcarbonat je Liter)

Material und Methode

Einstellung des Wasserhärtegrades nach Akkanen und Kukkonen (2009)

Table Table 1.. Salt composition of the artificial freshwaters prepared to Milli-Q grade water

Hardness ^a	CaCl ₂ × 2H ₂ O (mg/L)	MgSO ₄ × 7H ₂ O (mg/L)	NaHCO ₃ (mg/L)	KCl (mg/L)
0.1	11.8	4.9	2.6	0.2
0.5	58.8	24.7	13.0	1.2
2.5	294.0	123.3	64.8	5.8
4.0	470.0	197.0	103.0	9.2

Material und Methode

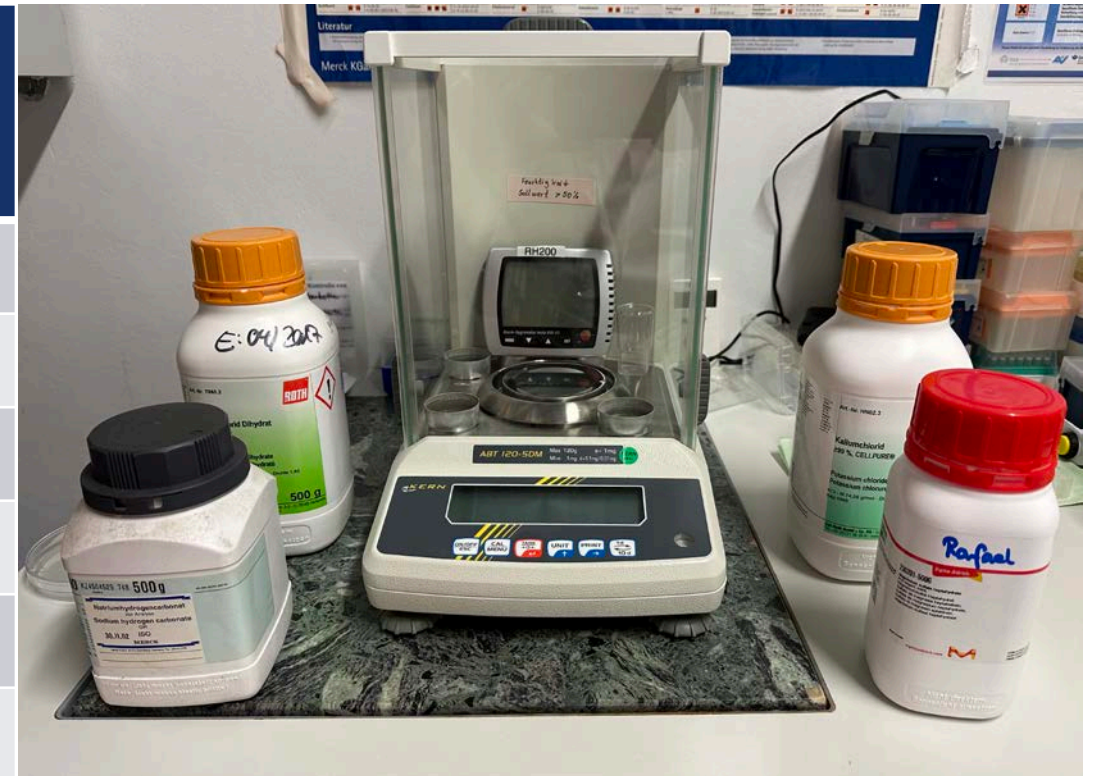
Wasser mit 5 verschiedenen Härtegraden

- ❖ Härtebereich 0 (Destilliertes Wasser/Referenz)
- ❖ Härtebereich 1 (weich: $< 1,5$ Millimol Calciumcarbonat je Liter)
- ❖ Härtebereich 2 (mittel: 1,5 bis 2,5 Millimol Calciumcarbonat je Liter)
- ❖ Härtebereich 3 (hart: $> 2,5$ Millimol Calciumcarbonat je Liter)
- ❖ Härtebereich 10 („sehr hart“: > 4 Millimol Calciumcarbonat je Liter)

Material und Methode

Härte	$\text{CaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ (mg/L)	$\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ (mg/L)	NaHCO_3 (mg/L)	KCl (mg/L)
0	0	0	0	0
0,1	11.8	4.9	2.6	0.2
1	118.0	49.0	26.0	2.0
2	236.0	98.0	52.0	4.0
3	354.0	147.0	78.0	6.0
10	1180.0	490.0	260.0	20.0

Errechnete Mengenangaben zur Herstellung der Wasserproben



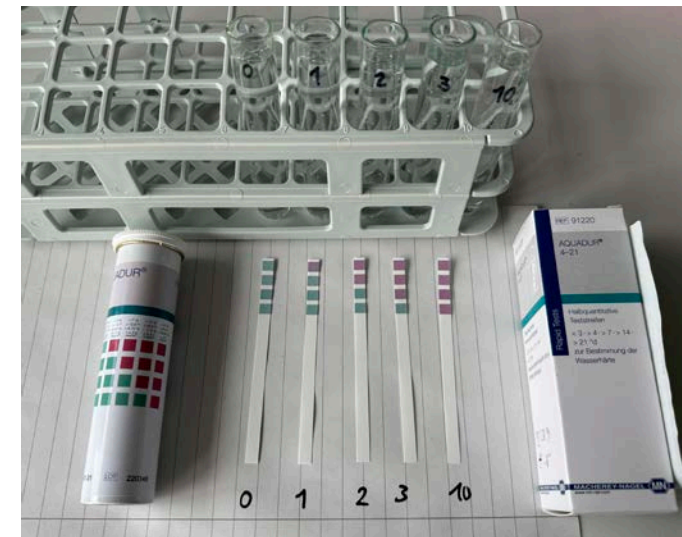
Abwiegen der Chemikalien

Material und Methode

- Chemikalien mit Laborwaagen abgewogen
- 2 Liter jedes Härtegrades angefertigt
- Rückstandsfrei mit Laborrührgeräten vermischt



Lösen der Chemikalien und pH Kontrolle



Kontrolle der Wasserproben mit Teststreifen

Material und Methode

Vorbereitung: Verwendung des Gelatinegranulats Ballistic-3, Gelita Ballistics

Parameter	Test Method	Ballistic 3	Unit
Gel Strength (Bloom)	AOAC	255 - 265	g Bloom
Viscosity	6.67 %; 60 °C	3.40 – 4.60	mPa*s
pH	6.67 %; 60 °C	4.70 – 5.70	-
Transmission 620 nm	6.67 %; 620 nm	>= 93	%
Transmission 450 nm	6.67 %; 450 nm	>= 83	%
Conductivity	1.00 %; 30 °C	<= 300	µS/cm
Moisture	>= 16h; 105 °C	9.0 – 13.0	%
Calcium	Complexometry	-	mg/kg
Total aerobic microbial count (tamc)	Ph. Eur./USP-NF	< 1000	cfu/g
Salmonella	ISO 6579	negative	/25 g

Material und Methode

Probenherstellung

- Technische Richtlinie 9mm x 19
schadstoffreduziert
- GELITA Ballistics
- Gelatin Manufacturers Europe (GME)
 - Herstellung nach festgelegten Schritten
 - Gelatineproben in Bloomgläsern/100ml
Laborgläser (KEINE BLÖCKE)
 - 20% Lösung anstatt 6,67% Lösung

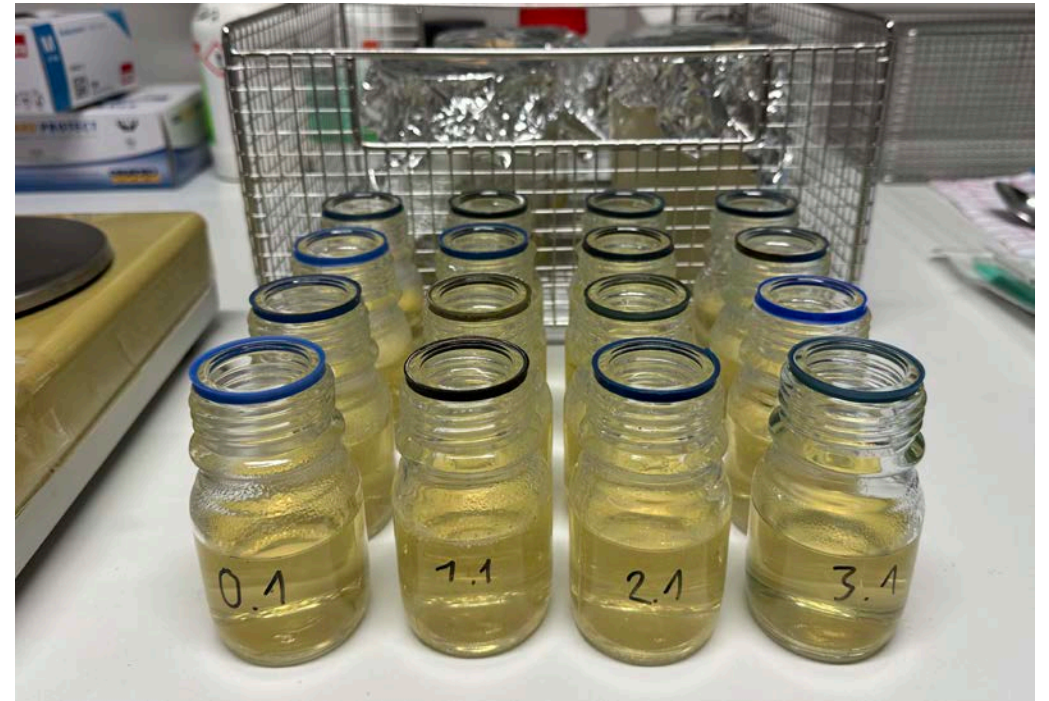


Herstellung der Gelatinelösungen

Material und Methode

Probenumfang

- 5 Härtegrade
- 4 Proben je Härtegrad (inklusive einer Reserveprobe)



Gelatineproben in Laborgläsern 100ml

Material und Methode

Datenaufnahme

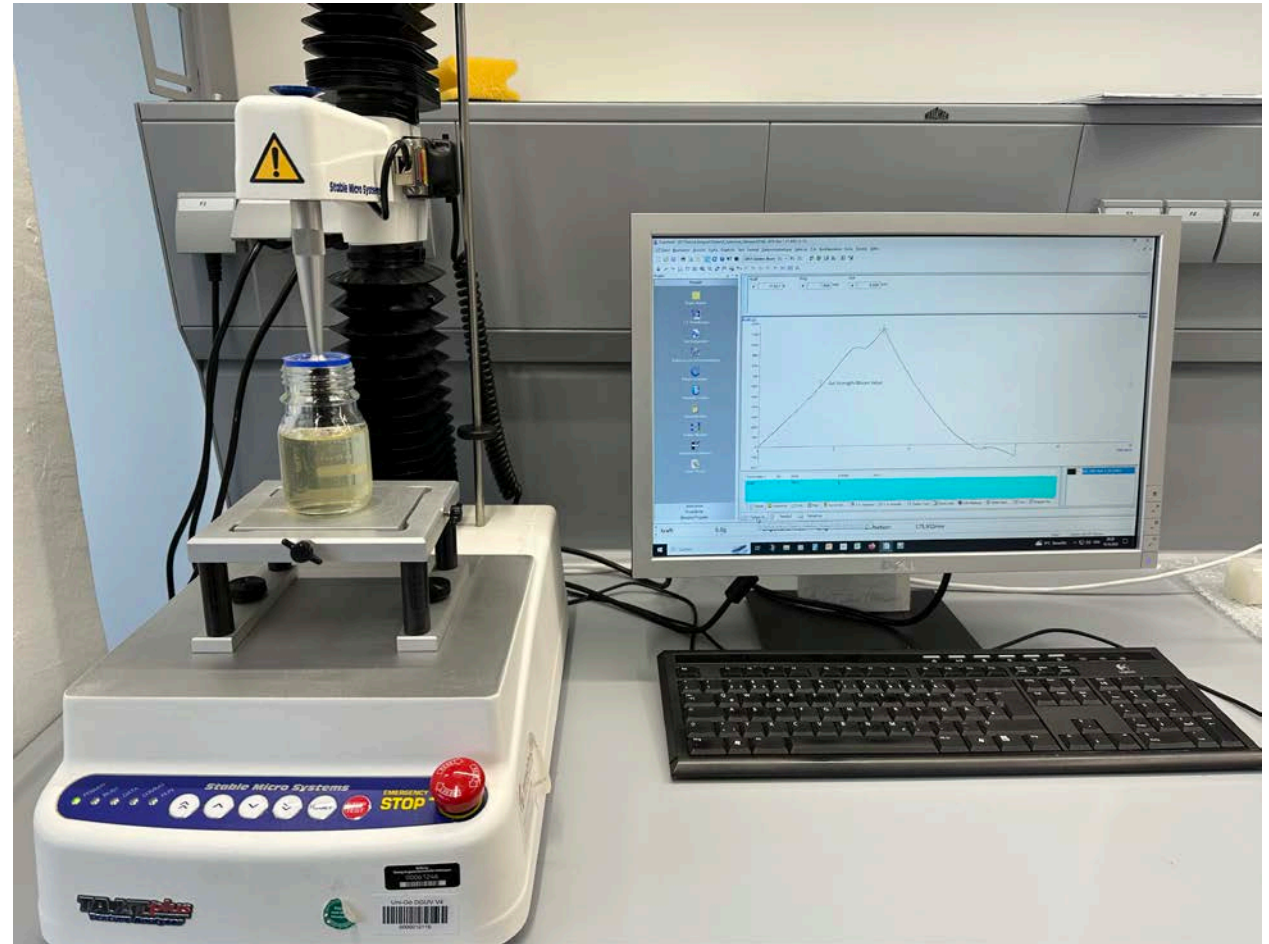
- Beprobung der Gelatine
- Datenaufnahme mittels Texturanalyser
- Testverfahren nach GME vorgaben
- Messtiefe 8 mm statt 4 mm

Mode:	Measure Force in Compression
Options:	Return to Start
Pre-Test Speed:	1.5 mm/s
Test Speed:	1.0 mm/s
Post Test Speed:	1.0 mm/s
Distance:	8mm
Trigger Type:	Auto - 5g
Tare mOde Data:	Auto
Data Acquisition Rate:	200pps

Material und Methode

Versuchsaufbau

- Texturanalyser
- Einstellung nach GME
- Datenaufnahme mit doppelter Randomisierung



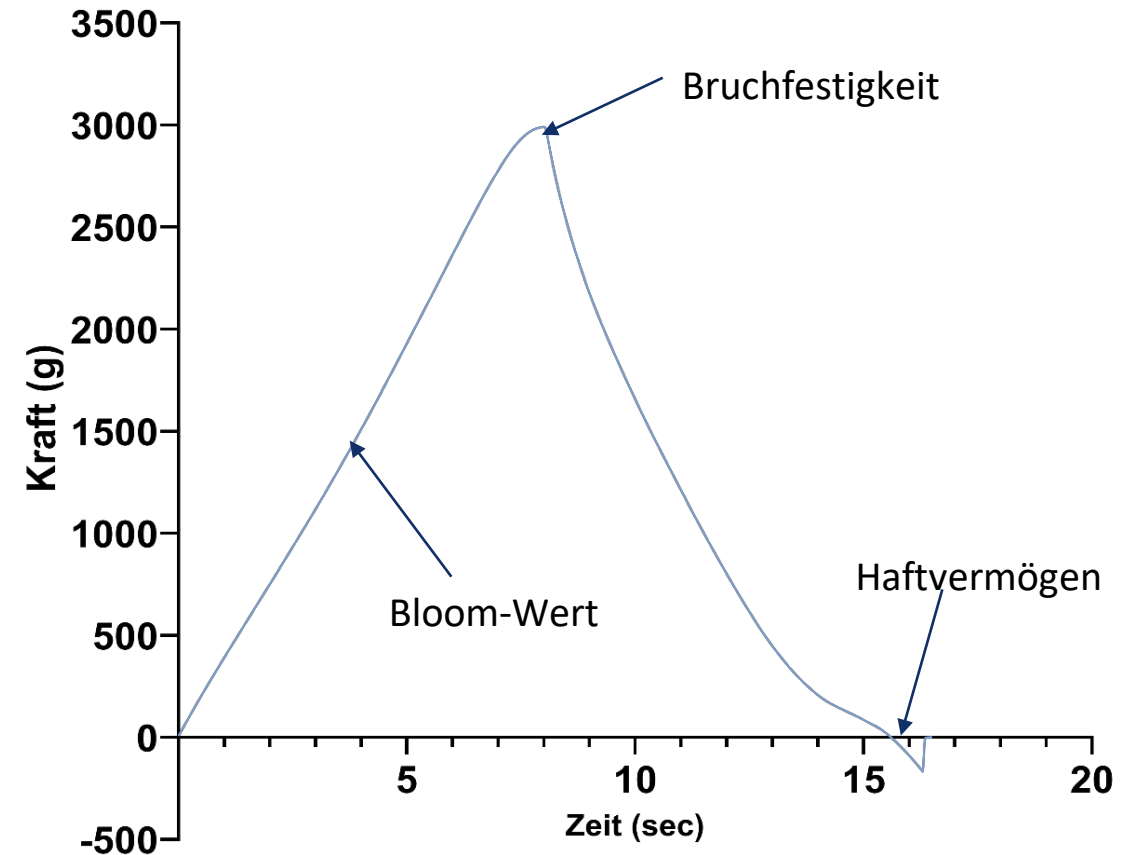
Datenaufnahme mit Texturanalyser

Ergebnisse

Untersuchung der Parameter

Auswertung mit GraphPad Prism

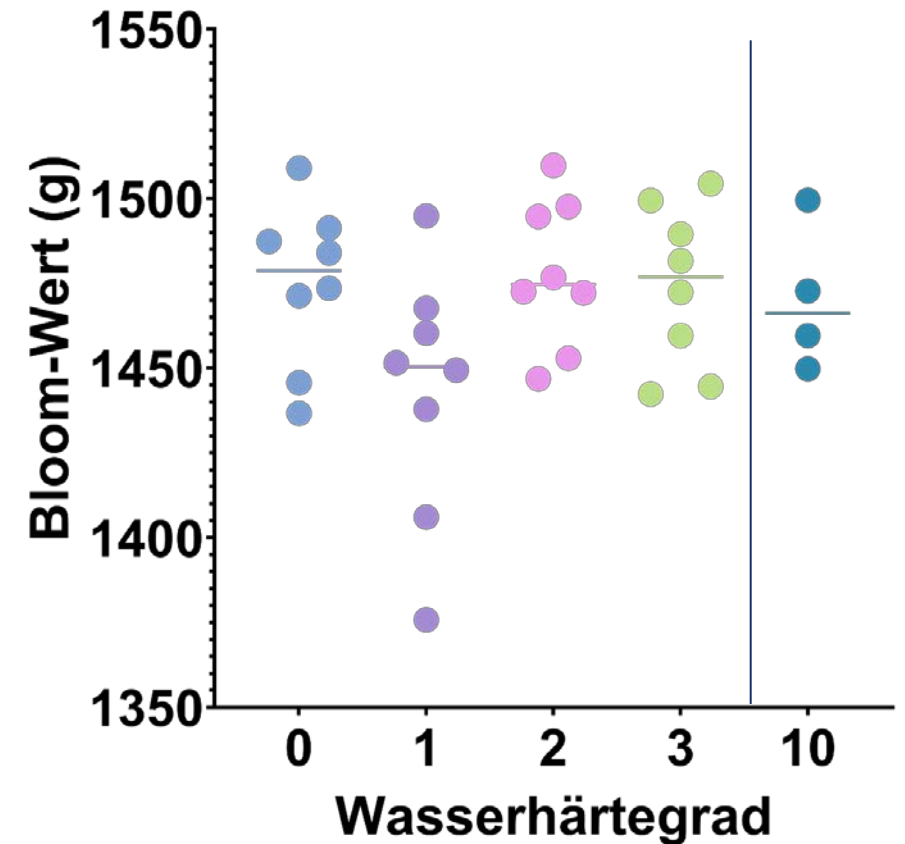
- Bloom-Wert
- Bruchfestigkeit (Rupture Strenght)
- Haftvermögen (Adhesiveness)
- Fläche unter der Kurve



Ergebnisse

Bloom-Wert

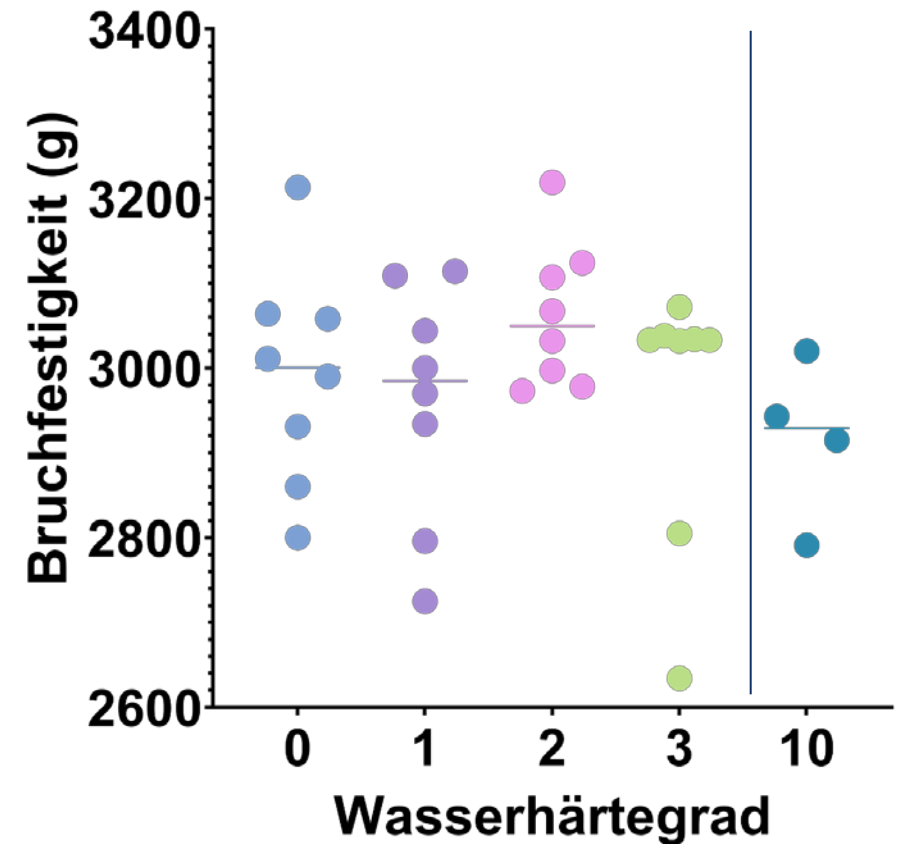
- Streuung gleichmäßig verteilt
- Zwei Messung bei Härtegrad 1
vermutlich durch Luftblasen verfälscht
- Wertebereich: 1430g bis 1520g Bloom
- Kein erkennbarer Trend



Ergebnisse

Bruchfestigkeit (Ruptur Strenght)

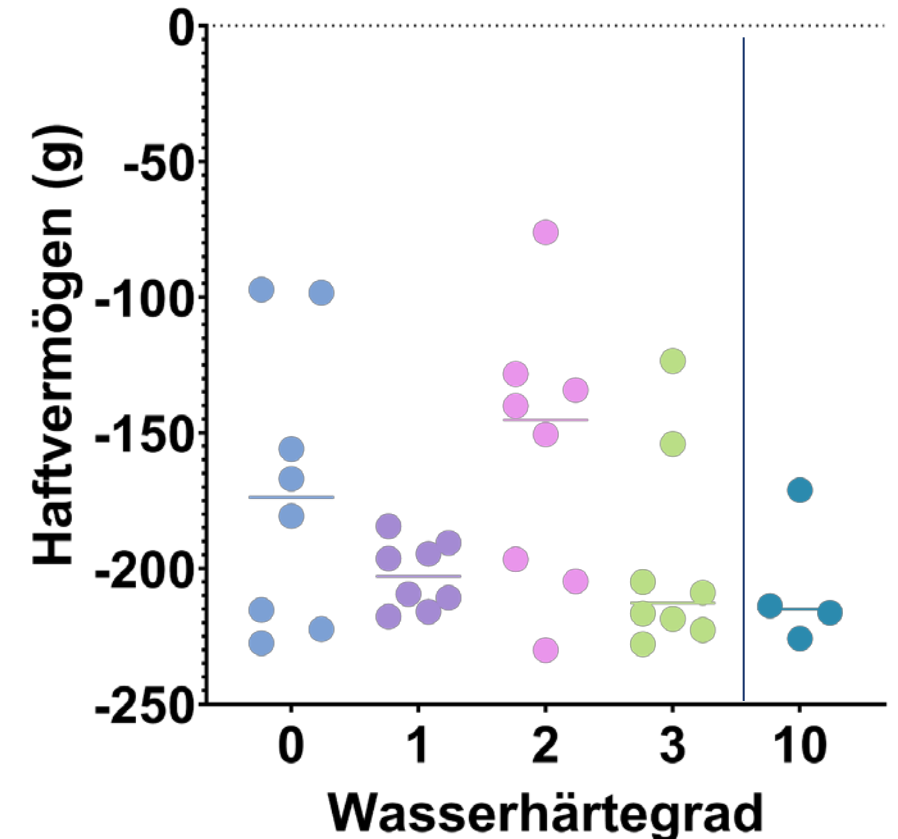
- Streuung gleichmäßig verteilt
- Wertebereich: 2750g bis 3225g
- Kein erkennbarer Trend



Ergebnisse

Haftvermögen (Adhesiveness)

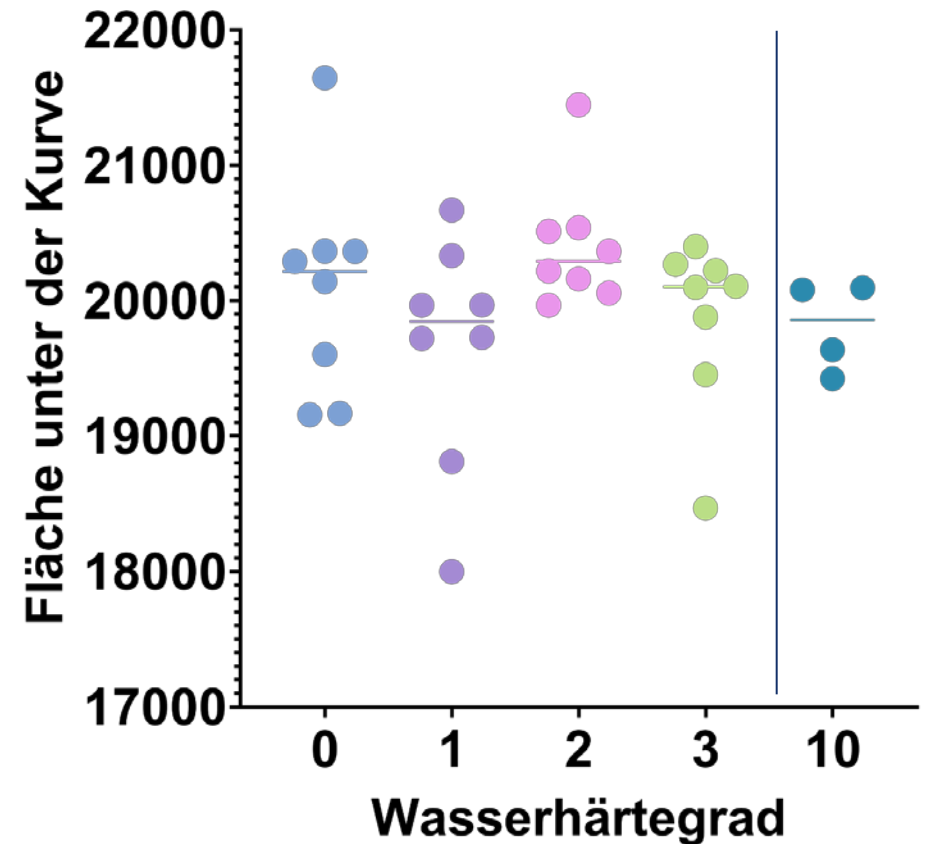
- Streuung gleichmäßig verteilt
- negativ dargestellt, Werte liegen unterhalb der X-Achse
- Wertebereich: -75g bis -230g
- Kein erkennbarer Trend



Ergebnisse

Fläche unter der Kurve

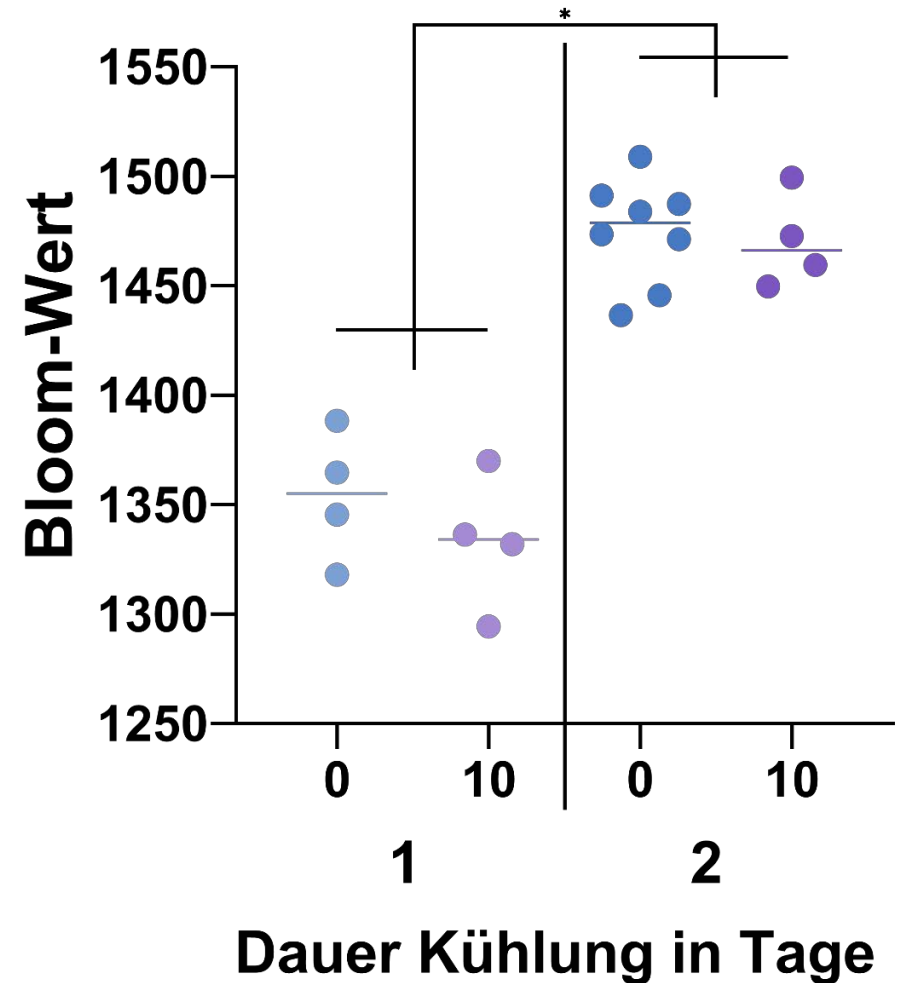
- Streuung gleichmäßig verteilt
- Wertebereich: 18000 bis 21650
- Kein erkennbarer Trend



Ergebnisse

Exkurs: Auffälligkeit bei der Kühlung

- 3 Datenaufnahmen
- 1x 24 Stunden Kühldauer
- 2x 48 Stunden Kühldauer
- Unterschiede im Bloom-Wert erkennbar
- TR 9mm x 19: Blöcke mind. 18 h bei 15°C
- Empfehlung weiter zu Untersuchen



Diskussion und Fazit

Der Wasserhärtegrad hat keinen messbaren Einfluss auf die Vergleichbarkeit ballistischer Gelatine der MARKE GELITA.

Durch Messauffälligkeiten bei unterschiedlicher Kühlungsdauer, raten wir zur Untersuchung des Einflusses der Kühlungsdauer.

Dank an das BFR , Ruth Wigger, Dr. Vargas

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit Fragen ?

Bei Fragen stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung!
finnleon.schrader@stud.uni-goettingen.de