



Nutzerakzeptanz hochviskoser Injektionen

Einfluss der Injektionszeit und -Kraft bei der manuellen Injektion

Dr.-Ing. Stephan Riedel | 09.06.2026 | Mannheim

Fragestellung

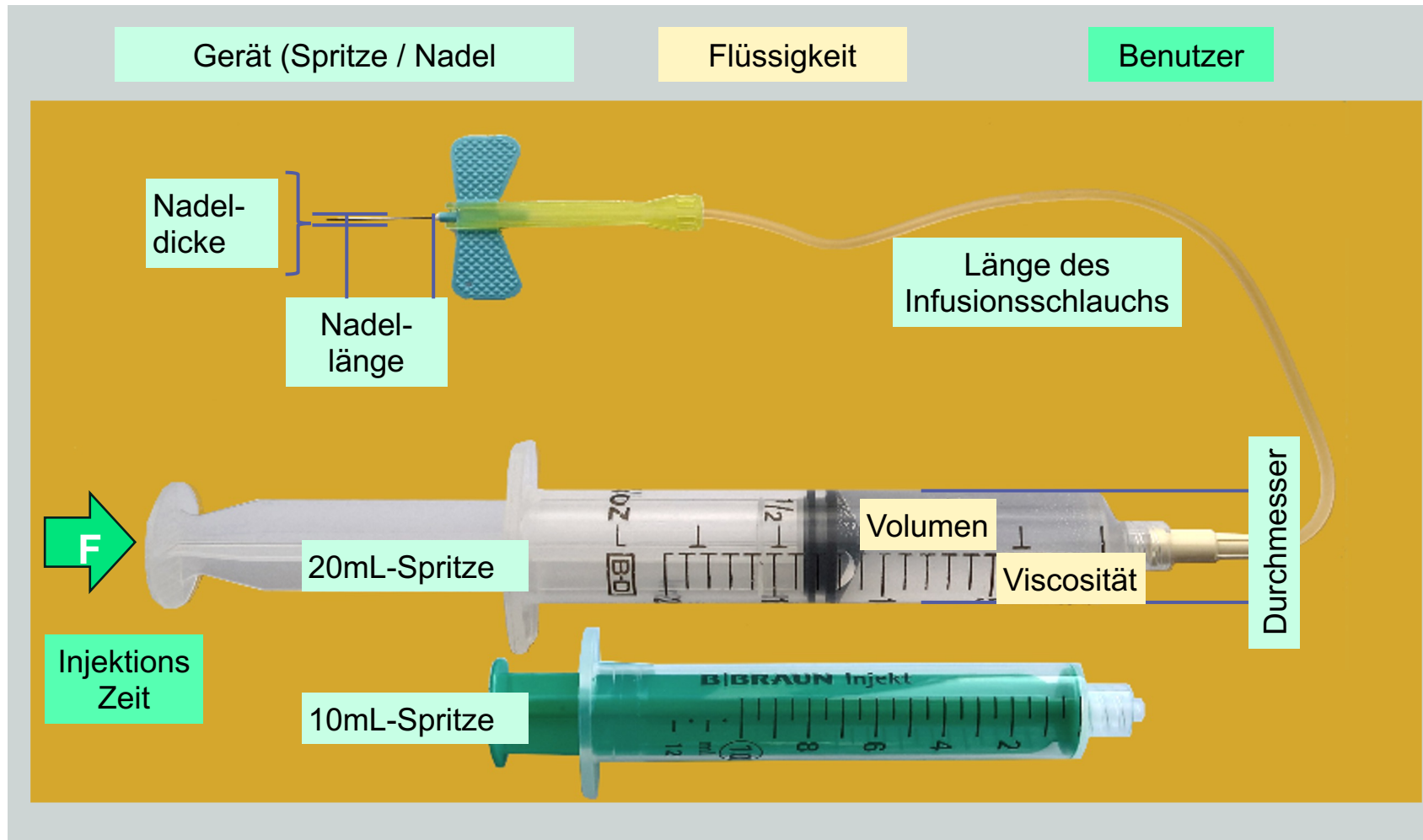
- Akzeptiert ein Gesundheitsfachkraft eine manuelle subkutane Injektion mit einer
 - hochviskosen Lösung (11 / 25cP)
 - und einem großen Volumen (9 / 13mL)?



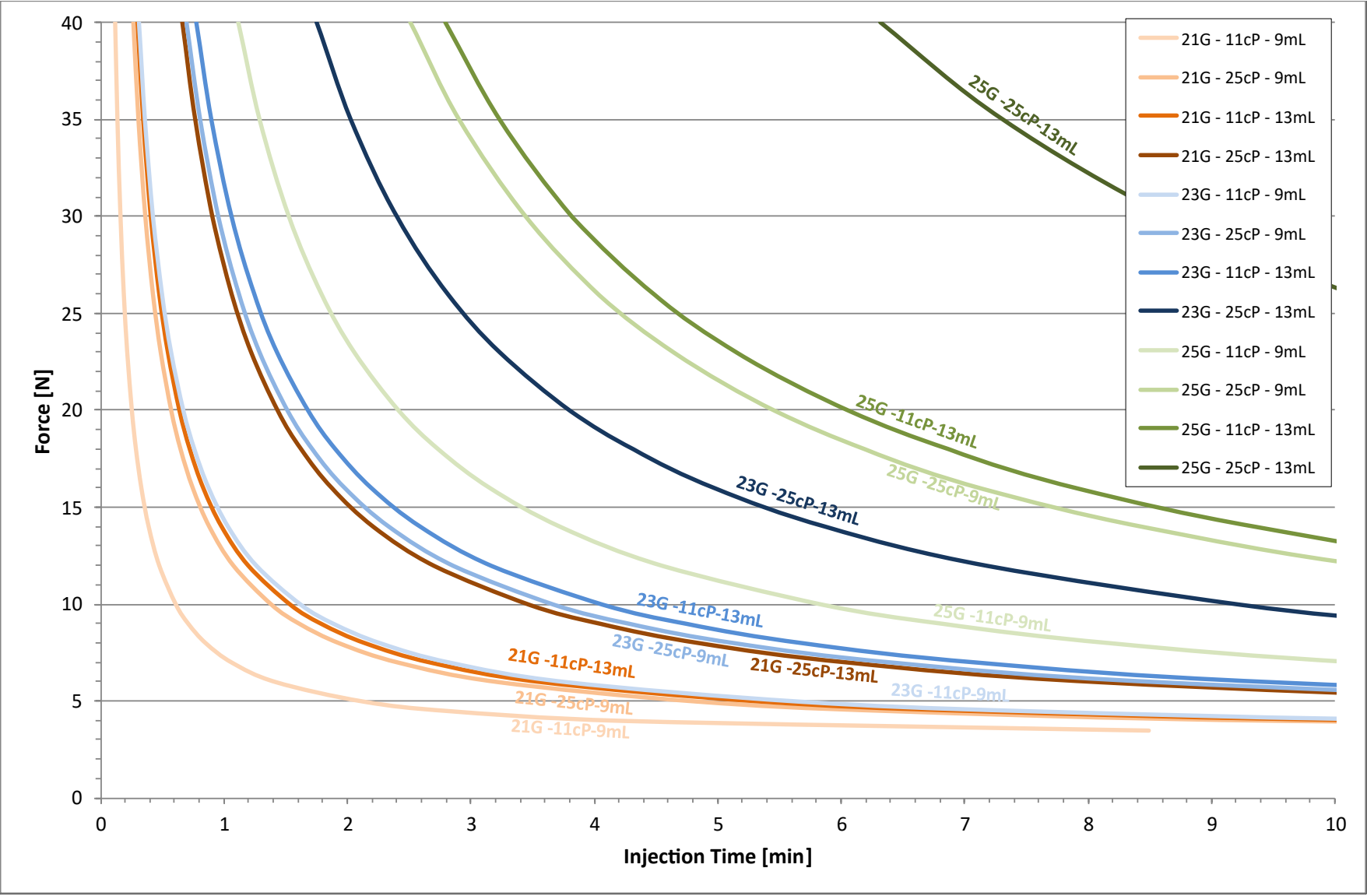
Einleitung

- Injektionskraft und –zeit, Einflussfaktoren
- Erste Ergebnisse beim Vortest
- Usability Studie
 - Studien Design
 - Teilnehmer
 - Ergebnisse
 - Kraftmessung und mathematisches Modell
 - Schlussfolgerung
- Benefits

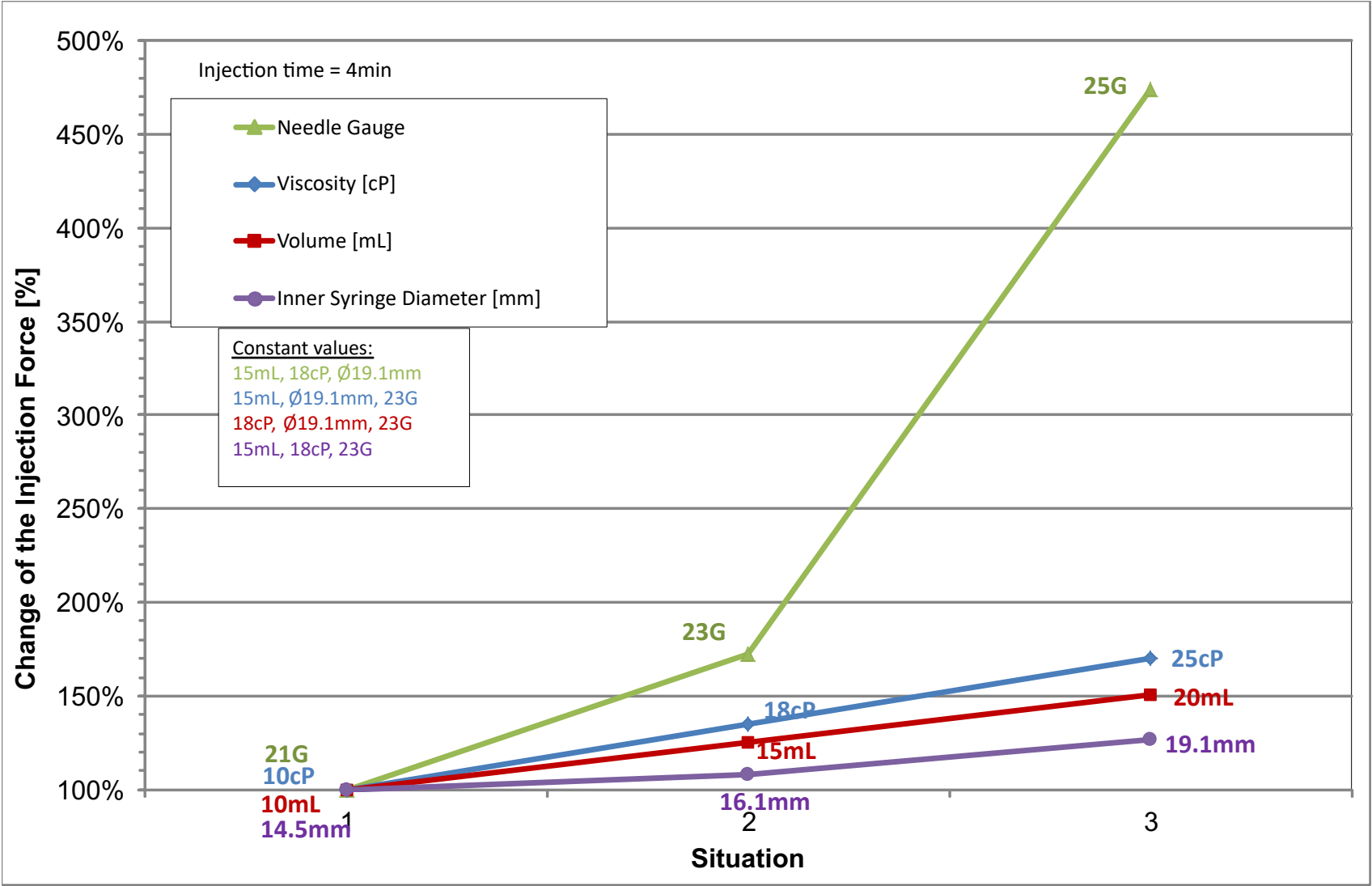
Parameter, die die Injektionskraft beeinflussen



Mathematisches Modell: Kraft in Abhängigkeit der Injektionszeit



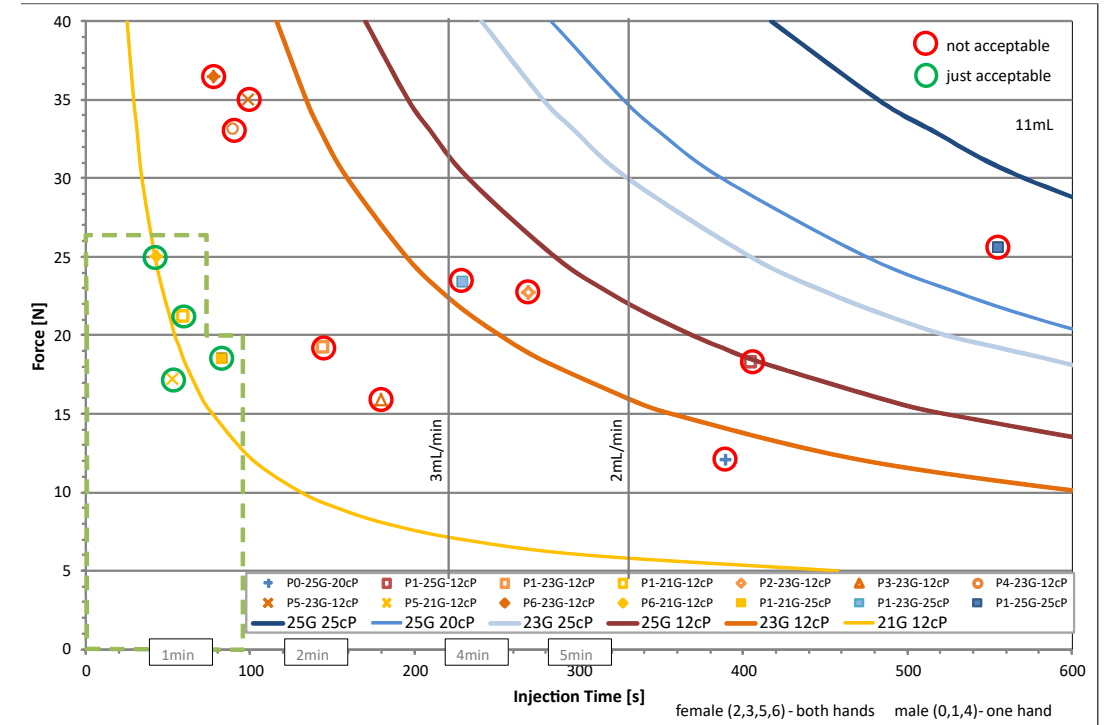
Mathematisches Modell: Einfluss der Parameter



Vortest: Schlussfolgerung



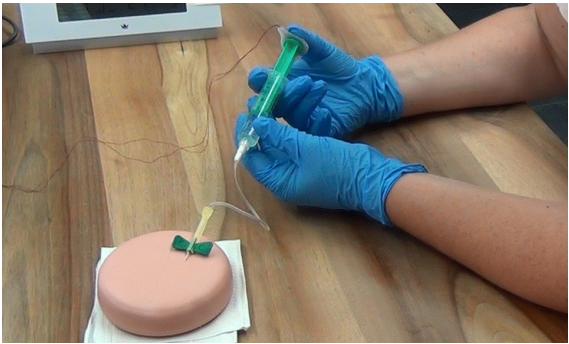
- Injektionskraft
 - a. Alle weiblichen Teilnehmerinnen drückten den Kolben mit beiden Händen.
 - b. Die akzeptable (durchschnittliche) Injektionskraft liegt unter 25 N
- Injektionszeit
 - a. Die Benutzer bevorzugt eine kurze Injektionszeit($t < 2\text{min}$)
- Nadeldicke
 - a. Der 21G BD Vacutainer war das einzige akzeptierte Nadelsystem (Nadel, Butterfly und Schlauch)



Usability Studie – Studien Design

Test Parameter

- 7 Parameter wurden getestet (randomisiert)
- 3 manuelle Injektionen pro Teilnehmer in ein Injektionskissen, das auf einem Tisch platziert war

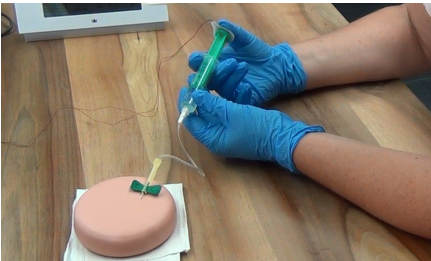


Test-Matrix		Viscosität	
		11cP	25cP
Volumen	9mL mit 10mL-Spritze (B.Braun) Injektionszeit > 3min	A 21G* B 23G C 25G	D 23G H 25G
	13mL mit 20mL-Spritze (BD) Injektionszeit > 4min	E 23G	F 21G G 23G
	*BD Vacutainer 21G 0.75in (19mm) needle, 7 inches (178mm) with Luer Adapter 23G 0.75in (19mm) needle, 7 inches (178mm) with Luer Adapter 25G 0.75in (19mm) needle, 7 inches (178mm) with Luer Adapter		

Usability Study – Study Design

Test Parameter

- 7 Parameter wurden getestet (randomisierte Reihenfolge)
- 3 manuelle Injektionen pro Teilnehmer in ein Injektionskissen, das auf einem Tisch platziert ist.
- Kontrolle der Injektionszeit mit Hilfe einer Uhr.



Test-Matrix		Viscosität	
Volumen	9mL with 10mL-Syringe (B.Braun) Injection time > 3min	A 11cP B 21G* C 23G 25G	D 25cP H 23G 25G
	13mL with 20mL-Syringe (BD) Injection time > 4min	E 23G	F 21G G 23G
	*BD Vacutainer 21G 0.75in (19mm) Nadel, 7 inches (178mm) mit Luer Adapter 23G 0.75in (19mm) Nadel, 7 inches (178mm) mit Luer Adapter 25G 0.75in (19mm) Nadel, 7 inches (178mm) mit Luer Adapter		

Usability Studie – Teilnehmerinnen

*Mathiowetz et al.(1985): Grip and Pinch Strength: Normative Data for Adults. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. Feb;66(2):69-74

** Änderung = [Mean Strength (End) - Mean Strength (Beginning)] / Mean Strength (Beginning)

- 17 weibliche Gesundheitsfachkräfte – mit Erfahrung in subkutanen Injektionen
- Durchschnittsalter: 38.2 Jahre (22 bis 54 Jahre)
- Jeder Teilnehmer führt randomisiert drei Injektionen durch

Messung der Fingerkraft der dominanten Hand (Schlüsselgriff)

- Messgerät Jamar Dynamometer
 - Am Anfang und Ende der Tests
 - Drei Messdurchläufe

Age	n	Fingerkraft [N]			
		Norm Werte*	Durschnitt (zu Beginn)	Durschnitt (am Ende)	Änderung**
A: 22 bis 40 Jahre	11	78.6N	90.6N	84.5N	-6.7%
B: >40 Jahre	6	75.7N	84.5N	70.5N	-16.6%



Usability Studie – Akzeptanzkriterien

Wie würden Sie die Injektion hinsichtlich der Handhabung (Kraft, Zeit) bewerten?



1

akzeptabel

2

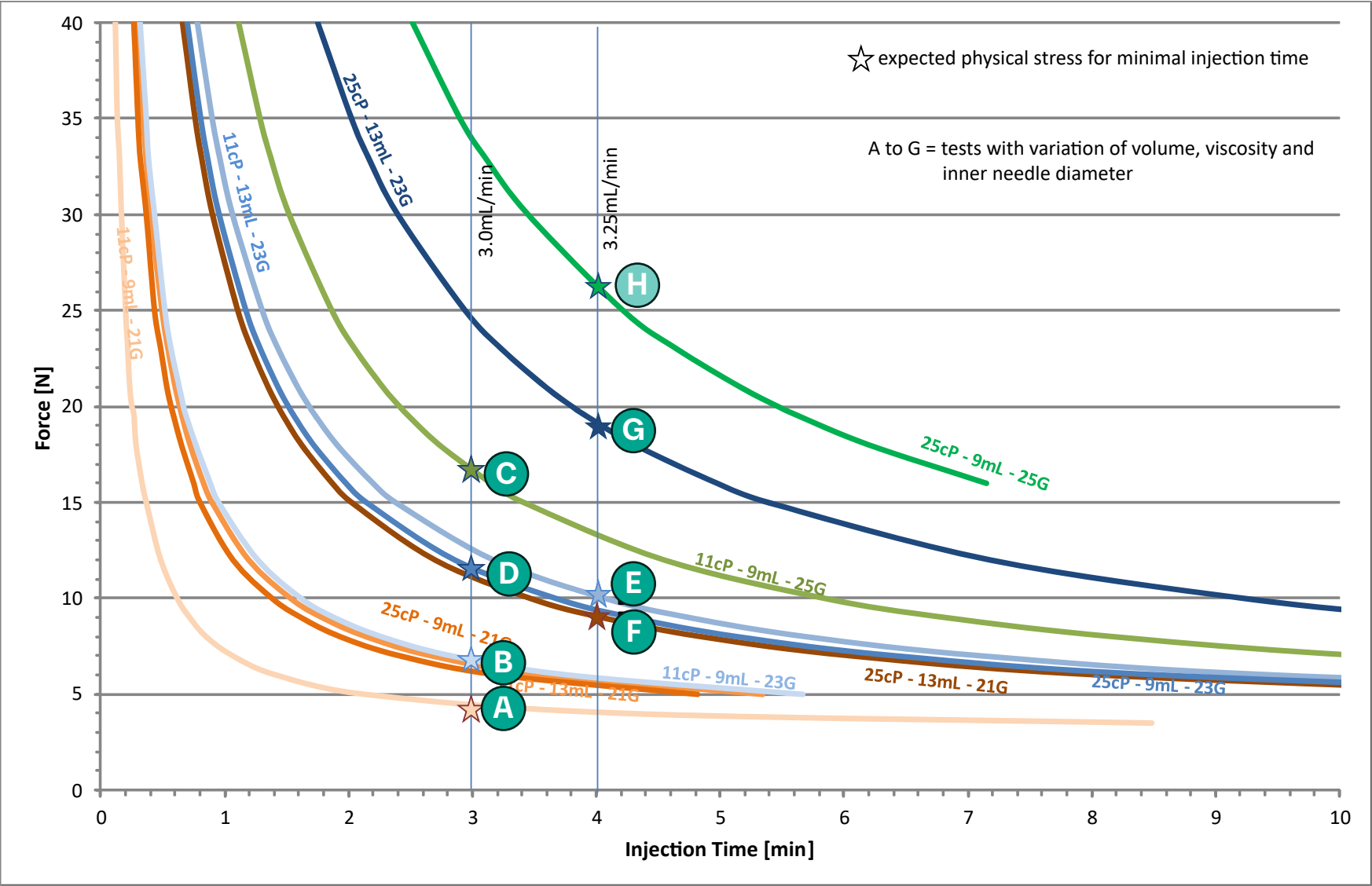
3

4

5

Nicht akzeptabel

Usability Studie – Testprogramm (A bis G)



Usability Studie – beobachtete Handhaltungen



Usability Studie – Ergebnisse

Teilnehmer

- Die Gruppe der Teilnehmer (HCP) hat eine höhere maximale Fingerkraft als die allgemeine Bevölkerung (12 % / 15 %*)
- Nach Durchführung der drei Injektionstests nimmt die maximale Fingerkraft ab (= Ermüdung) (7 % / 17 %).
- Ältere Teilnehmer bewerten die Akzeptanz der manuellen Injektionen besser als jüngere Teilnehmer.



Volumen / Viskosität / Nadeldurchmesser

- Alle Teilnehmer sind in der Lage, die manuellen Injektionen durchzuführen.
- Volumen, Viskosität und Nadelstärke haben Einfluss auf die Akzeptanz.

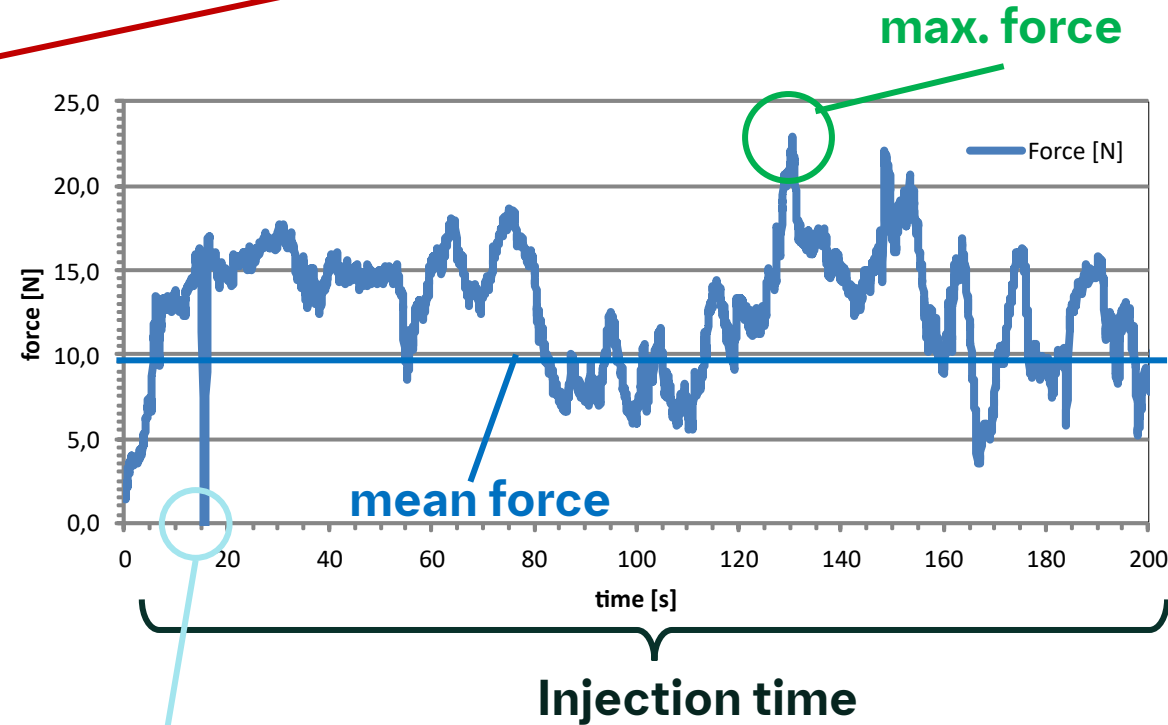
Usability Study – Results: Force and Acceptance

Viscosität		11cP			25cP	11cP	25cP		
Volumen		9mL				13mL			
Needle Gauge		21G	23G	25G	23G	23G	21G	23G	25G
Kraft [N]*		4.4	6.8	13.3	11.6	10.2	9.0	19.0	26.5**
Dauer [min]		3	3	3	3	4	4	4	4
Number of Ratings									
Subjektive Bewertung	1 + 2	6	4	2	2	2	4	1	0
	3	1	1	2	2	1	3	2	0
	4 + 5	0	2	3	3	4	0	4	2
	Ø	1.5	2.4	3.0	3.1	3.6	2.1	3.7	4.3

Subjective evaluation	1 - Acceptable	2	3	4	5 - Not acceptable
--------------------------	-------------------	---	---	---	-----------------------

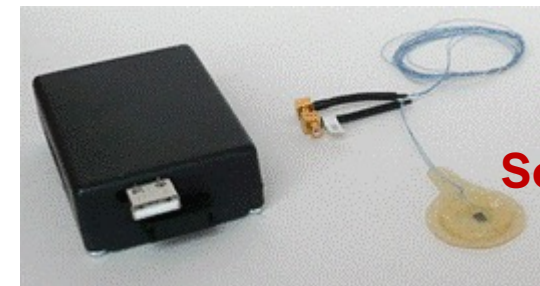
Usability Study – Injection Force Measurement

Die Injektionskraft wurde mit einem Kraftsensor am Kolben der Spritze gemessen.



Injection force = 0N

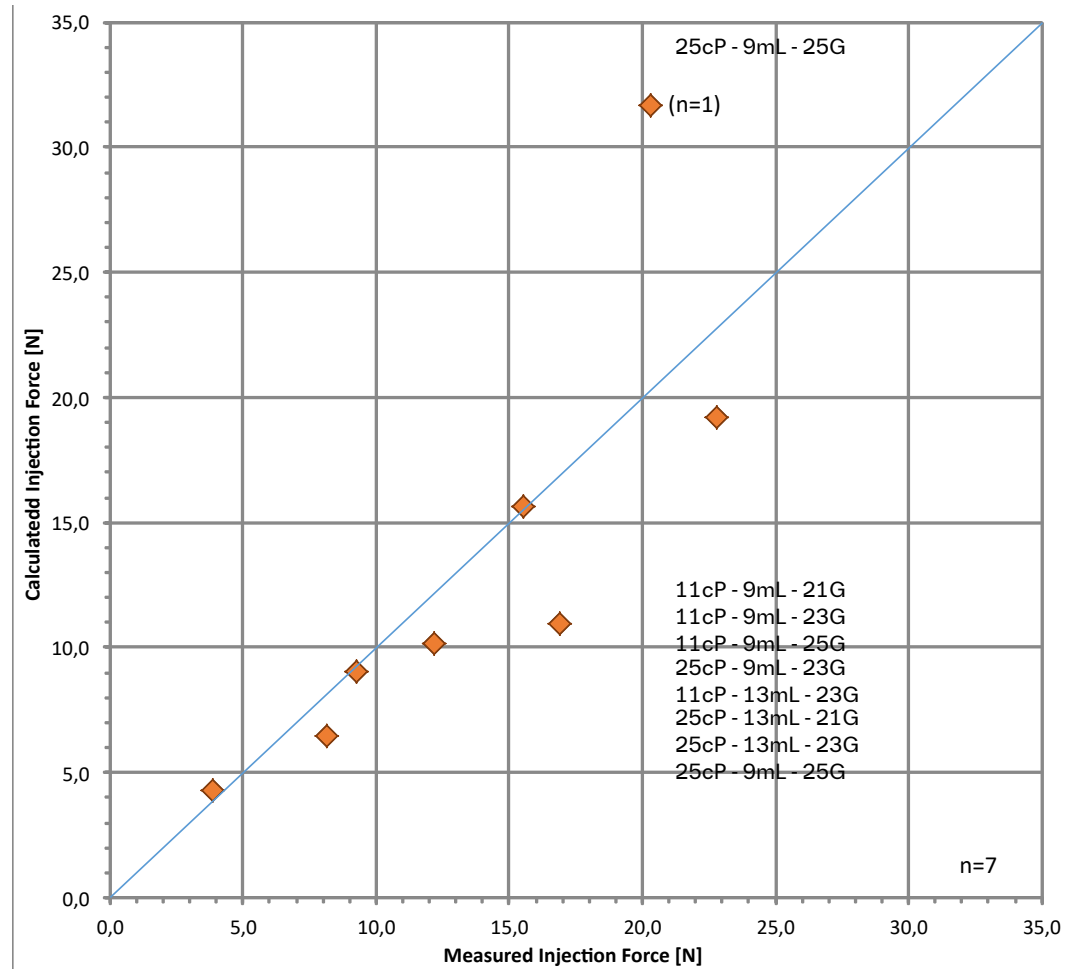
Teilnehmer unterbricht die Injektion
(Gründe: Veränderung der
Fingerposition)



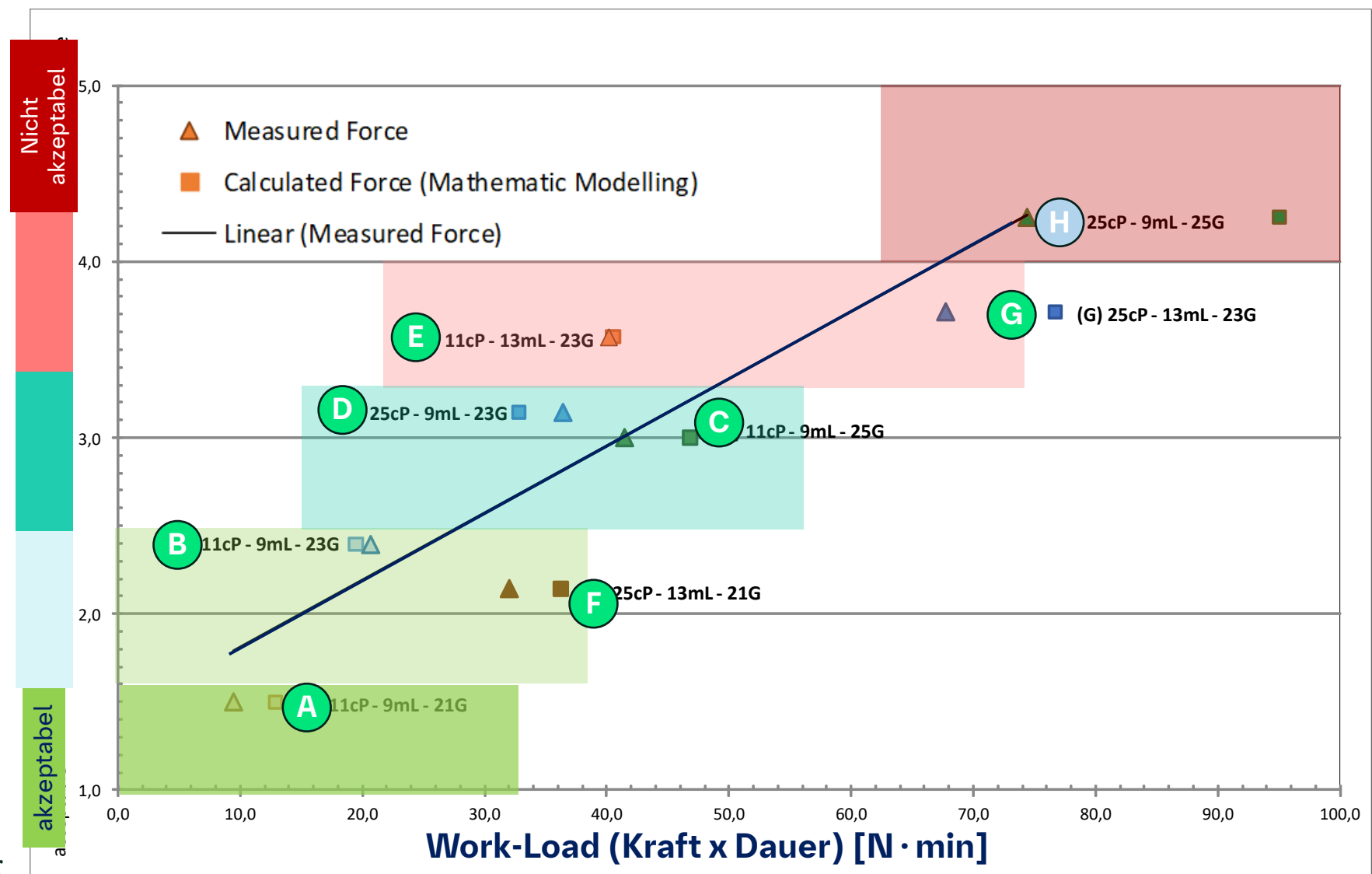
Sensor

Usability Studie – Korrelation (Modell vs. Messung)

Comparison of the calculated force (mathematic model) with the measured force



Usability Studie – Ergebnisse (Work-Load)



Usability Study – Conclusion

Mathematisches Modell

- die gemessene Injektionskraft konnte zeigen, dass die mathematische Modellierung korrekt ist

Physical Stress / Work load

- Die Arbeitsbelastung korreliert mit der (subjektiven) Bewertung der Akzeptanz der Teilnehmer (HCP) zur Durchführung einer Injektion ($R^2=0,84$).
- Die Berechnung von „(Injektionskraft) x (Dauer)“ scheint ein guter Parameter zur Beschreibung der „Arbeitsbelastung“ zu sein.

Force and Acceptance

- Eine mittlere Injektionskraft von ≤ 10 N wird akzeptiert (bei einer Einspritzzeit von bis zu 3,5 min).
- Eine maximale Injektionskraft von ≤ 20 N wird akzeptiert.
- Eine Arbeitslast (mittlere Kraft x Dauer) von ≤ 38 N · min wird akzeptiert.

Danke für Ihre Aufmerksamkeit



Disclaimer

© 2026 Boehringer Ingelheim International GmbH. All rights reserved.

This presentation and its contents are property of Boehringer Ingelheim and are, inter alia, protected by copyright law. Complete or partial passing on to third parties as well as copying, reproduction, publication or any other use by third parties is not permitted.