



Shifty: A Weight-Shifting Dynamic Passive Haptic Proxy to Enhance Object Perception in Virtual Reality

Paper von *A. Zenner* und *A. Krüger* [1]

IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics
vol. 23, no. 4, pp. 1285-1294, April 2017

Romane Viton

2026-05-26

DFI-STI, htw saar

Fragerunde

- Wer hat schon VR getestet?
- Wie immersiv war die Erfahrung?
- Gab es haptisches Feedback?
- Wenn ja: wie wurde das implementiert?



Was ist **haptisches Feedback** ?

- Nutzer:innen bekommen eine **taktile Rückmeldung**
- Kann **Immersion** weiter als "nur hören oder sehen" treiben
- Informationen können sehr **unterschiedlich** sein (Vibration, Textur, Kraft, Wärme, ...)
- Beispiel: Erzeugung von **Kräften** zur Simulation von Gewichten und Längen

Nutzung der **Visual Dominance** [2]

- **Alle Sinne** tragen zur gelebten Erfahrung bei einer Simulation bei
- Bei Konflikten hat die **Sicht** bei der Informationsverarbeitung **Vorrang**
- Bedeutung für VR:

Für eine realistische Wahrnehmung muss **nicht die gesamte Kraft** erzeugt werden, sondern nur genug, um die **Sicht zu unterstützen**

Hintergrund des Papers

- *Passive Haptic Feedback* (PHF): günstig und mobil, nicht sehr realistisch
- *Active Haptic Feedback* (AHF): realistischer, weder günstig noch mobil
- \implies ***Dynamic Passive Haptic Feedback (DPHF)*** als Mittelweg testen ?

-  Idee: Bewegung soll **kein direktes Feedback** sein, sondern den Controller so ändern, dass er **mehrere Gegenstände** darstellt

Hintergrund des Papers

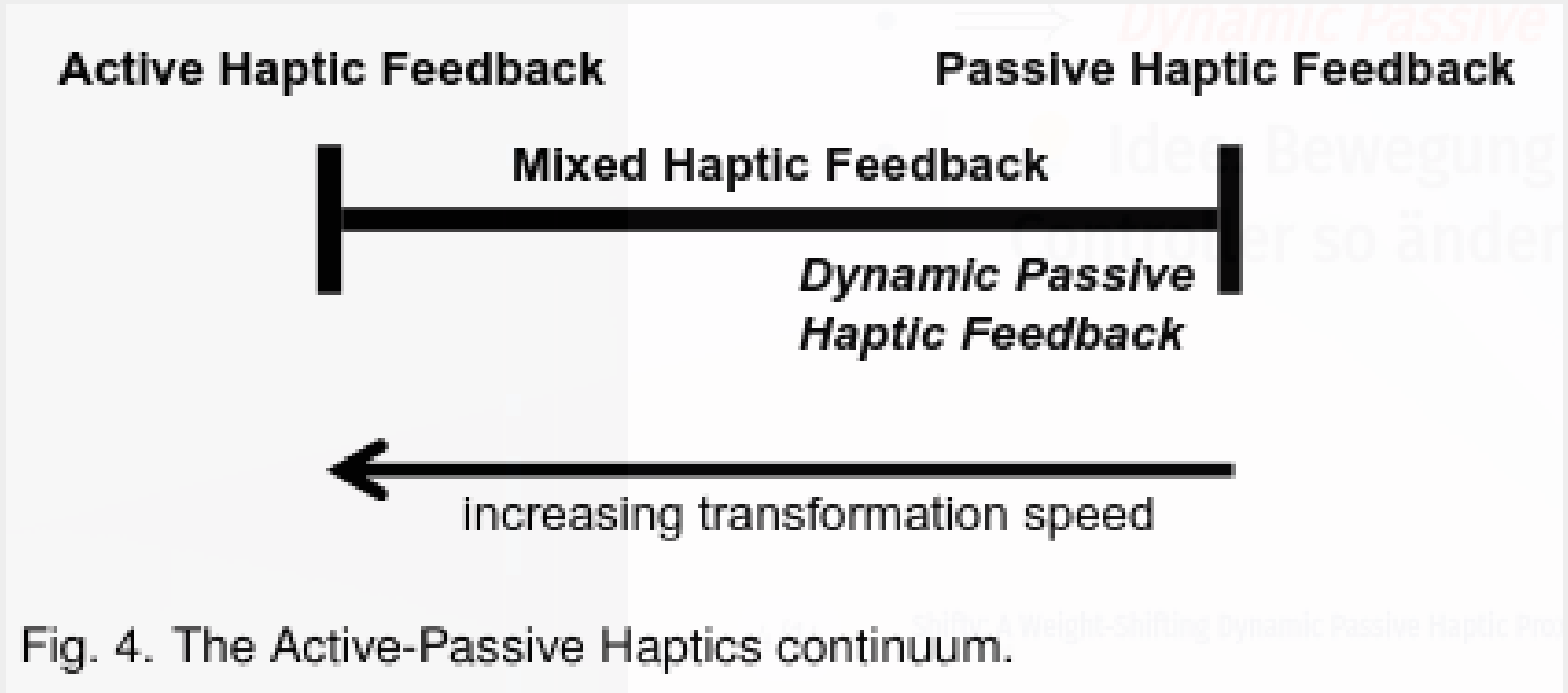
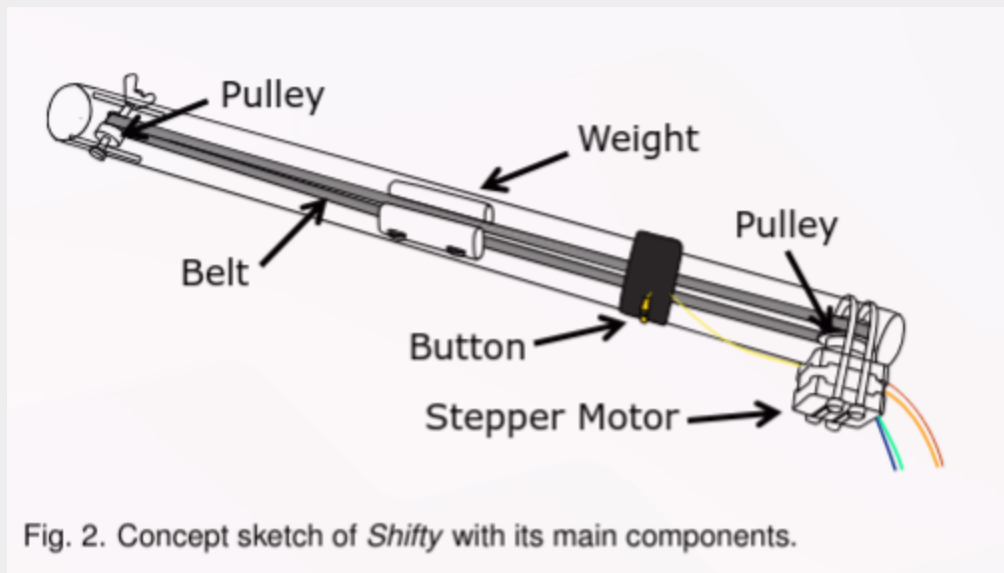


Fig. 4. The Active-Passive Haptics continuum.

Shifty als DPHF-Versuch

Ziel: Gewicht nach oben bzw. unten bringen, um mehr bzw. weniger Kraft zu brauchen, um gehoben zu werden



Eigenschaft	Wert
Masse	440 g
Internes Gewicht	127 g
Länge	505 mm
Diameter	40 mm
Nutzer-Input-Methode	Push-Button
Steuerungsmethode	Arduino in Rucksack

Experiment 1

Kann eine Simulation mit Shifty überhaupt funktionieren ?

(bzgl. **Realismus** , **Anstrengung** und **Spaß**)

Teilnehmer:innen des Experiments

Eigenschaften der $n = 12$ Teilnehmenden (Experiment 1)

Eigenschaft	Aufteilung
Geschlecht	7 männlich, 5 weiblich
Alter	Min: 21, Max: 37, Mittelwert: 28 Jahre
Brillen/Kontaktlinsen in der Studie	5 mit, 7 ohne
Rechts- bzw. Linkshändige	9 Rechts-, 3 Linkshändige
Erfahrung mit 3D-Spielen	Min: 1, Max: 7, Mittelwert: 3,5 (Skala von 1 bis 7)
Erfahrung mit VR	Min: 1, Max: 3, Mittelwert: 1,6 (Skala von 1 bis 7)

Durchgeführte Experimente

Umgebung

- Teilnehmer:innen über Aufgaben informiert
- Labor-Umgebung mit *HTC Vive* und Kopfhörern
- Optische Überwachung des Verhaltens



Fig. 5. A user interacting with *Shifty* in our experimental setup. The user wears the *HTC Vive* and headphones. The rigid-body target on the proxy is tracked by an *OptiTrack* system.

Experiment 1: kontinuierliche Änderung der Länge bzw. Dicke

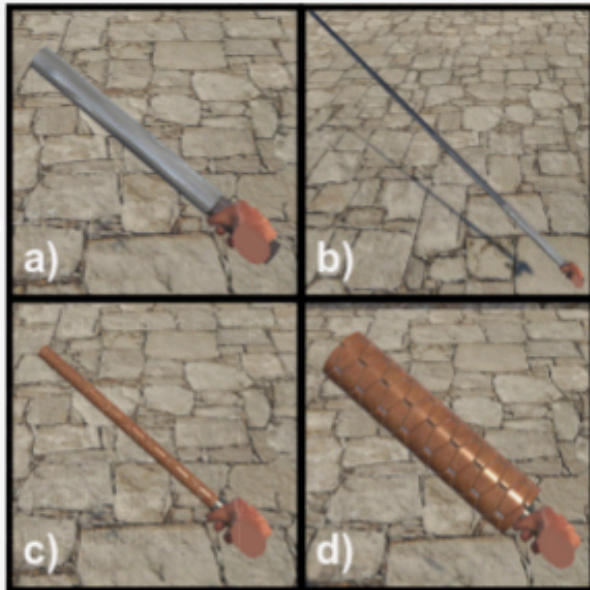


Fig. 6. The objects of the first experiment changing in length and thickness: a) the telescope object at 50 cm length and b) at 200 cm length, c) the rod-shaped object in the thinnest configuration and d) in the thickest configuration.

- Freie Bewegung innerhalb der Umgebung
- Mit virtuellem Teleskop in der Hand
- 1. Phase mit Bewegung des Gewichts (DPHF)
- 2. Phase ohne Bewegung des Gewichts (PHF)
- Reihenfolge der 1. und 2. Phase zufällig
- **+** - und **-** -Props in der Umgebung, um Länge und Dicke linear zu ändern
- Ergebnisse in Skala von 1 bis 7 gesammelt

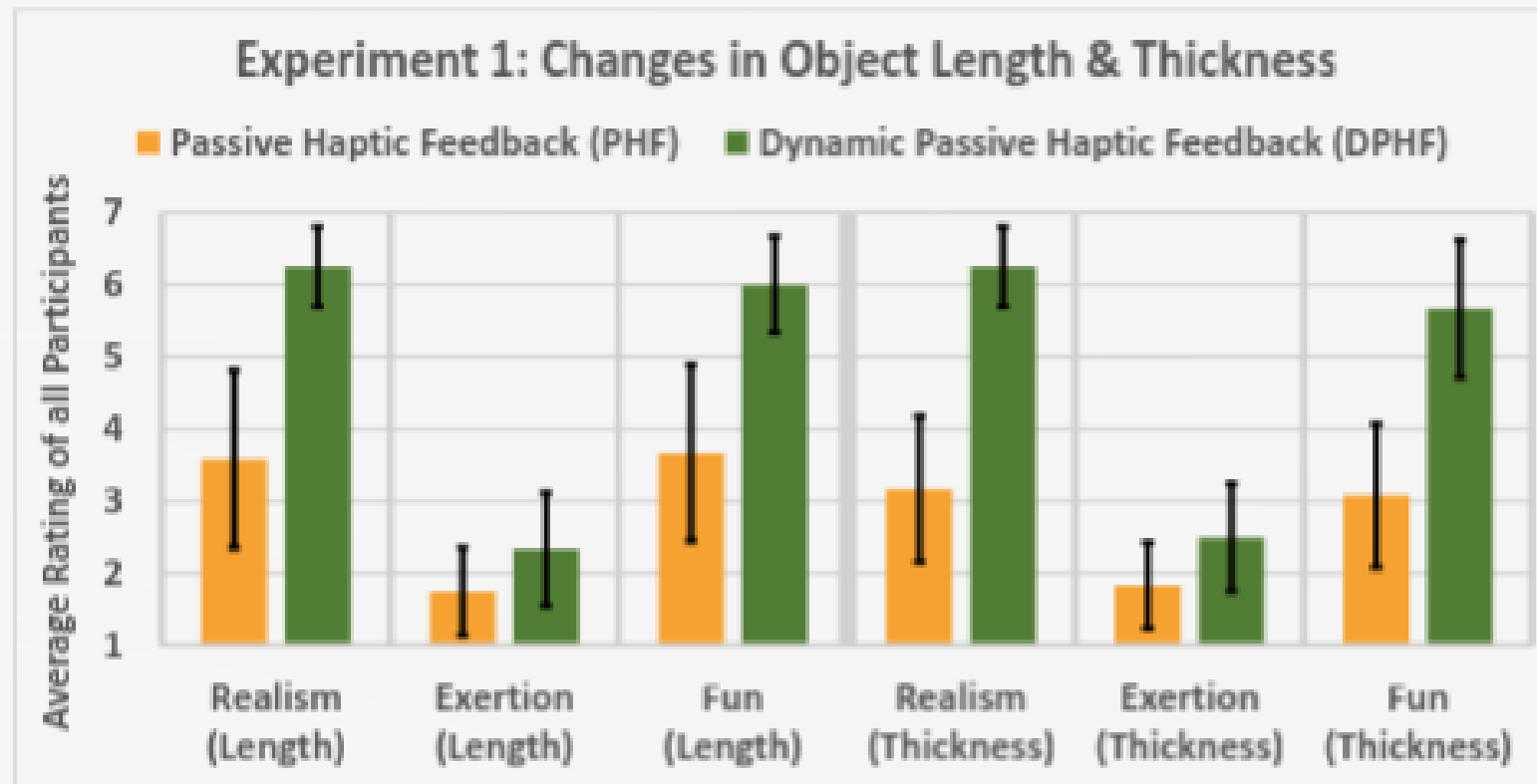
Erwartung der Autoren

"We expect *Shifty* to outperform [PHF] in the subjective measures *realism and fun*, but *not in exertion*." [1]

Stimmt das aber wirklich? 🤔

Experiment 1: Ergebnisse

Bewertungen



Experiment 1: Ergebnisse

Vergleiche

- Bei **Realismus** und **Spaß** wurde DPHF höher als PHF bewertet
 - Länge: 11 DPHF, 1 PHF; gleich bei Dicke
- **Anstrengung** war für Teilnehmenden höher oder gleich
 - Länge: 7 DPHF, 5 gleich; Dicke: 8 DPHF, 2 gleich, 2 PHF

Experiment 1: Limitierungen

- Nur $n = 12$ Teilnehmende
- Bei Länge:
statistisch signifikante Unterschiede bei Bewertungen,
Wilcoxon-Signed-Rank-Test-Unterschiede **nicht eindeutig**
- Bei Dicke:
nicht eindeutige Unterschiede bei Bewertungen,
Wilcoxon-Signed-Rank-Test-Unterschiede **statistisch signifikant**
- Begriff *exertion* unterscheidet nicht zwischen physischen und mentalen **Anstrengung**

Experiment 2

Das Gewicht bewegt sich aber langsam !

Kann man trotzdem (realistisch) schwere Objekte heben ?

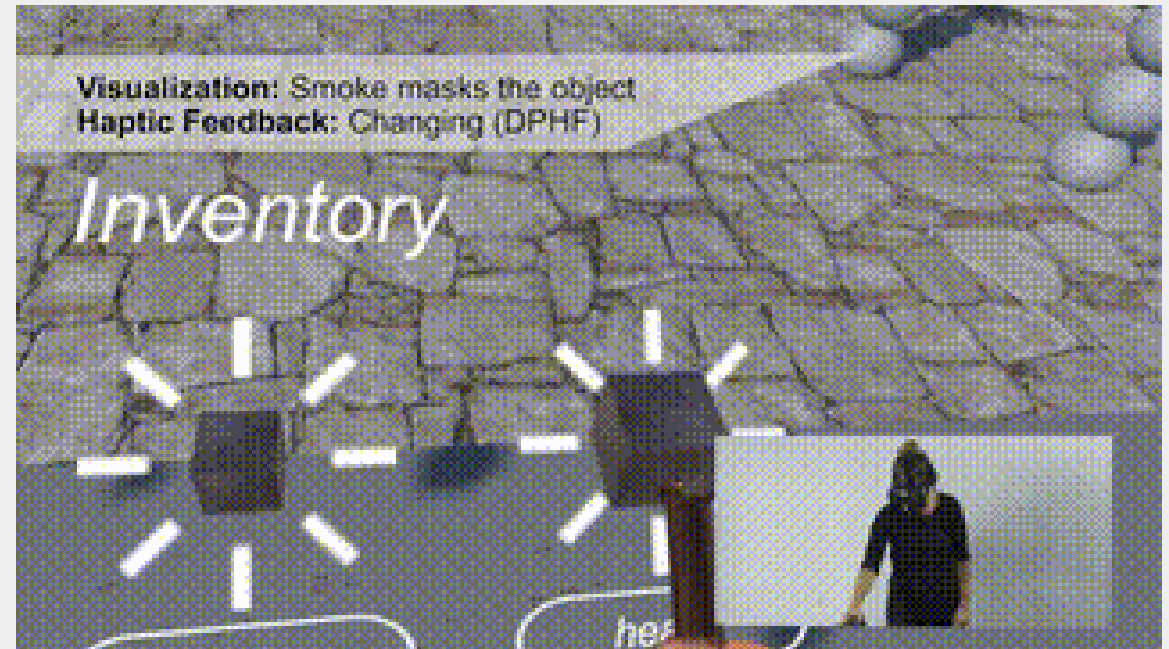
Teilnehmer:innen des Experiments

Eigenschaften der $n = 12$ Teilnehmenden (Experiment 2)

Eigenschaft	Aufteilung
Geschlecht	9 männlich, 3 weiblich
Alter	Min: 21, Max: 37, Mittelwert: 27 Jahre
Brillen/Kontaktlinsen in der Studie	6 mit, 6 ohne
Rechts- bzw. Linkshändige	10 Rechts-, 2 Linkshändige
Erfahrung mit 3D-Spielen	Mittelwert: 2,9 (Skala von 1 bis 7)
Erfahrung mit VR	Min: 1, Max: 4, Mittelwert: 1,8 (Skala von 1 bis 7)




Experiment 2: virtuelle Objekte heben

- Würfel verschiedener Größen sollen aus einem **Inventar** genommen werden
- Nach dem Greifen soll der Würfel in die **richtige Lage** gebracht werden
- Kombinationen von 6 Varianten werden nach einer **Latin Square Approach** von den Teilnehmenden verglichen
- Anhand der Vergleichsergebnisse wird ein **Score** für Metriken berechnet



Experiment 2: virtuelle Objekte heben

Getestete Varianten

Name			
Base	PHF	×	×
Hapt	DPHF	×	×
Prog	DPHF	<i>Progress Bar</i>	<i>Whoosh</i>
Scal	DPHF	<i>Skalierung</i>	<i>Whoosh</i>
Trans	DPHF	<i>Transparenz</i>	<i>Whoosh</i>
Mask	DPHF	<i>Rauch</i>	<i>Whoosh</i>

Gemessene Metriken

Realismus , am wenigsten beunruhigend ,

Anstrengung , Spaß , Präferenz

Experiment 2: Vorgehensweise

Latin-Square mit 6 Parametern

- **Position:** Varianten werden an jeder Position einmal getestet
- **Teilnehmer:innen** testen jede Variante einmal
- **Reihenfolge:** Für jedes Paar von Varianten (v_1, v_2) gilt:

$$N_{v_1 \text{ vor } v_2} = N_{v_2 \text{ vor } v_1}$$

(Beispiel-Einträge, vgl. [4])

Variante nach **Teilnehmer:in** und **Position**

Position ↓	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	Vergleich
1	A	B	C	D	E	F	✗
2	B	C	D	E	F	A	2. vs 1.
3	F	A	B	C	D	E	3. vs 2.
4	C	D	E	F	A	B	4. vs 3.
5	E	F	A	B	C	D	5. vs 4.
6	D	E	F	A	B	C	6. vs 5.

- $v_1 \xrightarrow{\text{besser als}} v_2$: +2 Punkte für v_1
- $v_1 \xrightarrow{\text{gleich wie}} v_2$: +1 Punkt für beide

Erwartungen der Autoren

- "We expect [...] Shifty to increase the *realism* and *fun* compared to [PHF]."
- "[W]e expect the participants to favor Shifty's feedback and that *enhanced visualizations* [...] increase the perceived *realism* and *fun* for the user, while *minimizing the disturbing impact* [...]."
- "Regarding *exertion*, we expect [PHF] to require the least, and Shifty's dynamic feedback to be more physically demanding."
- "[W]e also expect *appropriate visualizations* to *compensate* for that to some degree, decreasing the perceived *exertion* compared to a standard visualization."

Stimmt das? 🤔

Experiment 2: Ergebnisse

Realism			Least Disturbing			Exertion		
#	Condition	Score	#	Condition	Score	#	Condition	Score
1	<i>Scal</i>	29	1	<i>Scal</i>	25	1	<i>Base</i>	11
2	<i>Trans</i>	27	2	<i>Mask</i>	22	2	<i>Trans</i>	17
3	<i>Prog</i>	23	3	<i>Base</i>	21	3	<i>Scal</i>	21
4	<i>Mask</i>	20	4	<i>Trans</i>	18	4	<i>Hapt</i>	23
5	<i>Hapt</i>	18	5	<i>Prog</i>	17	4	<i>Mask</i>	23
6	<i>Base</i>	3	5	<i>Hapt</i>	17	5	<i>Prog</i>	25

Fun			Preference		
#	Condition	Score	#	Condition	Score
1	<i>Mask</i>	30	1	<i>Mask</i>	30
2	<i>Scal</i>	26	1	<i>Scal</i>	30
3	<i>Prog</i>	22	2	<i>Prog</i>	18
4	<i>Trans</i>	17	3	<i>Trans</i>	17
5	<i>Hapt</i>	16	3	<i>Hapt</i>	17
6	<i>Base</i>	9	4	<i>Base</i>	8

Experiment 2: Ergebnisse

- ✓ **Realismus** und **Spaß** sind höher bei Shifty als bei PHF
- ✓ Visualisierungen minimieren die **Beunruhigung**
- ✓ **Anstrengung** ist höher bei Shifty als bei PHF
- ? Visualisierungen kompensieren (einigermaßen) die **Anstrengung**
- Bisherige Ergebnisse zur **Visual Dominance** bestätigt

Experiment 2: **Ergebnisse**

Welche Variante liefert die beste Erfahrung?

- TL;DR: Es hängt davon ab, welche Eigenschaft am wichtigsten ist

• **Realismus** / **am wenigsten beunruhigend** / **Präferenz** \implies **Skalierung**

• **Spaß** / **Präferenz** \implies **hinter Rauch verstecken**

• **Anstrengung** (Min.) \implies **Base (nur PHF)** Wenn DPHF verwendet \implies **Transparenz**

Experiment 2: **Limitierungen**

- Auch nur $n = 12$ Teilnehmenden
- Keine Unterscheidung zwischen physischen und mentalen **Anstrengung** beim *exertion*
- Auch wenn kompensiert → **Anstrengung** bleibt hoch
- Beispiel eines Hammers ist **begrenzt** (1-dimensionale, mit Shifty kompatible Anwendung)

Fazit

Vorteile

- **interessante Entwicklung**
- **Realismus** und **Spaß** werden bei **tragbaren Kosten** erhöht

Nachteile

- nur ein **Forschungsprojekt**
- nur 1-dimensionales Trägheitsmoment (weit von AHF entfernt)
- **Anstrengung** soll berücksichtigt werden
- Andere Aspekte des hapt. Feedbacks wie Textur und Form nicht geändert

Ausblick der Studie

- Horizontale Implementierungen von Shifty testen, um **mehr Dimensionen** hinzuzufügen
- Weitere Forschung zur **Visual Dominance**, um Realismus zu erhöhen
- 2. Experiment mit **komplexeren Formen** als Würfel wiederholen
- Einfluss von DPHF auf **Inputs** testen
- Erfahrung mit DPHF über **längere Zeitspannen** testen

Quellen

1. Zenner, A., & Krüger, A. (2017). Shifty: A weight-shifting dynamic passive haptic proxy to enhance object perception in virtual reality. IEEE transactions on visualization and computer graphics, 23(4), 1285-1294.
2. Burns, E., Razaque, S., Panter, A. T., Whitton, M. C., McCallus, M. R., & Brooks, F. P. (2005, March). The hand is slower than the eye: A quantitative exploration of visual dominance over proprioception. In IEEE Proceedings. VR 2005. Virtual Reality, 2005. (pp. 3-10). IEEE. (Visual Dominance)
3. Zenner, A., "Shifty - A Weight-Shifting Dynamic Passive Haptic Proxy for Virtual Reality (IEEE VR 2017)." YouTube [Online]. Verfügbar: https://www.youtube.com/watch?v=1l0wKk6q_ss. [Zugegriffen: 2026-05-19]. (Demo-Video)
4. Slideserve - PPT - Chapter 5 Designing HCI Experiments PowerPoint Presentation, free download - ID:7070933 (Zugegriffen 2026-05-20, Latin-Square-Beispiel)

Titelbild: Joshgmit (Pixabay) (2026-06-24 aufgerufen, KI-generiert)

Bild (gehobene Hände): geralt (Pixabay) (2026-06-24 aufgerufen)

Präsentation online verfügbar

PDF



HTML



Repository



```
wget https://pages.ct.cozytren.ch/sti-presentation/presentation.pdf  
git clone https://gitea.ct.cozytren.ch/romane/sti-presentation
```