

Umfrage zum Workshop „BIM & Visualisierung“

Auswertung des Feedbacks der TeilnehmerInnen

im Rahmen des Konsortiums



unter Mitwirkung folgender Partner

HTWK

Hochschule für Technik,
Wirtschaft und Kultur Leipzig

HZDR

HELMHOLTZ ZENTRUM
DRESDEN ROSSENDORF

WPW LEIPZIG
BERATEN PLANEN STEUERN

heinlewischer



iproplan[®]
Planungsgesellschaft mbH
Beratende Ingenieure und Architekten



ENGIE

Caverion

ISP | **ISP-SCHOLZ**
Beratende Ingenieure AG

 **GRAPHISOFT**
DDScad[™]

sikla

Veröffentlicht am: 03.01.2022

Version: 1.2

Umfrage zum Workshop „BIM & Visualisierung“ (einfach BIM)

- Wesentliches auf einen Blick -

Ziel der Umfrage

Ziel der Umfrage war es, die Erfahrungen der TeilnehmerInnen des Workshops „BIM & Visualisierung“ an der HTWK Leipzig hinsichtlich der Anwendung unterschiedlicher Visualisierungstechniken (Cave, Virtual Reality, Augmented Reality) zu dokumentieren. Der Workshop ist Teil des Projektes einfach BIM. Folgende Fragen wurden mithilfe der Umfrage erörtert:

- Welche physiologischen Auswirkungen verursacht die Nutzung der Visualisierungstechniken?
- Wie intuitiv können die Visualisierungstechniken bedient werden?
- Welchen Mehrwert bieten die Visualisierungstechniken (Cave, VR und AR) gegenüber herkömmlichen BIM-Viewern (am Computer)?
- Für welche Anwendungsfälle und Veranstaltungen ist der Einsatz der Visualisierungstechniken (Cave, VR und AR) sinnvoll?
- Welchen Beitrag können Brand- und Entrauchungssimulationen leisten?

Anzahl der TeilnehmerInnen

31 Personen

Fazit der Umfrage aus Sicht der HTWK Leipzig

Die Visualisierungstechniken (Cave, VR und AR) bieten zahlreiche Vorteile (räumliche Wahrnehmung, grafische Gestaltung, Abstimmung baulicher Anforderungen etc.) gegenüber herkömmlichen BIM-Viewern.

Die Nutzung der Cave ermöglicht durch das immersive Erlebnis sowohl einen besonderen räumlichen Eindruck als auch einen Fachaustausch vieler TeilnehmerInnen gleichzeitig. Sie stellt daher für Veranstaltungen mit größerem Publikum die Technologie der Wahl dar (z. B. Ergebnispräsentationen zum Abschluss der Leistungsphasen).

Brand- und Entrauchungssimulationen können wesentlich dazu beitragen, das Verständnis für die (Brand- und) Rauchentwicklung sowie die Konzeptionierung von Brandschutzmaßnahmen (z. B. Planung von Fluchtwegen) zu verbessern.

Virtual Reality-Anwendungen sind vergleichsweise vielfältig und flexibel einsetzbar (Konzepterstellung/Variantenvergleich/bauliche Prüfungen etc.). Sie ermöglichen darüber hinaus eine hohe Qualität hinsichtlich der grafischen Aufbereitung. Die bei der Anwendung auftretenden Desorientierungssymptome stellen bei der Erstanwendung teilweise eine Herausforderung dar.

Augmented Reality-Anwendungen haben großes Potential für Anwendungen im Bereich der Bauausführung und zeigen die geringsten physiologischen Auswirkungen. Im Status quo sind die Intuitivität der Steuerung sowie die Darstellungsqualität noch verbesserungswürdig.

Der Workshop an der HTWK Leipzig trug wesentlich zum besseren Verständnis der TeilnehmerInnen hinsichtlich der Visualisierungstechniken bei. Es bestehen noch Optimierungspotentiale für das Workshopkonzept sowohl hinsichtlich der Weiterentwicklung der verwendeten Software als auch der Einteilung und Zeitplanung für die Stationen.

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	I
Tabellenverzeichnis	I
1 Teilnehmer.....	1
2 Durchführung der Umfrage	2
3 Durchgeführter Workshop	3
4 Physiologische Auswirkungen von Visualisierungstechniken	4
5 Steuerung der Anwendungen.....	5
6 Ergebnisdokumentation und Fachaustausch während der Anwendung	6
7 Vergleich der Visualisierungstechniken mit herkömmlichen BIM-Viewern.....	7
8 Geeignete Anwendungsfälle für Visualisierungstechniken	9
9 Geeignete Veranstaltungen für den Einsatz der Visualisierungstechniken.....	10
10 Häufigkeit der Anwendung der Visualisierungstechniken	12
11 Visualisierung der Brand- und Entrauchungssimulation	13
12 Hinweise zur Optimierung der Visualisierungstechniken und der Veranstaltung	14
Anhang	I

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 4.1: Umfrageergebnis zum Auftreten von Desorientierungssymptomen	4
Abbildung 4.2: Umfrageergebnis zu den aufgetretenen Desorientierungssymptomen	4
Abbildung 5.1: Umfrageergebnis zur Intuitivität der Steuerung	5
Abbildung 6.1: Umfrageergebnis zur Bewertung der Aspekte während der Anwendung	6
Abbildung 7.1: Umfrageergebnis zur Bewertung der räumlichen Wahrnehmung während der Anwendung im Vergleich zu herkömmlichen BIM-Viewern (am Monitor)	7
Abbildung 7.2: Umfrageergebnis zur Bewertung der Wahrnehmung grafischer Aspekte während der Anwendung im Vergleich zu herkömmlichen BIM-Viewern (am Monitor)	8
Abbildung 8.1: Umfrageergebnis zur Bewertung der Eignung der Visualisierungstechniken für die jeweiligen Anwendungsfälle	9
Abbildung 9.1: Umfrageergebnis zur Bewertung für eine Eignung der jeweiligen Veranstaltung	10
Abbildung 10.1: Umfrageergebnis zur Bewertung der sinnvollen Häufigkeit der Anwendung	12
Abbildung 11.1: Umfrageergebnis zur Steigerung des Verständnisses für (Brand- und) Rauchentwicklung	13
Abbildung 11.2: Umfrageergebnis zu den Rückschlüssen auf Aspekte der Gebäudeplanung	13

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1: Mitwirkende bei der Umfrage	1
--	---

1 Teilnehmer

Die Vorbereitung, Durchführung und Auswertung dieser Umfrage erfolgte unter Federführung von:

M. Eng. Tom Radisch Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig (HTWK Leipzig)

Kontaktdaten: Mail: tom.radisch@htwk-leipzig.de

Tel.: +49 341 3076-3161

An der Umfrage haben die in Tabelle 1.1 genannten Personen (Gesamtanzahl: 32) teilgenommen.

Tabelle 1.1: Mitwirkende bei der Umfrage

Name	Institution/ Firma	Rolle
Marion Oelke	Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf e.V. (HZDR)	Abteilungsleiterin Bau und TGM
Nora Hempel		Bauherrenvertretung
Lutz Lange		Bauherrenvertretung
Andrea Brückner		BIM-CAD-Koordinator, BIM-Manager
Matthias Weber		Bauherrenvertretung
Johannes Lachner		Gebäudenutzer
Heiko Laicht	WPW Leipzig GmbH	Geschäftsführer
Julia Bock		Fachkoordinator
Sebastian Bendix		TGA-Planung, FuE
Stefan Bendix		TGA-Planung, Student
Anja Mannschatz		BIM-Autor
Beate Große		BIM-Autor
Elisabeth Ohla		BIM-Autor
Stefanie Birke	Heinle, Wischer und Partner Freie Architekten GbR (HW+P)	BIM-Gesamtkoordinator, Projektleitung
Mark Ullrich		BIM-Manager
Fatima Liebe		BIM-Autor
Manuel Westerkowski	Caverion Deutschland GmbH	Ausführung TGA
Peter Hellmich	Brandschutz Consult Ingenieurgesellschaft mbH Leipzig (BCL)	Brandschutzplaner, BIM-Koordinator
Madlen Niezel		Brandschutzplaner
Enrico Ferraro	Revizto	BIM Coach
Sascha Kühner		Head of Sales
Torsten Kändler	iproplan® Planungsgesellschaft mbH	BIM-Koordinator
Dr. Bernhard Ulrici	KBV GmbH & Co. KG	Bereichsleiter Planungsbüro
Oleksiy Morozov		Fachplaner
Heiko Clajus	Data Design System GmbH	Softwaredienstleister, BIM Consulting
Bianca Steinke		Vertriebsmitarbeiterin
Marvin Kirner		Technischer Trainer SHKL
Thomas Thyssens	ISP-Scholz	BIM-Fachkoordinator
Armin Berger		Büroleiter
Tobias Zschammer	ENGIE Deutschland GmbH	BIM-Koordinator
Nils Klätte	diefab	Geschäftsführer, Architekt
Stephan Wagner	Sikla GmbH	BIM-Koordinator

2 Durchführung der Umfrage

Diese Umfrage wurde am 02.11.2021 mithilfe eines Online-Fragebogens im Rahmen einer Ganztagesveranstaltung zum Thema „BIM & Visualisierung“ an der HTWK Leipzig mit den Teilnehmern des Projekts einfach BIM durchgeführt.

3 Durchgeführter Workshop

Im Rahmen des Ganztagesworkshops wurden folgende Visualisierungstechnologien vorgestellt:

- Cave,
- VR-Brille,
- AR-Brille,
- flexibler Monitor (Mon).

Die Visualisierungstechnologien wurden maßgeblich anhand der BIM-Pilotprojekte des Helmholtz-Zentrums Dresden-Rossendorf (HZDR) erprobt. Hierzu zählen maßgeblich zwei zu planende Objekte:

- ein Bürogebäude und
- ein Beschleuniger-Gebäude.

Im Folgenden werden die im Rahmen des Workshops durchlaufenen Stationen aufgeführt.

Wo?	Station	Gebäude	Aufgabe	Anwendungsfälle
Cave	S1.A (1. Nutzung)	Bürogebäude	Foyer, Teeküche, Verkehrswege (30 min)	- Einführung in die Cave - Gestaltung und Maßstäblichkeit
			Musterraum Büro (15 min)	- Baubarkeit prüfen - Anordnung
			Farbkonzept, Treppenhaus (15 min)	- Variantenvergleich - - Gestaltung und Maßstäblichkeit
	S1.B (2. Nutzung)	Beschleuniger	AMS-Halle (25 min)	- Baubarkeit prüfen - Platzbedarf Technik/Nachinstallation - Befestigungstechnik
			Technikzentrale (20 min)	- Funktionalitätsprüfung (Betriebersicht)
			Labor (15 min)	- Baubarkeit prüfen - Befestigungstechnik
VR	S2.A	Bürogebäude (Enscape)	Farbkonzept, Treppenhaus (30 min)	- Variantenvergleich - Gestaltung und Maßstäblichkeit
	S2.B	Beschleuniger (Revizto)	AMS-Halle, Technikzentrale, Labor (30 min)	- Funktionalitätsprüfung (Betriebersicht) - Baubarkeit prüfen - Befestigungstechnik
AR	S3	Demo-Modell (HoloLens)	Demonstrationsmodell (15 min)	- Technikerprobung
		BIM-Labor (Dalux Field, Gamma AR)	Anreicherung der Realität (15 min)	- Technikerprobung - Softwarevergleich
Mon	S4	Bürogebäude + Beschleuniger + „Velodrom“	„Show Case“ (30 min)	- Brand- und Rauchsimulation

4 Physiologische Auswirkungen von Visualisierungstechniken

Virtual Reality verursacht im Mittel die intensivsten Desorientierungssymptome

Im Folgenden wird die durchschnittliche Bewertung der Intensität aufgetretener Desorientierungssymptome bei der Anwendung der jeweiligen Visualisierungstechnik durch die TeilnehmerInnen aufgeführt (detaillierte Darstellung siehe Anhang 1).

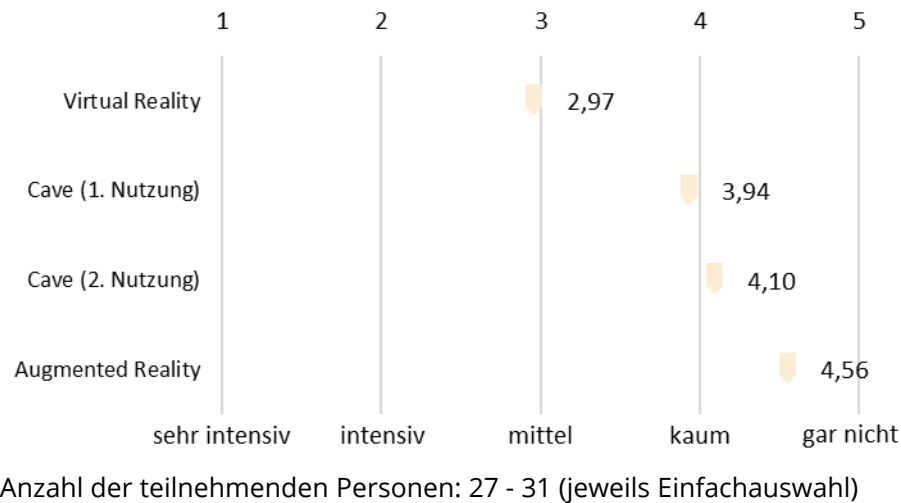
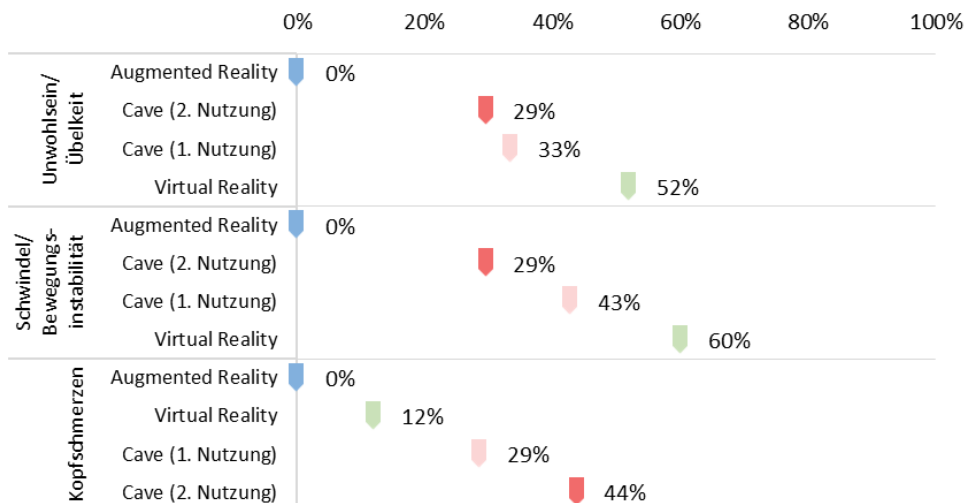


Abbildung 4.1: Umfrageergebnis zum Auftreten von Desorientierungssymptomen

Motion Sickness betrifft vorrangig VR und Cave

Motion Sickness beschreibt einen Zustand, in dem eine Unstimmigkeit zwischen visuell wahrgenommener Bewegung und dem Bewegungssinn des Gleichgewichtssystems besteht. Im Folgenden werden die Mittelwerte der im Rahmen des Workshops aufgetretenen Symptome dargestellt (detaillierte Darstellung siehe Anhang 2).



Anzahl der teilnehmenden Personen: 4 - 25 (jeweils Einfachauswahl: aufgetreten/ nicht aufgetreten)

Abbildung 4.2: Umfrageergebnis zu den aufgetretenen Desorientierungssymptomen

Hinsichtlich Abbildung 4.2 gilt es einschränkend zu erwähnen:

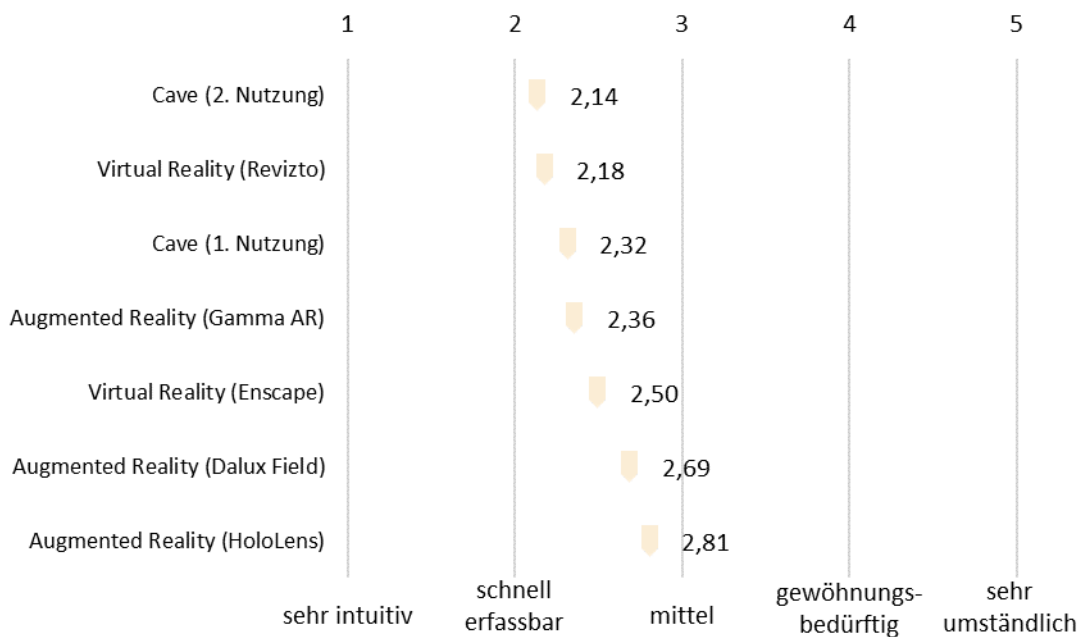
- dass bei der Umfrage zur Augmented Reality nur 4 Personen teilgenommen haben und diese Ergebnisse nicht repräsentativ sind,
- dass ein Gewöhnungseffekt auftritt, sodass bei wiederholter Nutzung der Technologien in der Regel weniger Symptome auftreten. Bereits am Workshoptag selbst haben TeilnehmerInnen beispielsweise berichtet „beim zweiten Mal viel besser vertragen“ oder „Schwindel anfänglich, dann nicht mehr“.

5 Steuerung der Anwendungen

Intuitivität der Steuerung

Im Folgenden wird die durchschnittliche Bewertung der Intuitivität der Steuerung der jeweiligen Anwendungen aufgeführt (detaillierte Darstellung siehe Anhang 3). Hierbei gilt es zu berücksichtigen, dass den TeilnehmerInnen jeweils unterschiedlich viel Zeit zur Einarbeitung in die jeweilige Anwendung zur Verfügung stand (z. B. geringste Einarbeitungszeit bei der Augmented Reality).

Hinweis: In der Cave kam die Softwareanwendung „Unity Reflect“ zum Einsatz.



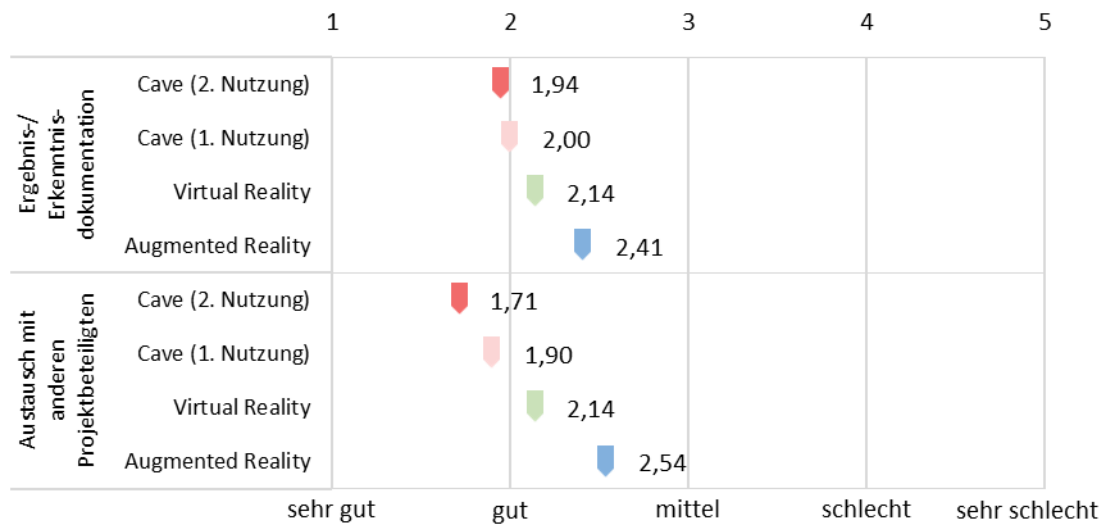
Anzahl der teilnehmenden Personen: 27 - 30 (jeweils Einfachauswahl)

Abbildung 5.1: Umfrageergebnis zur Intuitivität der Steuerung

6 Ergebnisdokumentation und Fachaustausch während der Anwendung

Cave ermöglicht am besten den Fachaustausch und die synchrone Fortschreibung von Erkenntnissen

Im Folgenden wird die durchschnittliche Einschätzung der TeilnehmerInnen aufgeführt, wie gut während der bzw. parallel zur jeweiligen Anwendung ein fachlicher Austausch (eine Besprechung) zwischen den Beteiligten bzw. eine Dokumentation der erzielten Erkenntnisse möglich ist (detaillierte Darstellung siehe Anhang 4).



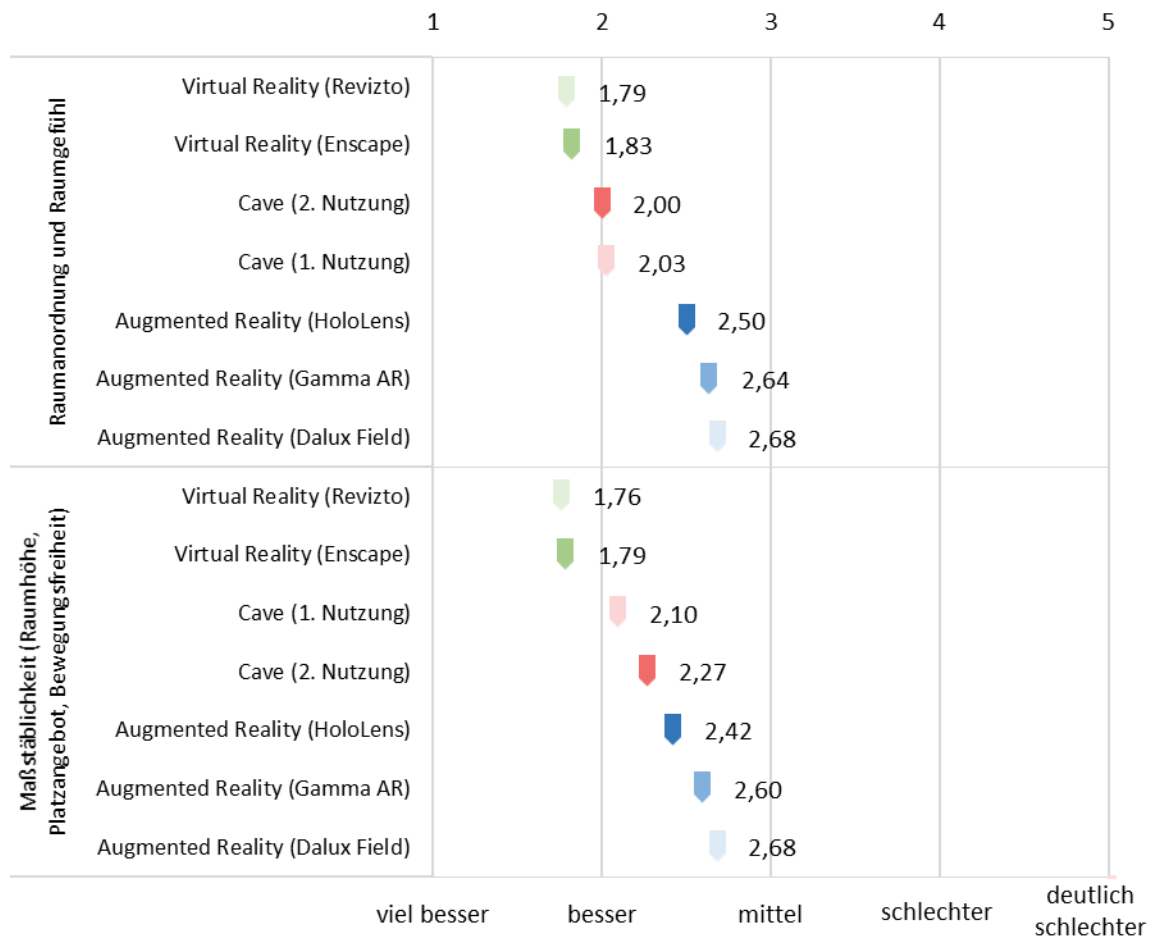
Anzahl der teilnehmenden Personen: 27 - 31 (jeweils Einfachauswahl)

Abbildung 6.1: Umfrageergebnis zur Bewertung der Aspekte während der Anwendung

7 Vergleich der Visualisierungstechniken mit herkömmlichen BIM-Viewern

Räumliche Wahrnehmung mit VR und Cave deutlich verbessert

Im Folgenden wird die gemittelte Wahrnehmung dargestellt, inwiefern die TeilnehmerInnen räumliche Aspekte mithilfe der Visualisierungstechniken besser oder schlechter im Vergleich zu herkömmlichen BIM-Viewern wahrnehmen konnten (detaillierte Darstellung siehe Anhang 5).

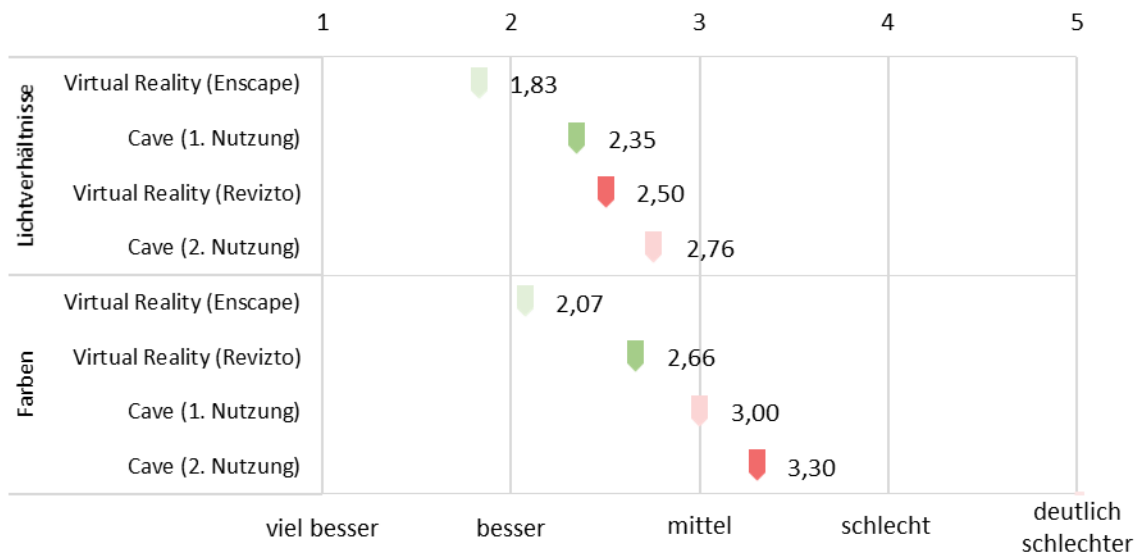


Anzahl der teilnehmenden Personen: 26 - 31 (jeweils Einfachauswahl)

Abbildung 7.1: Umfrageergebnis zur Bewertung der räumlichen Wahrnehmung während der Anwendung im Vergleich zu herkömmlichen BIM-Viewern (am Monitor)

Virtual Reality mit Enscape am besten geeignet für grafische Aufbereitung

Im Folgenden wird die gemittelte Wahrnehmung dargestellt, inwiefern die TeilnehmerInnen grafische Aspekte mithilfe der Visualisierungstechniken besser oder schlechter im Vergleich zu herkömmlichen BIM-Viewern wahrnehmen konnten (detaillierte Darstellung siehe Anhang 5).



Anzahl der teilnehmenden Personen: 29 - 31 (Einfachauswahl)

Abbildung 7.2: Umfrageergebnis zur Bewertung der Wahrnehmung grafischer Aspekte während der Anwendung im Vergleich zu herkömmlichen BIM-Viewern (am Monitor)

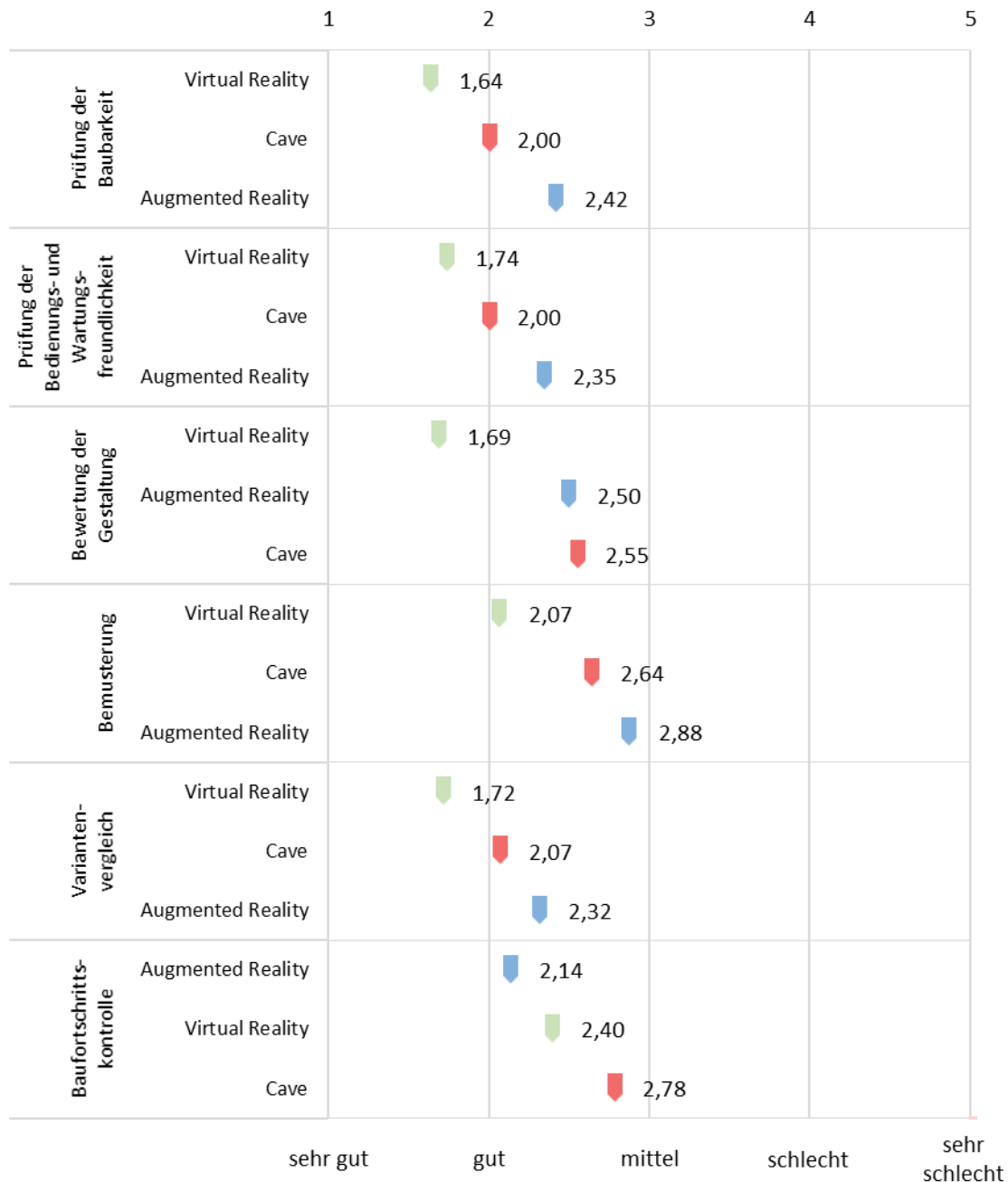
Hinsichtlich Abbildung 7.2 gilt es zu erläutern:

- die Qualität der Lichtverhältnisse und Farben ist neben der Visualisierungstechnik weiterhin vom präsentierten Modell abhängig. Hieraus lässt sich maßgeblich der Unterschied zwischen der 1. und 2. Nutzung der Cave erläutern, da die Beleuchtung im Beschleuniger-Modell weniger konsequent genutzt werden konnte als im Bürogebäude.

8 Geeignete Anwendungsfälle für Visualisierungstechniken

Virtual Reality für zahlreiche Anwendungsfälle sehr gut geeignet

Im Folgenden wird die mittlere Einschätzung der TeilnehmerInnen hinsichtlich der Eignung der Visualisierungstechniken für verschiedene Anwendungsfälle dargestellt (detaillierte Darstellung siehe Anhang 6).



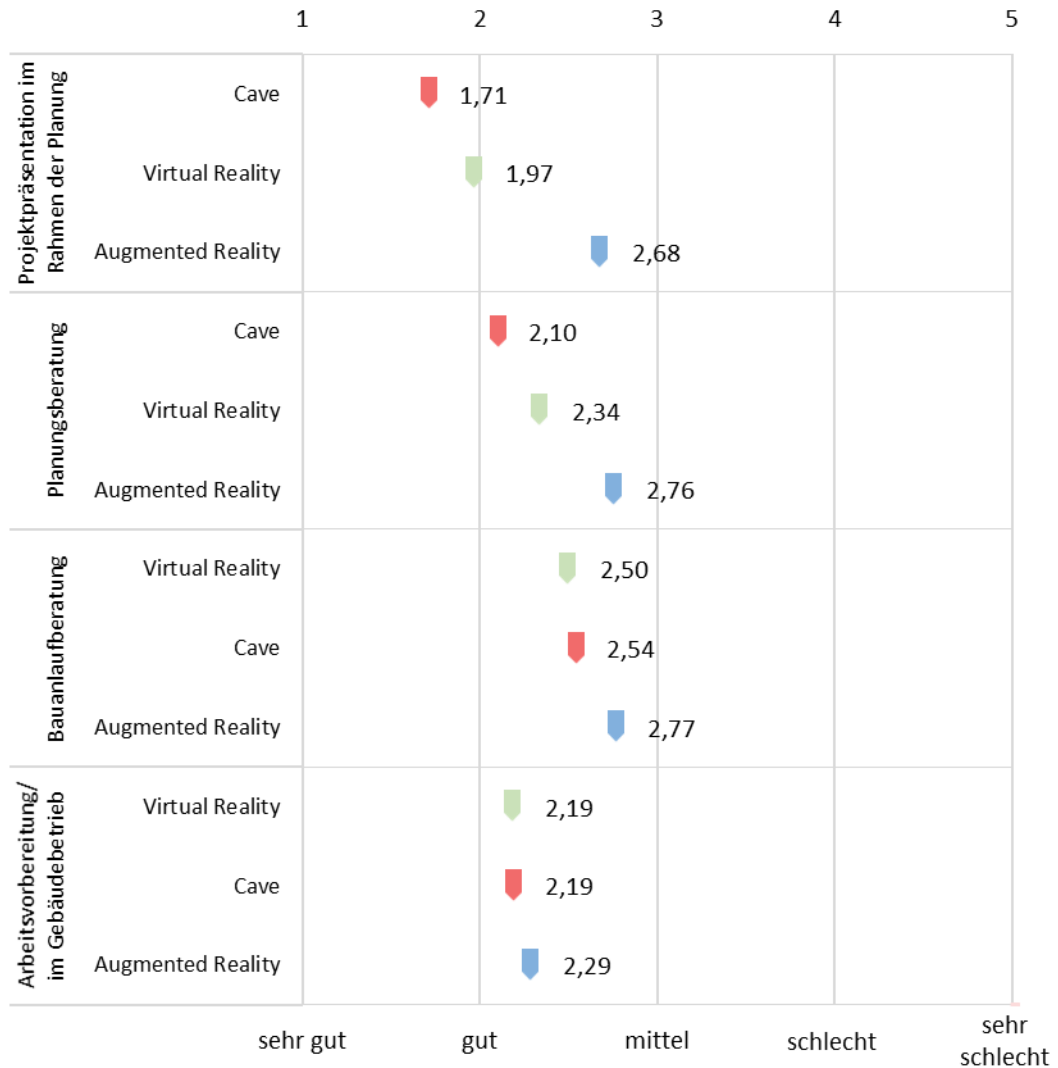
Anzahl der teilnehmenden Personen: 25 - 31 (Einfachauswahl)

Abbildung 8.1: Umfrageergebnis zur Bewertung der Eignung der Visualisierungstechniken für die jeweiligen Anwendungsfälle

9 Geeignete Veranstaltungen für den Einsatz der Visualisierungstechniken

Cave mit herausragender Eignung für Projektpräsentationen im Rahmen der Planung

Im Folgenden wird die mittlere Einschätzung der TeilnehmerInnen hinsichtlich der Eignung der Visualisierungstechniken für verschiedene Veranstaltungsformate dargestellt (detaillierte Darstellung siehe Anhang 7).



Anzahl der teilnehmenden Personen: 25 - 31 (Einfachauswahl)

Abbildung 9.1: Umfrageergebnis zur Bewertung für eine Eignung der jeweiligen Veranstaltung

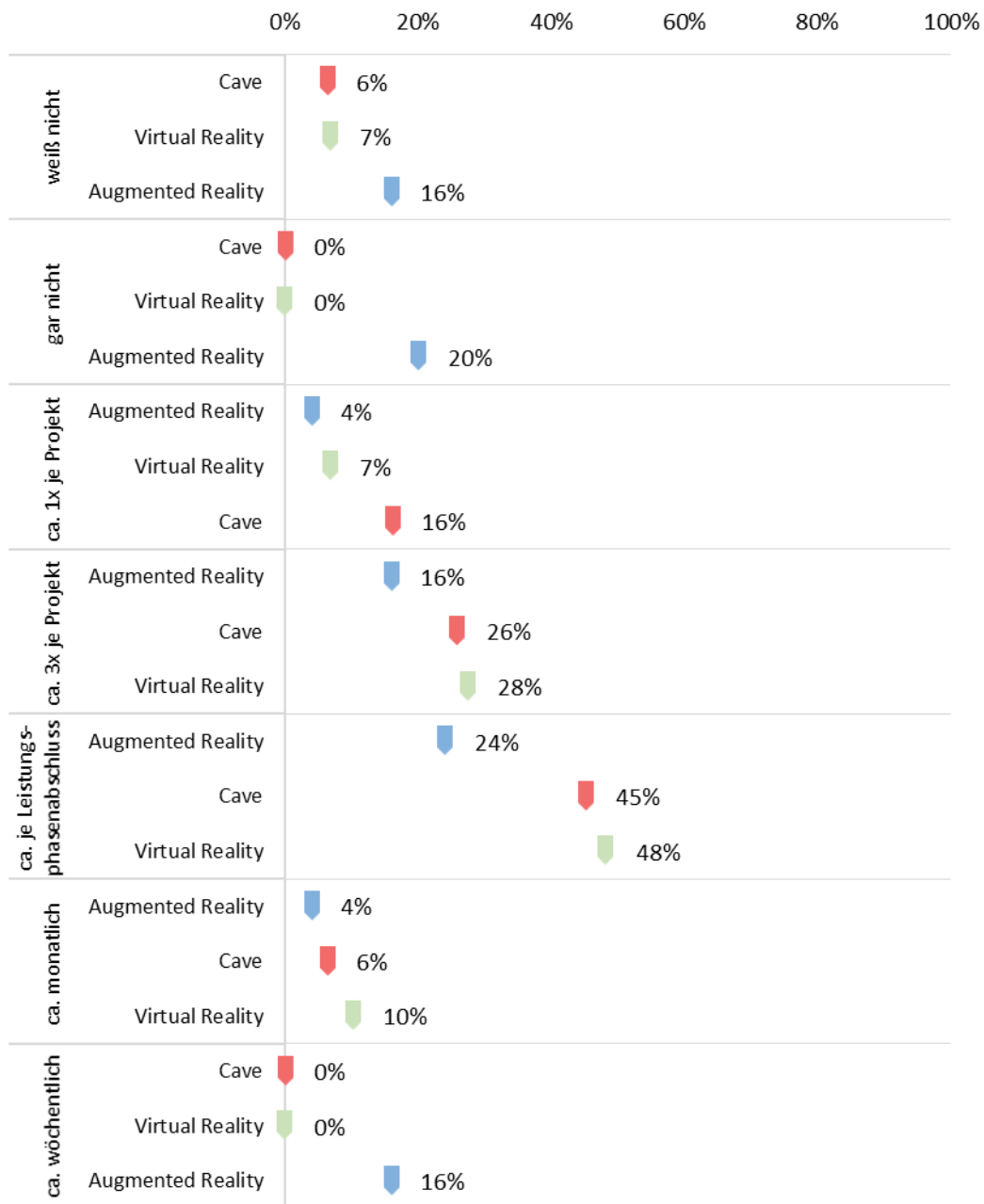
Weiterhin wurden folgende Veranstaltungen von einzelnen TeilnehmerInnen genannt, für die eine Eignung der Visualisierungstechniken besteht.

Cave	Virtual Reality	Augmented Reality
	Abstimmungen und Einbindung des Gebäudenutzers	Konzeptbesprechungen
	Beurteilung der Wartungsmöglichkeiten für den Gebäudebetrieb	Bauüberwachung
Projektübergaben an die Ausführung	Verkaufsverhandlungen	Facility Management
Messe	Abstimmung von Bauabläufen mit Baufirmen	Baubesprechung
BIM-Koordinationsbesprechung	Entrauchungssimulation	

10 Häufigkeit der Anwendung der Visualisierungstechniken

Mehrfacher Einsatz der Visualisierungstechniken je Projekt erwünscht

Die TeilnehmerInnen wurden aufgefordert einzuschätzen, wie häufig im Projektverlauf sie die Nutzung der Visualisierungstechniken als sinnvoll erachten. Der Großteil der TeilnehmerInnen befürwortet eine mehrfache Nutzung je Projekt (detaillierte Darstellung siehe Anhang 8).



Anzahl der teilnehmenden Personen: 25 - 31 (jeweils Einfachauswahl)

Abbildung 10.1: Umfrageergebnis zur Bewertung der sinnvollen Häufigkeit der Anwendung

11 Visualisierung der Brand- und Entrauchungssimulation

Brand- und Entrauchungssimulationen tragen wesentlich zum Projektverständnis bei

Die TeilnehmerInnen haben von der Firma BCL eine Einführung in die aktuellen technischen Möglichkeiten von Brand- und Entrauchungssimulationen erhalten. Im Folgenden wird dargestellt, inwiefern diese Simulationen nach Einschätzung der TeilnehmerInnen dazu beitragen können, das Verständnis sowohl für die (Brand- und) Rauchentwicklung als auch für Aspekte der Gebäudeplanung zu verbessern.

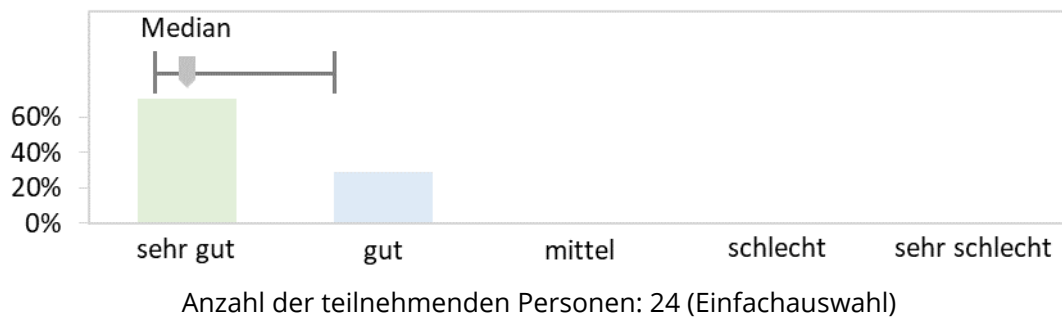


Abbildung 11.1: Umfrageergebnis zur Steigerung des Verständnisses für (Brand- und) Rauchentwicklung

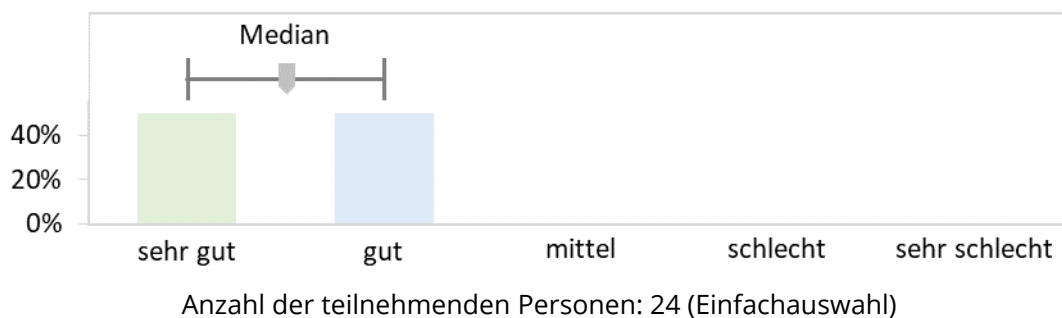


Abbildung 11.2: Umfrageergebnis zu den Rückschlüssen auf Aspekte der Gebäudeplanung

TeilnehmerInnen berichteten weiterhin, dass Brandschutz- und Entrauchungssimulationen deutlich stärker in Projekte involviert werden sollten, insbesondere bei der Konzeption von Fluchtwegen, da die Aufmerksamkeit hierfür deutlich erhöht werden kann.

12 Hinweise zur Optimierung der Visualisierungstechniken und der Veranstaltung

Hinweise zur Cave

Allgemeine Optimierungsvorschläge	Hinweise zum Workshop
Standpunkt im Gebäude zusätzlich in Grundriss anzeigen → zusätzlicher Monitor zur Orientierung	zu hohe Lautstärke im Raum/ ungünstige Akustik (mehrfach genannt)
Ansichtspunkte im Modell vorbereiten, um gezielter an ausgewählte Orte im Modell zu navigieren	
Metadaten/ Informationen zu den Objekten abrufbar implementieren	starke Abhängigkeit der Qualität von der kompetenten Bedienung des Controllers
Größenwirkung des Modells ist abhängig von der Perspektive in der Cave → wirkt teilweise größer	
Darstellung mit zu wenig Licht auf Dauer anstrengend für die Augen	starke Abhängigkeit der Performance von der Einschaltung der Beleuchtung
bei Kollisionen mit Bauteilen/Einrichtungen sollte man nicht „hindurchfahren“ können, um Betrachtung noch realer darzustellen	
Einblenden einer Bemaßung oder eigene Messfunktion	Gesamtdauer der Veranstaltung in Cave/VR/AR ≤ 3h
unterschiedliche Darstellungsvarianten ermöglichen	

Hinweise zu Virtual Reality

Allgemeine Optimierungsvorschläge	Hinweise zum Workshop
Revizito: Lesbarkeit des Menüs/der Eigenschaften sollte für NutzerIn der VR-Brille verbessert werden	Hinweis geben, dass es VR-Nutzern schneller übel wird, wenn man sich zu schnell durch das Modell bewegt (dieser Aspekt wurde unterschätzt)
Revizito: über unterschiedliche Darstellungsvorlagen Mehrwert schaffen (z.B. TGA ins Highlight und Architektur transparent, TGA in Systemfarben vs. TGA in Koordinationsfarben, alle Bauteile mit Feuerwiderstandsklasse in rot, tragende Bauteile eingefärbt usw.)	im Revizito geringere Bewegungsgeschwindigkeit einstellen (es wurde Nutzern schneller schlecht als in Enscape)
	Einführungszeit in VR ca. 0,5 – 1h

Hinweise zu Augmented Reality

Allgemeine Optimierungsvorschläge	Hinweise zum Workshop
/	Augmented Reality hat hohen Erklärungsaufwand – es sollten weniger Teilnehmer oder mehr Zeit eingeplant werden

Hinweise zu Brand- und Entrauchungssimulation

Allgemeine Optimierungsvorschläge	Hinweise zum Workshop
Forschungspotential für die Weiterentwicklung von Standards	Aufnahme des Vortrages in die Vorlesung der HTWK Leipzig
Potential zur Einbindung in (Taktik-)Schulungen der Werksfeuerwehr	

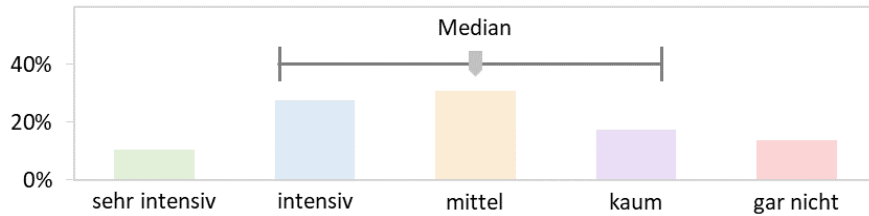
Anhang

Anhang 1: Auftreten von Desorientierungssymptomen	II
Anhang 2: Motion Sickness.....	III
Anhang 3: Bewertung der Steuerung.....	V
Anhang 4: Ergebnisdokumentation und Fachaustausch	VII
Anhang 5: Vergleich der Visualisierungstechniken mit herkömmlichen BIM-Viewern	IX
Anhang 6: Eignung der Visualisierungstechniken für verschiedene Anwendungsfälle	XV
Anhang 7: Eignung des Einsatzes der Visualisierungstechniken für verschiedene Veranstaltungen.....	XXI
Anhang 8: Einschätzung einer sinnvollen Häufigkeit für die Anwendung der Visualisierungstechniken	XXV

Anhang 1: Auftreten von Desorientierungssymptomen

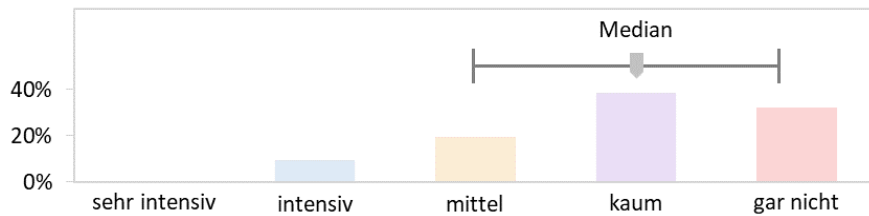
Auftreten von Desorientierungssymptomen im Rahmen der Anwendung von Visualisierungstechnologien

Desorientierungssymptome - Anwendung 1: Virtual Reality



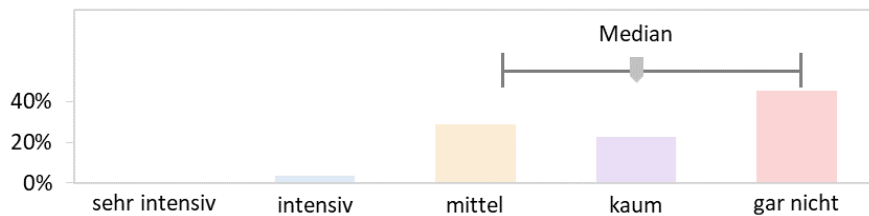
Anzahl der teilnehmenden Unternehmen: 29 (Einfachauswahl)

Desorientierungssymptome - Anwendung 2: Cave (1. Nutzung)



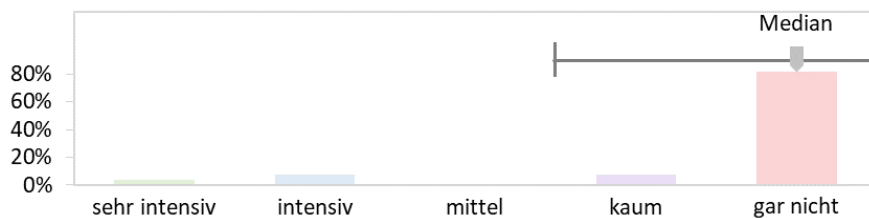
Anzahl der teilnehmenden Unternehmen: 31 (Einfachauswahl)

Desorientierungssymptome - Anwendung 3: Cave (2. Nutzung)



Anzahl der teilnehmenden Personen: 31 (Einfachauswahl)

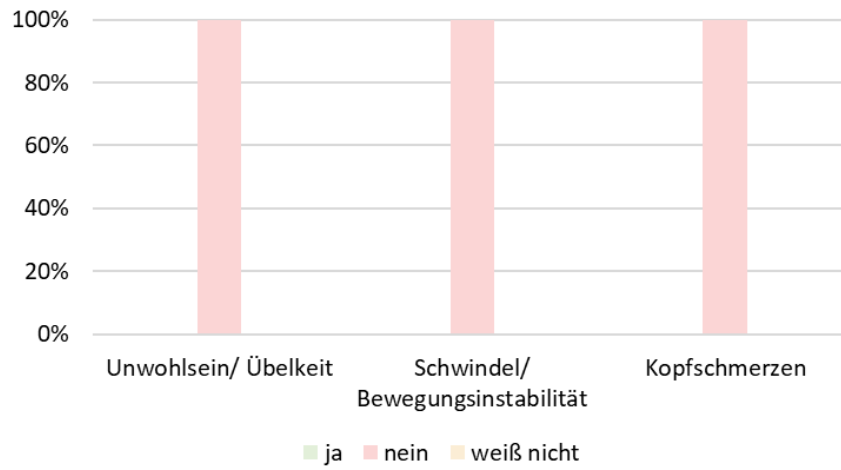
Desorientierungssymptome - Anwendung 4: Augmented Reality



Anzahl der teilnehmenden Personen: 27 (Einfachauswahl)

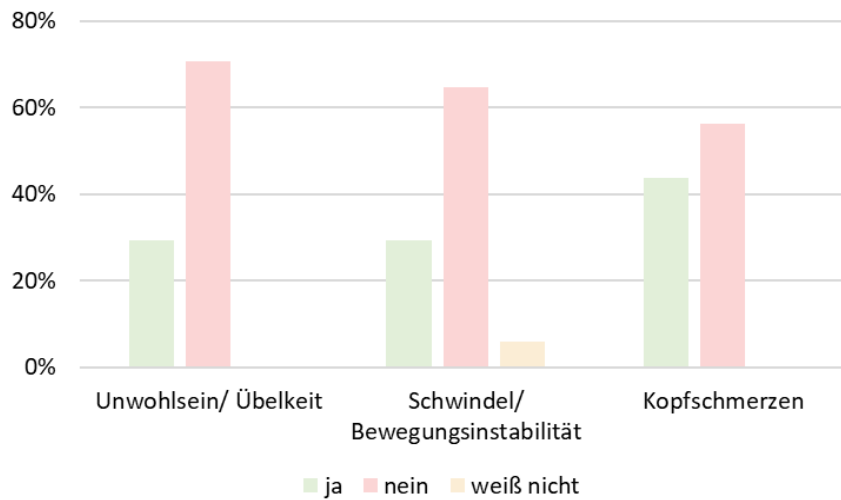
*Anhang 2: Motion Sickness*Motion Sickness im Rahmen der Anwendung von Visualisierungstechnologien

Motion Sickness - Anwendung 1: Augmented Reality



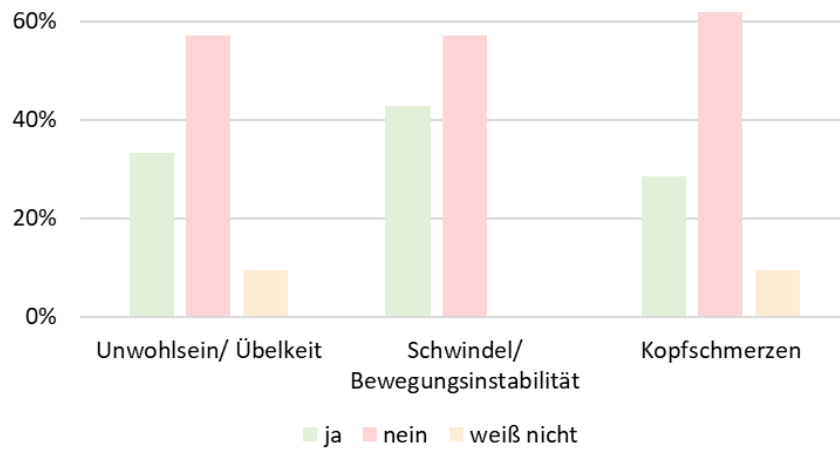
Anzahl der teilnehmenden Personen: 4 - 5 (jeweils Einfachauswahl)

Motion Sickness - Anwendung 2: Cave (2. Nutzung)



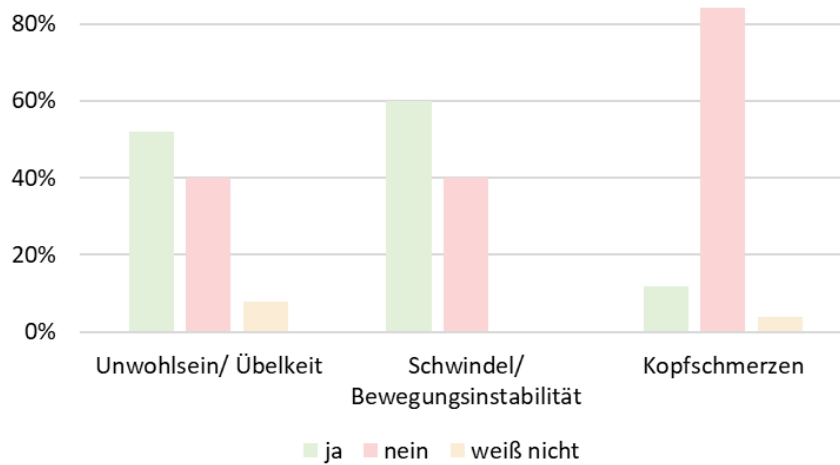
Anzahl der teilnehmenden Personen: 16 - 17 (jeweils Einfachauswahl)

Motion Sickness - Anwendung 3: Cave (1. Nutzung)



Anzahl der teilnehmenden Unternehmen: jeweils 21 (jeweils Einfachauswahl)

Motion Sickness - Anwendung 4: Virtual Reality



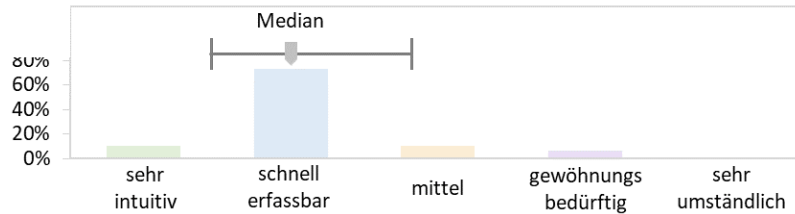
Anzahl der teilnehmenden Unternehmen: jeweils 25 (jeweils Einfachauswahl)

Anhang 3: Bewertung der Steuerung

Intuitivität der Steuerung der jeweils verwendeten Softwareanwendung

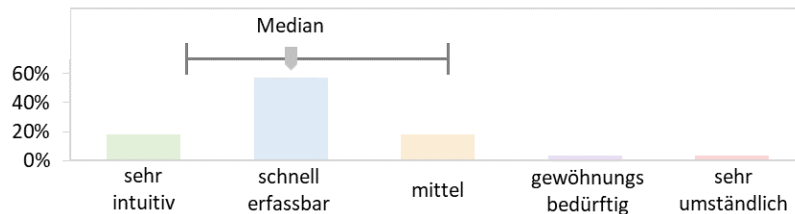
Hinweis: In der Cave kam im Workshop die Softwareanwendung „Unity Reflect“ zum Einsatz.

Bewertung der Steuerung - Anwendung 1: Cave (2. Nutzung)



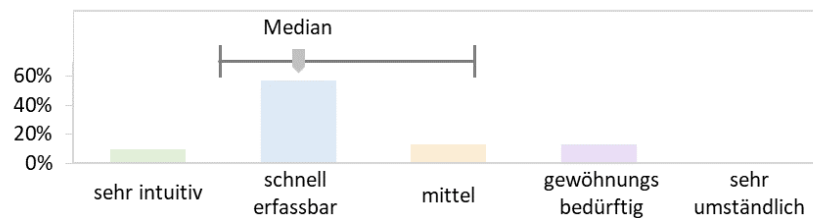
Anzahl der teilnehmenden Personen: 30 (Einfachauswahl)

Bewertung der Steuerung - Anwendung 2: Virtual Reality (Revizto)



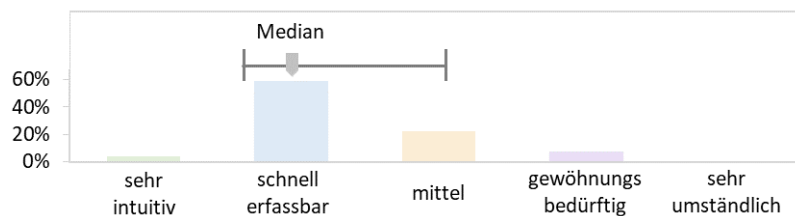
Anzahl der teilnehmenden Personen: 28 (Einfachauswahl)

Bewertung der Steuerung - Anwendung 3: Cave (1. Nutzung)



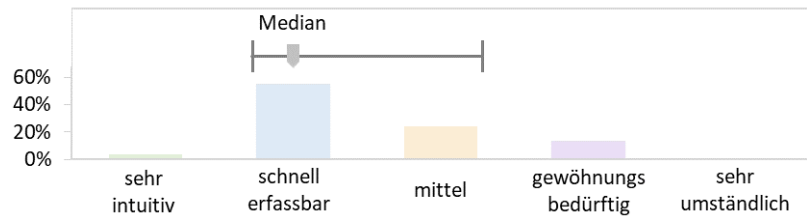
Anzahl der teilnehmenden Personen: 30 (Einfachauswahl)

Bewertung der Steuerung - Anwendung 4: Augmented Reality (Gamma AR)



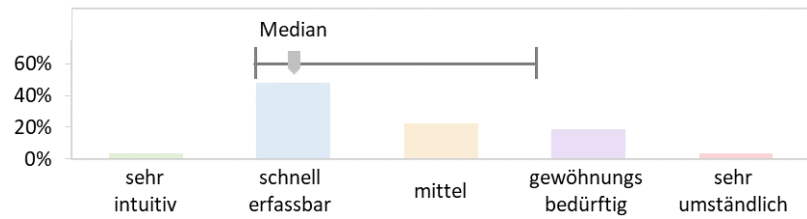
Anzahl der teilnehmenden Personen: 27 (Einfachauswahl)

Bewertung der Steuerung - Anwendung 5: Virtual Reality (Enscape)



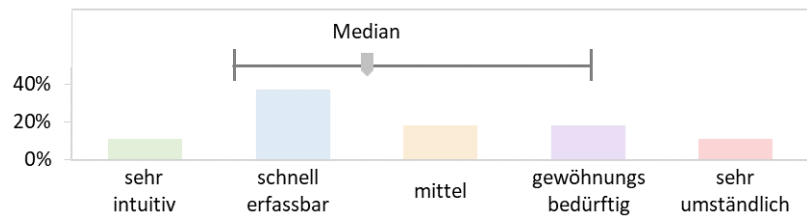
Anzahl der teilnehmenden Personen: 29 (Einfachauswahl)

Bewertung der Steuerung - Anwendung 6: Augmented Reality (Dalux Field)



Anzahl der teilnehmenden Personen: 27 (Einfachauswahl)

Bewertung der Steuerung - Anwendung 7: Augmented Reality (HoloLens)

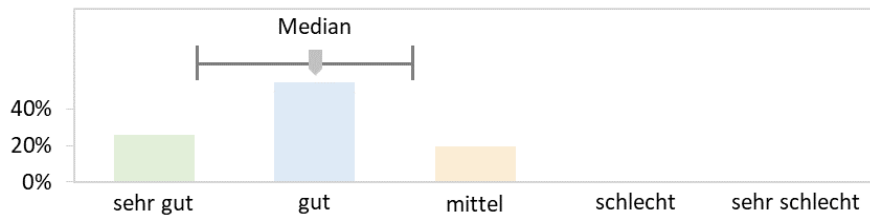


Anzahl der teilnehmenden Personen: 27 (Einfachauswahl)

Anhang 4: Ergebnisdokumentation und Fachaustausch

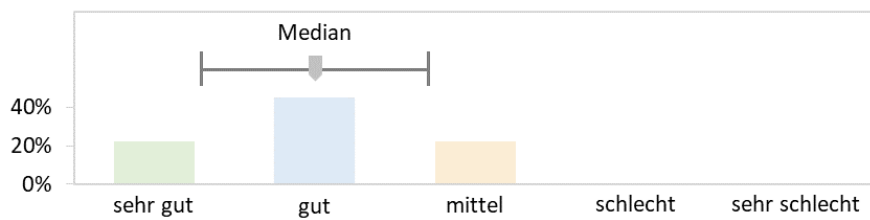
Ergebnisdokumentation während der Anwendung

Ergebnis-/ Erkenntnisdokumentation - Anwendung 1: Cave (2. Nutzung)



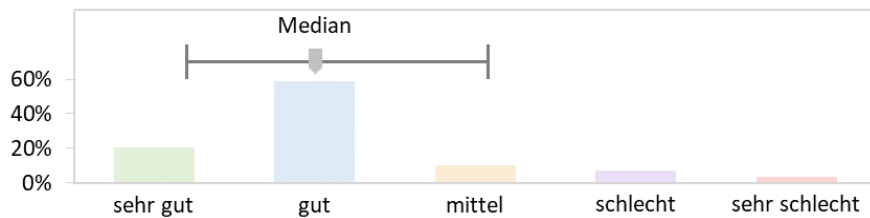
Anzahl der teilnehmenden Personen: 31 (Einfachauswahl)

Ergebnis-/ Erkenntnisdokumentation - Anwendung 2: Cave (1. Nutzung)



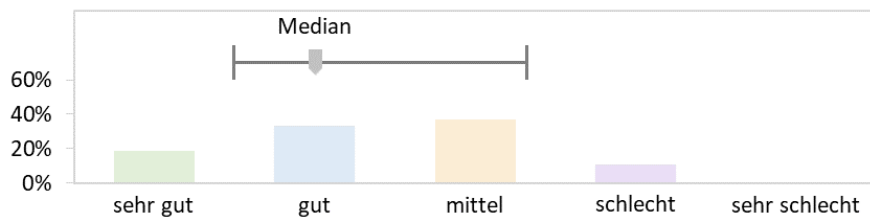
Anzahl der teilnehmenden Personen: 31 (Einfachauswahl)

Ergebnis-/ Erkenntnisdokumentation - Anwendung 3: Virtual Reality



Anzahl der teilnehmenden Personen: 29 (Einfachauswahl)

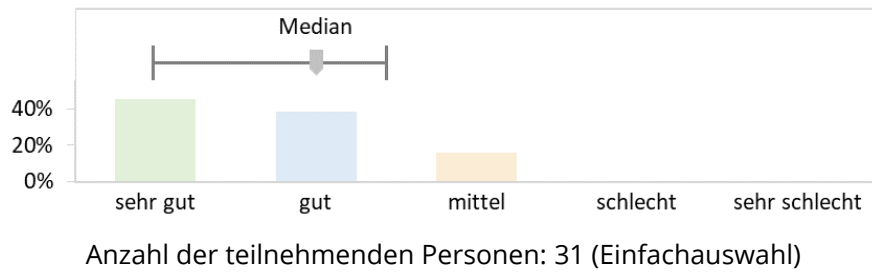
Ergebnis-/ Erkenntnisdokumentation - Anwendung 4: Augmented Reality



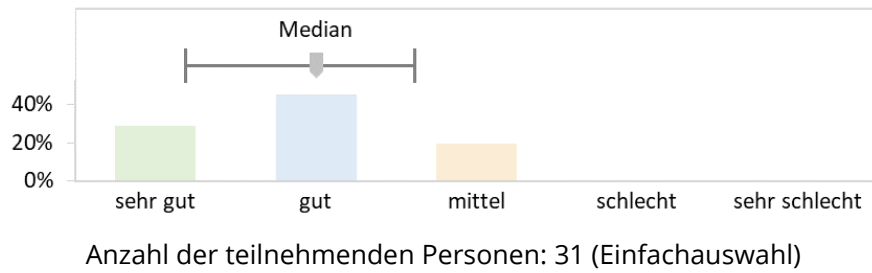
Anzahl der teilnehmenden Personen: 27 (Einfachauswahl)

Fachaustausch während der Anwendung

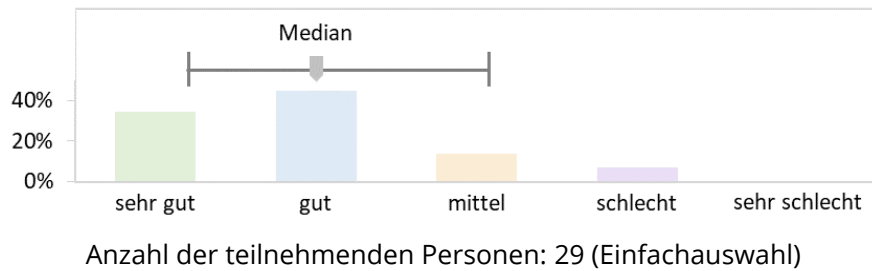
Austausch mit anderen Projektbeteiligten - Anwendung 1: Cave (2. Nutzung)



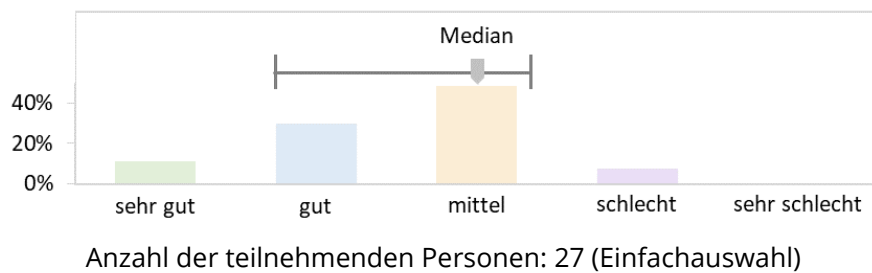
Austausch mit anderen Projektbeteiligten - Anwendung 2: Cave (1. Nutzung)



Austausch mit anderen Projektbeteiligten - Anwendung 3: Virtual Reality



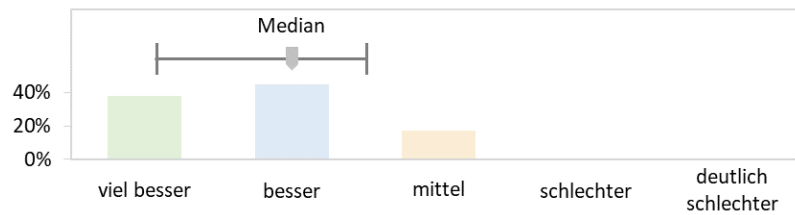
Austausch mit anderen Projektbeteiligten - Anwendung 4: Augmented Reality



Anhang 5: Vergleich der Visualisierungstechniken mit herkömmlichen BIM-Viewern

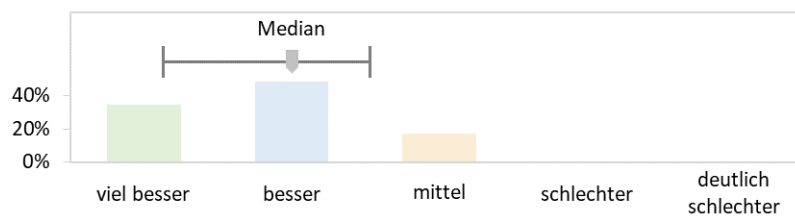
Räumliche Wahrnehmung: Raumanordnung und Raumgefühl

Raumanordnung und Raumgefühl - Anwendung 1: Virtual Reality (Revizto)



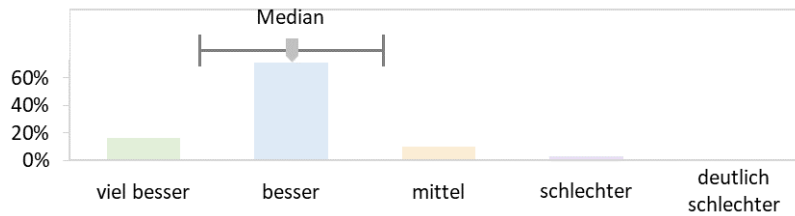
Anzahl der teilnehmenden Personen: 29 (Einfachauswahl)

Raumanordnung und Raumgefühl - Anwendung 2: Virtual Reality (Enscape)



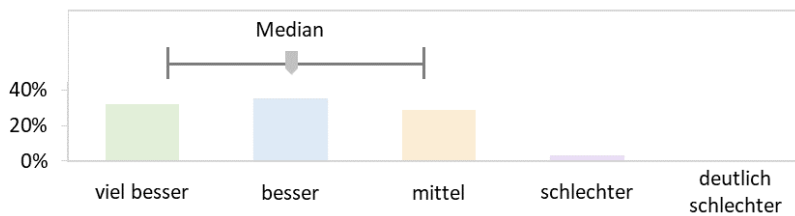
Anzahl der teilnehmenden Personen: 29 (Einfachauswahl)

Raumanordnung und Raumgefühl - Anwendung 3: Cave (2. Nutzung)



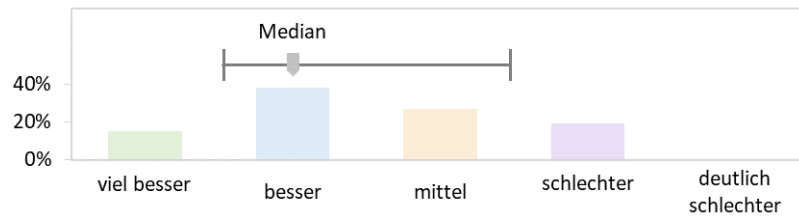
Anzahl der teilnehmenden Personen: 31 (Einfachauswahl)

Raumanordnung und Raumgefühl - Anwendung 4: Cave (1. Nutzung)



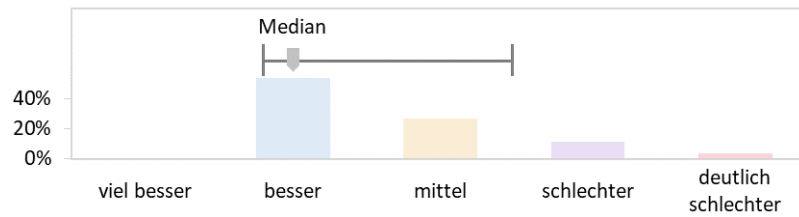
Anzahl der teilnehmenden Personen: 31 (Einfachauswahl)

Raumanordnung und Raumgefühl - Anwendung 5: Augmented Reality (HoloLens)



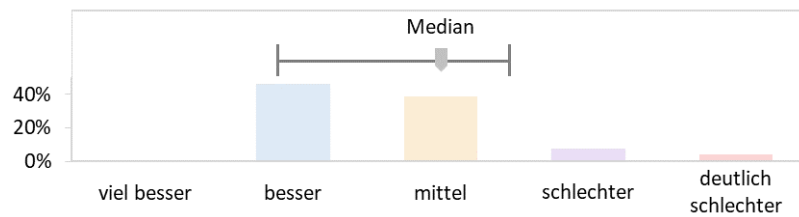
Anzahl der teilnehmenden Personen: 26 (Einfachauswahl)

Raumanordnung und Raumgefühl - Anwendung 6: Augmented Reality (Gamma AR)



Anzahl der teilnehmenden Personen: 26 (Einfachauswahl)

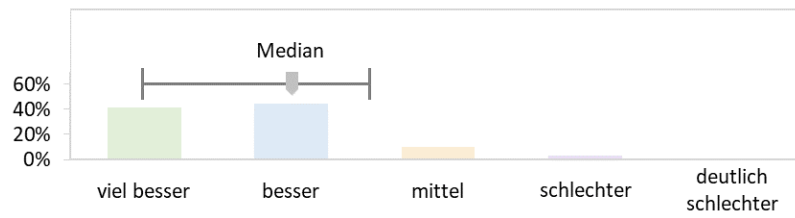
Raumanordnung und Raumgefühl - Anwendung 7: Augmented Reality (Dalux Field)



Anzahl der teilnehmenden Personen: 26 (Einfachauswahl)

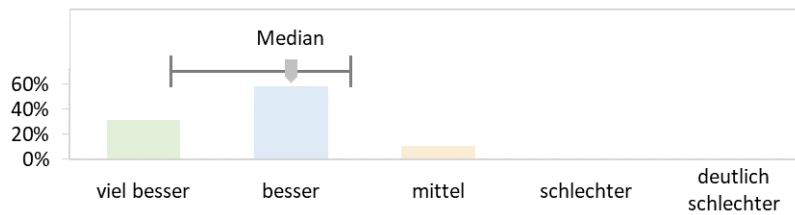
Räumliche Wahrnehmung: Maßstäblichkeit

Maßstäblichkeit - Anwendung 1: Virtual Reality (Revizto)



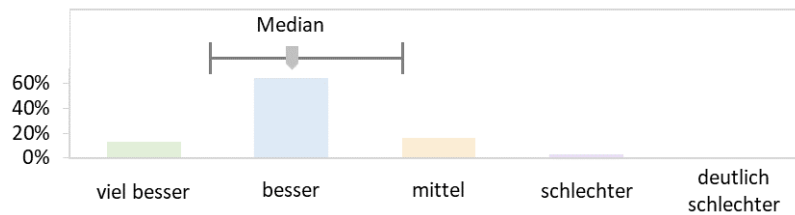
Anzahl der teilnehmenden Personen: 29 (Einfachauswahl)

Maßstäblichkeit - Anwendung 2: Virtual Reality (Enscape)



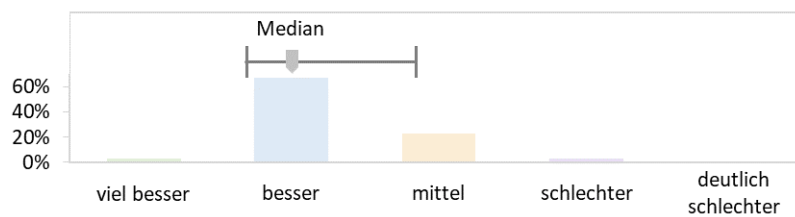
Anzahl der teilnehmenden Personen: 29 (Einfachauswahl)

Maßstäblichkeit - Anwendung 3: Cave (1. Nutzung)



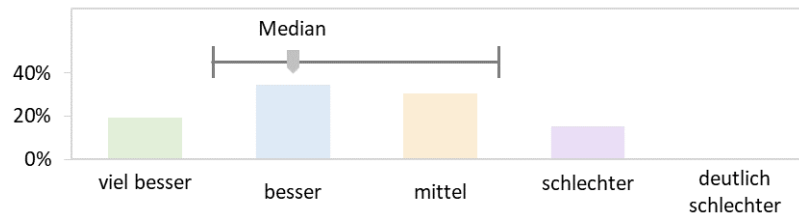
Anzahl der teilnehmenden Personen: 31 (Einfachauswahl)

Maßstäblichkeit - Anwendung 4: Cave (2. Nutzung)



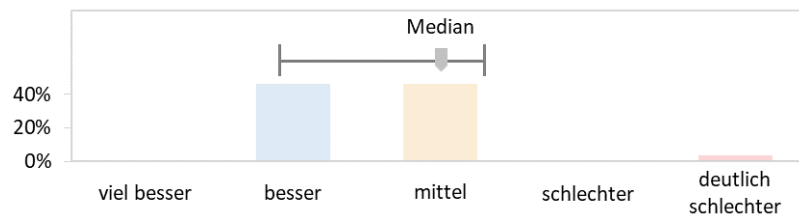
Anzahl der teilnehmenden Personen: 31 (Einfachauswahl)

Maßstäblichkeit - Anwendung 5: Augmented Reality (HoloLens)



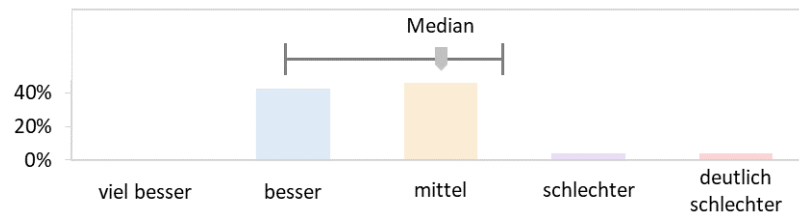
Anzahl der teilnehmenden Personen: 26 (Einfachauswahl)

Maßstäblichkeit - Anwendung 6: Augmented Reality (Gamma AR)



Anzahl der teilnehmenden Personen: 26 (Einfachauswahl)

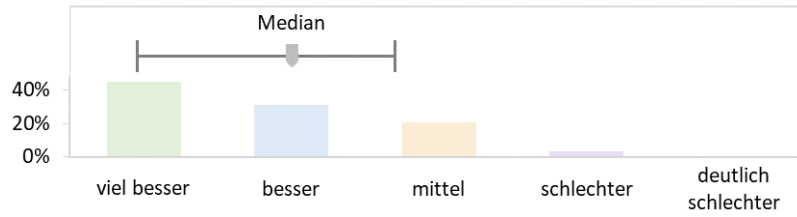
Maßstäblichkeit - Anwendung 7: Augmented Reality (Dalux Field)



Anzahl der teilnehmenden Personen: 26 (Einfachauswahl)

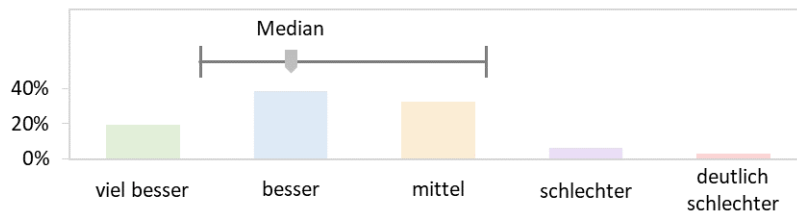
Grafische Aufbereitung: Lichtverhältnisse

Lichtverhältnisse - Anwendung 1: Virtual Reality (Enscape)



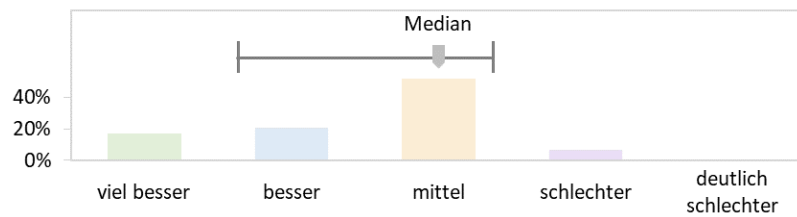
Anzahl der teilnehmenden Personen: 29 (Einfachauswahl)

Lichtverhältnisse - Anwendung 2: Cave (1. Nutzung)



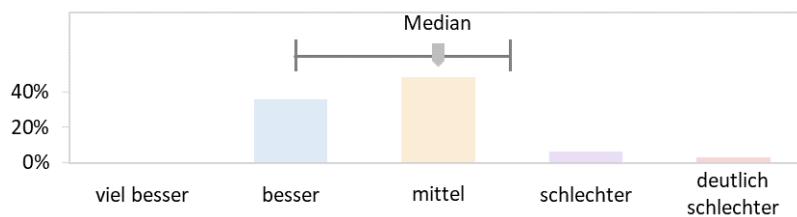
Anzahl der teilnehmenden Personen: 31 (Einfachauswahl)

Lichtverhältnisse - Anwendung 3: Virtual Reality (Revizto)



Anzahl der teilnehmenden Personen: 29 (Einfachauswahl)

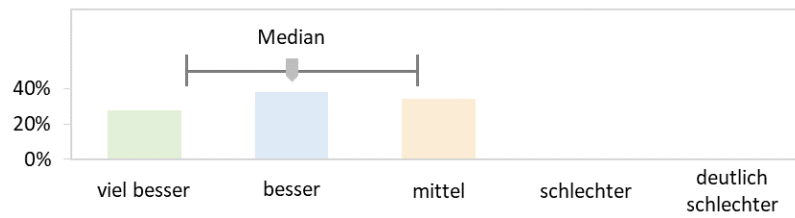
Lichtverhältnisse - Anwendung 4: Cave (2. Nutzung)



Anzahl der teilnehmenden Personen: 31 (Einfachauswahl)

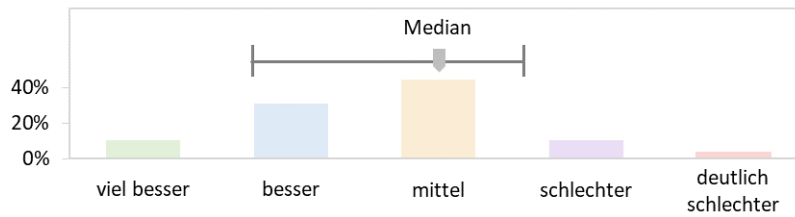
Grafische Aufbereitung: Farben

Farben - Anwendung 1: Virtual Reality (Enscape)



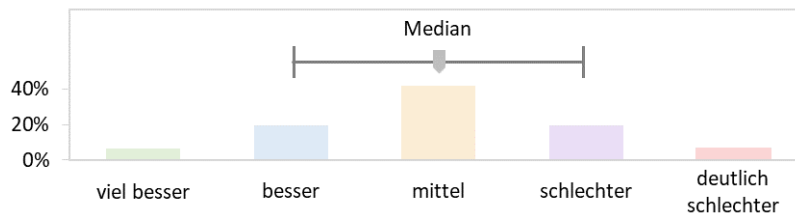
Anzahl der teilnehmenden Personen: 29 (Einfachauswahl)

Farben - Anwendung 2: Virtual Reality (Revizto)



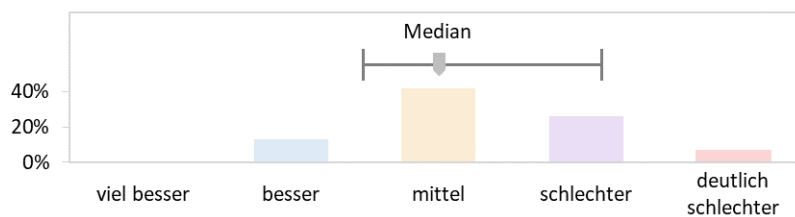
Anzahl der teilnehmenden Personen: 29 (Einfachauswahl)

Farben - Anwendung 3: Cave (1. Nutzung)



Anzahl der teilnehmenden Personen: 31 (Einfachauswahl)

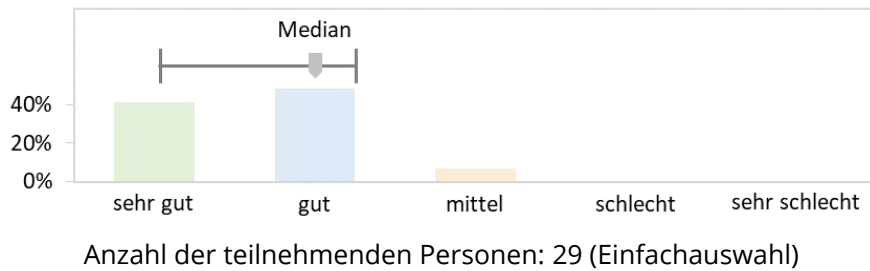
Farben - Anwendung 4: Cave (2. Nutzung)



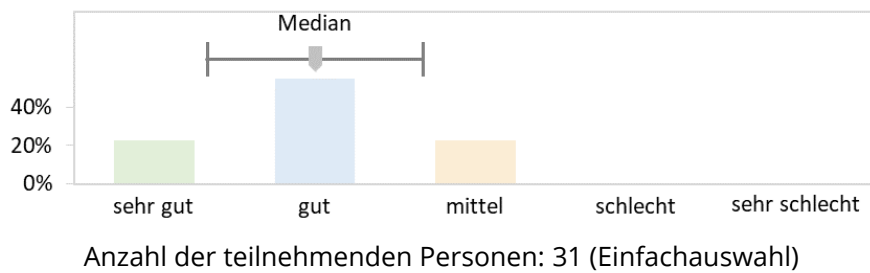
Anzahl der teilnehmenden Personen: 31 (Einfachauswahl)

*Anhang 6: Eignung der Visualisierungstechniken für verschiedene Anwendungsfälle*Eignung für die Prüfung der Baubarkeit

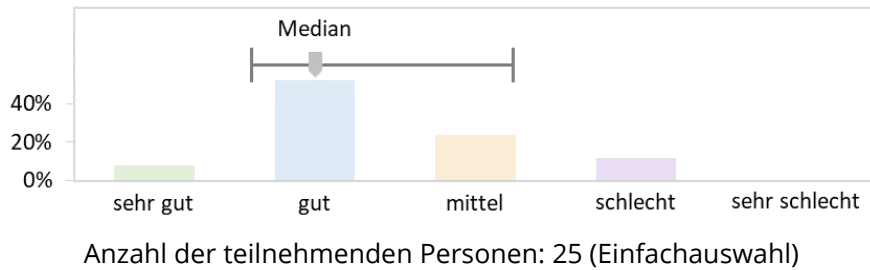
Eignung Baubarkeit - Anwendung 1: Virtual Reality



Eignung Baubarkeit - Anwendung 2: Cave

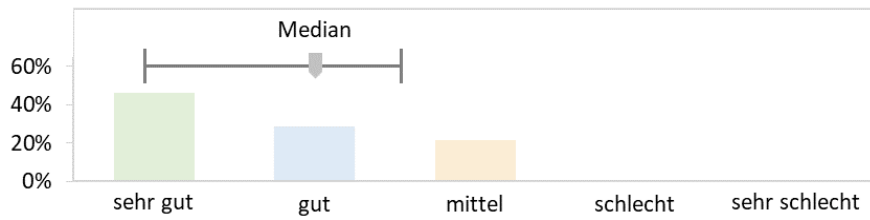


Eignung Baubarkeit - Anwendung 3: Augmented Reality



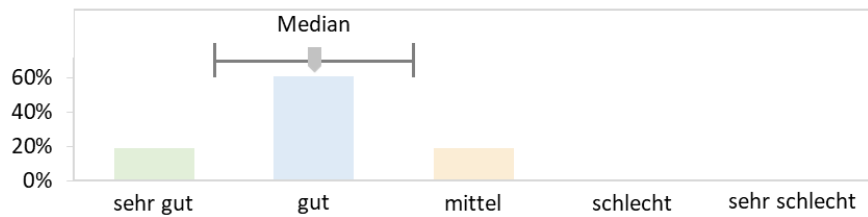
Eignung für die Prüfung der Bedienungs- und Wartungsfreundlichkeit

Eignung Bedienungs- und Wartungsfreundlichkeit - Anwendung 1: Virtual Reality



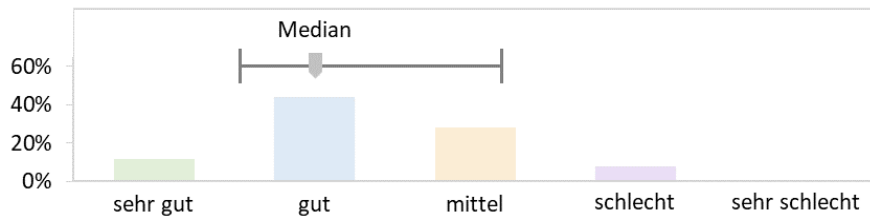
Anzahl der teilnehmenden Personen: 28 (Einfachauswahl)

Eignung Bedienungs- und Wartungsfreundlichkeit – Anwendung 2: Cave



Anzahl der teilnehmenden Personen: 31 (Einfachauswahl)

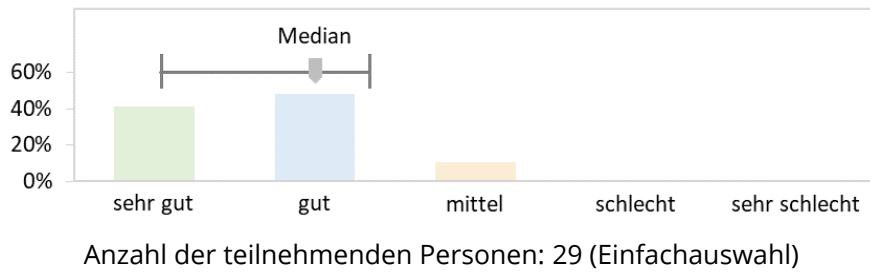
Eignung Bedienungs- und Wartungsfreundlichkeit - Anwendung 3: Augmented Reality



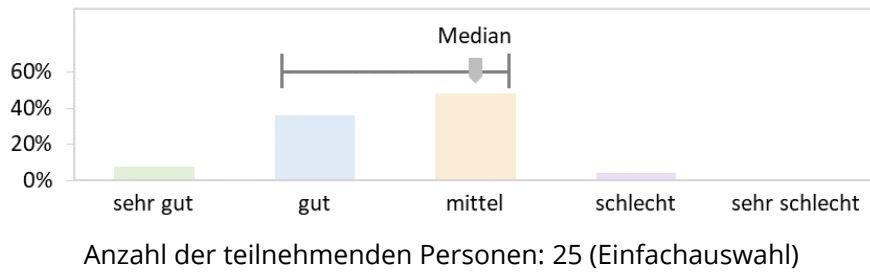
Anzahl der teilnehmenden Personen: 25 (Einfachauswahl)

Eignung für die Bewertung der Gestaltung

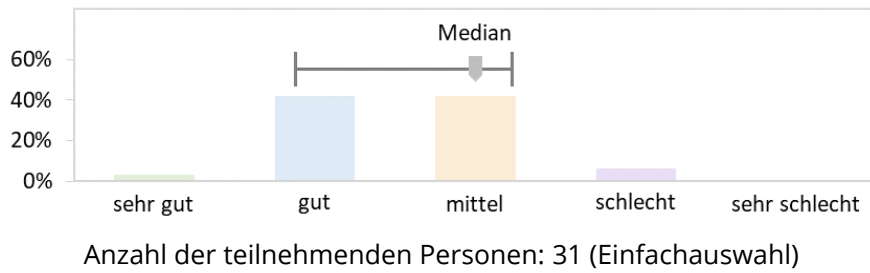
Eignung Gestaltung - Anwendung 1: Virtual Reality



Eignung Gestaltung - Anwendung 2: Augmented Reality

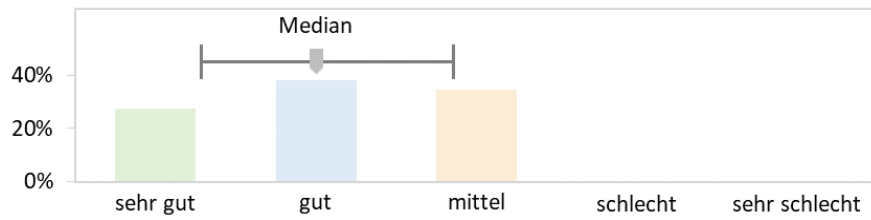


Eignung Gestaltung - Anwendung 3: Cave



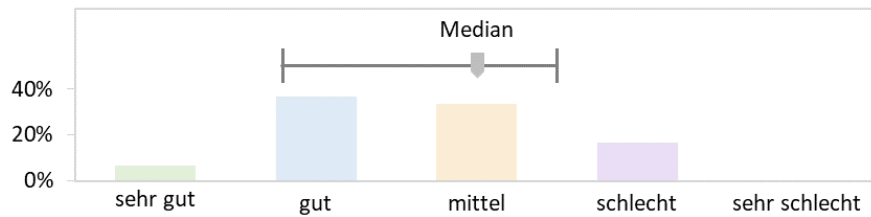
Eignung für die Bemusterung

Eignung Bemusterung - Anwendung 1: Virtual Reality



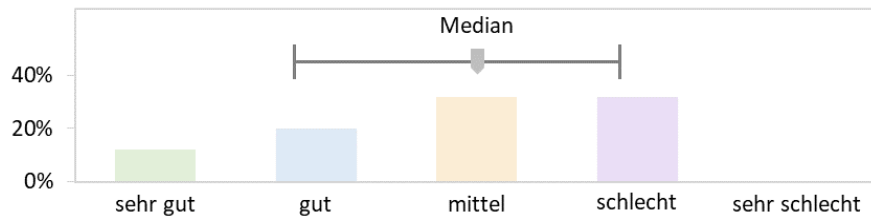
Anzahl der teilnehmenden Personen: 29 (Einfachauswahl)

Eignung Bemusterung - Anwendung 2: Cave



Anzahl der teilnehmenden Personen: 30 (Einfachauswahl)

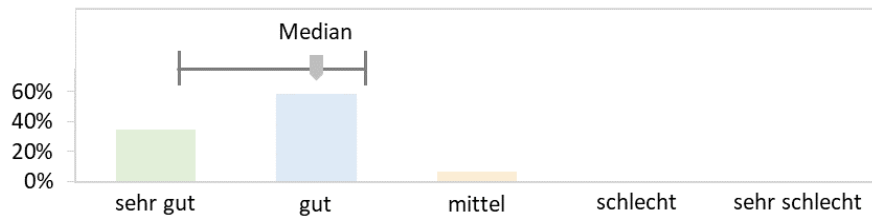
Eignung Bemusterung - Anwendung 3: Augmented Reality



Anzahl der teilnehmenden Personen: 25 (Einfachauswahl)

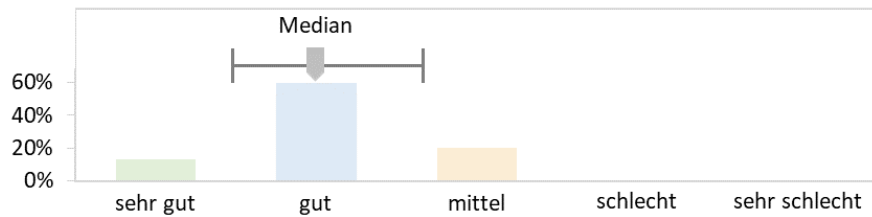
Eignung für einen Variantenvergleich

Eignung Variantenvergleich - Anwendung 1: Virtual Reality



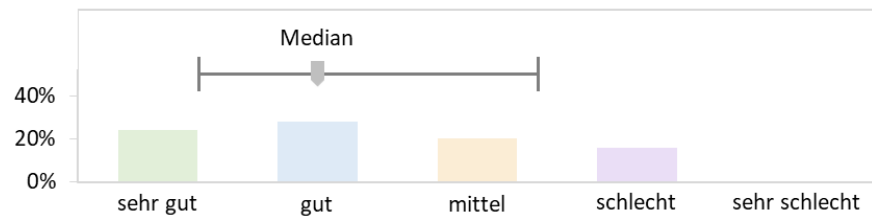
Anzahl der teilnehmenden Personen: 29 (Einfachauswahl)

Eignung Variantenvergleich - Anwendung 2: Cave



Anzahl der teilnehmenden Personen: 30 (Einfachauswahl)

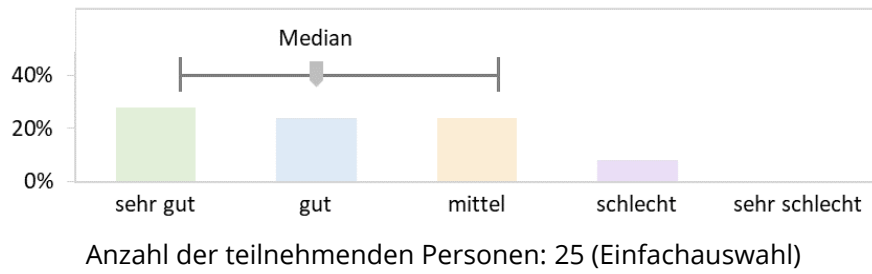
Eignung Variantenvergleich - Anwendung 3: Augmented Reality



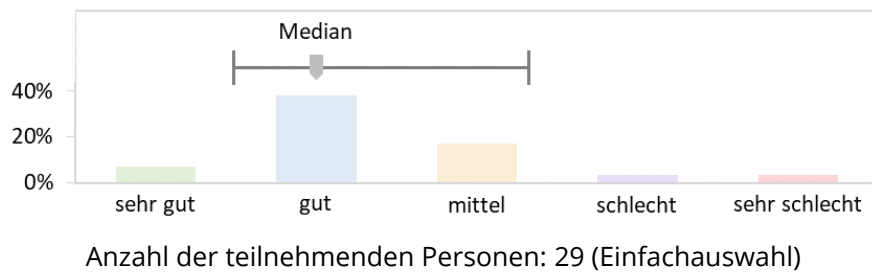
Anzahl der teilnehmenden Personen: 25 (Einfachauswahl)

Eignung für die Baufortschrittskontrolle

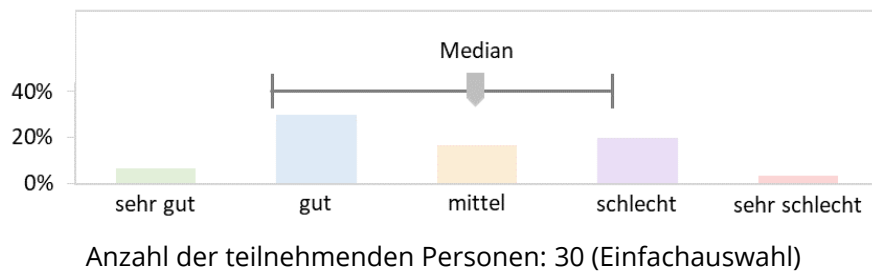
Eignung Baufortschrittskontrolle - Anwendung 1: Augmented Reality



Eignung Baufortschrittskontrolle - Anwendung 2: Virtual Reality

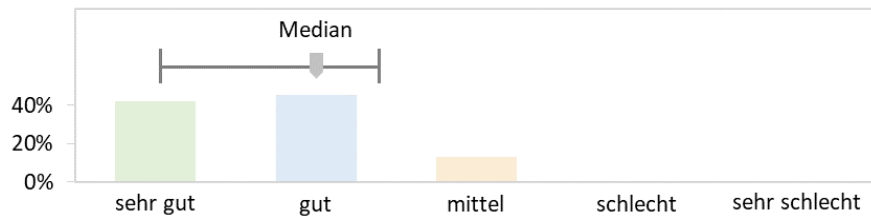


Eignung Baufortschrittskontrolle - Anwendung 3: Cave



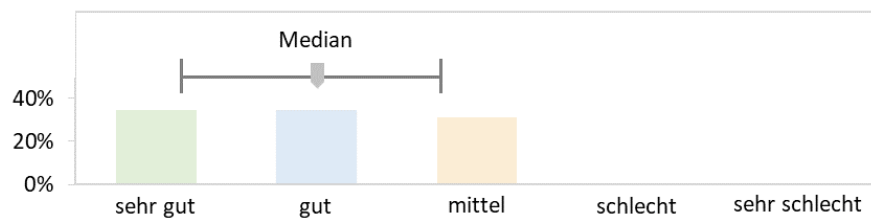
*Anhang 7: Eignung des Einsatzes der Visualisierungstechniken für verschiedene Veranstaltungen*Eignung für eine Projektpräsentation im Rahmen der Planung

Eignung Projektpräsentation - Anwendung 1: Cave



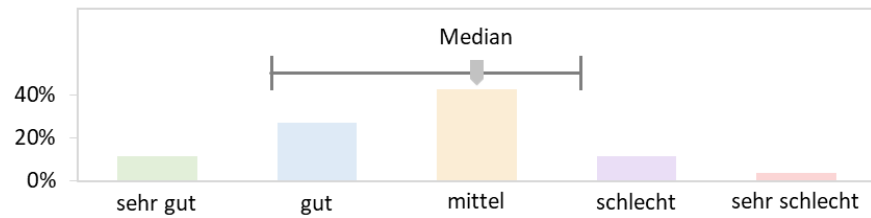
Anzahl der teilnehmenden Personen: 31 (Einfachauswahl)

Eignung Projektpräsentation - Anwendung 2: Virtual Reality



Anzahl der teilnehmenden Personen: 29 (Einfachauswahl)

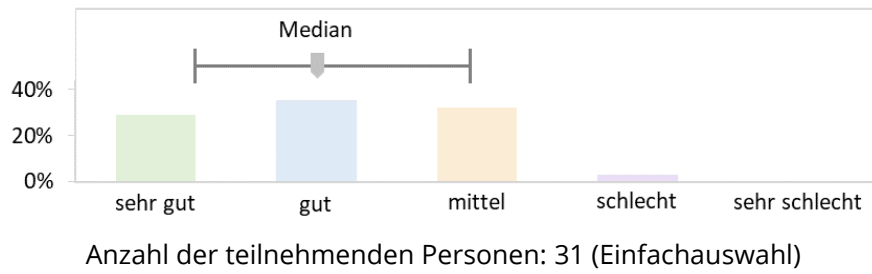
Eignung Projektpräsentation - Anwendung 3: Augmented Reality



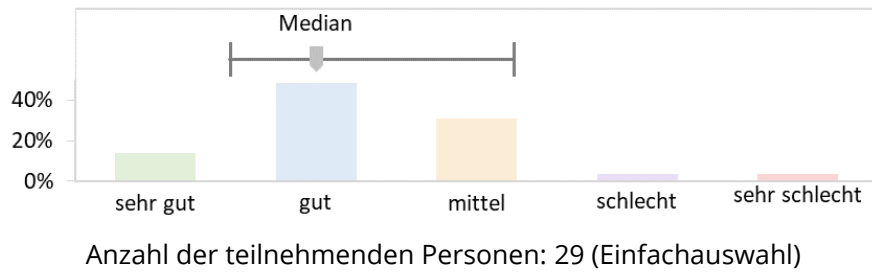
Anzahl der teilnehmenden Personen: 26 (Einfachauswahl)

Eignung für eine Planungsberatung

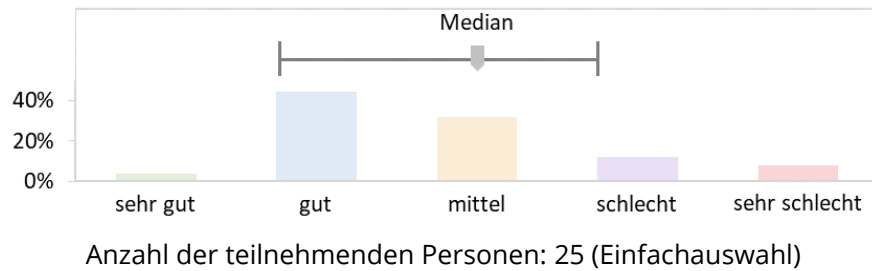
Eignung Planungsberatung - Anwendung 1: Cave



Eignung Planungsberatung - Anwendung 2: Virtual Reality

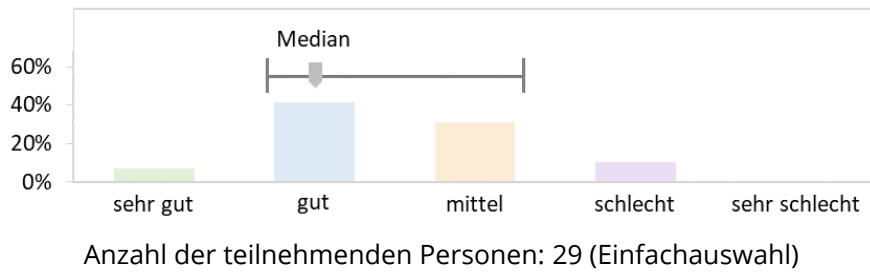


Eignung Planungsberatung - Anwendung 3: Augmented Reality

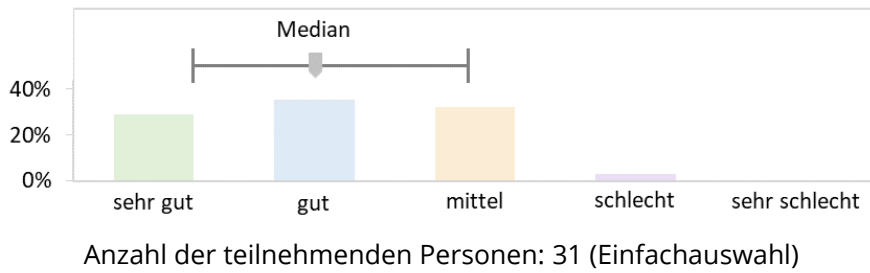


Eignung für eine Bauanlaufberatung

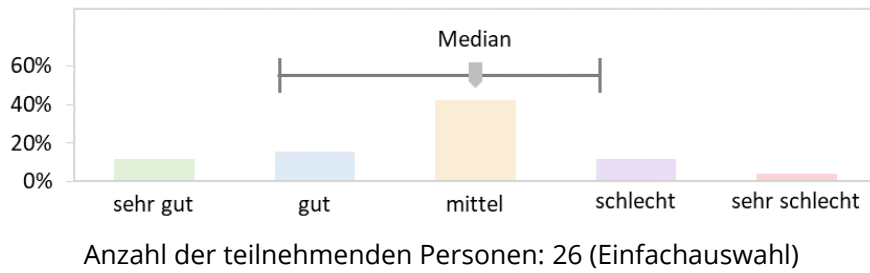
Eignung Bauanlaufberatung - Anwendung 1: Virtual Reality



Eignung Bauanlaufberatung - Anwendung 2: Cave

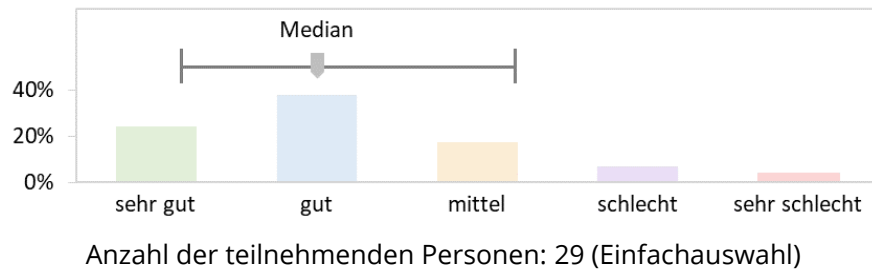


Eignung Bauanlaufberatung - Anwendung 3: Augmented Reality

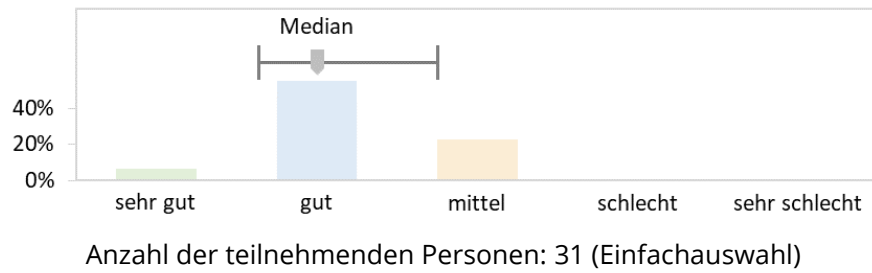


Eignung für die Arbeitsvorbereitung/ im Gebäudebetrieb

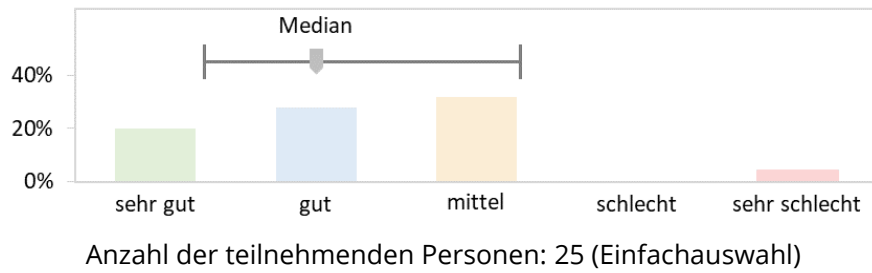
Eignung Arbeitsvorbereitung - Anwendung 1: Virtual Reality



Eignung Arbeitsvorbereitung - Anwendung 2: Cave

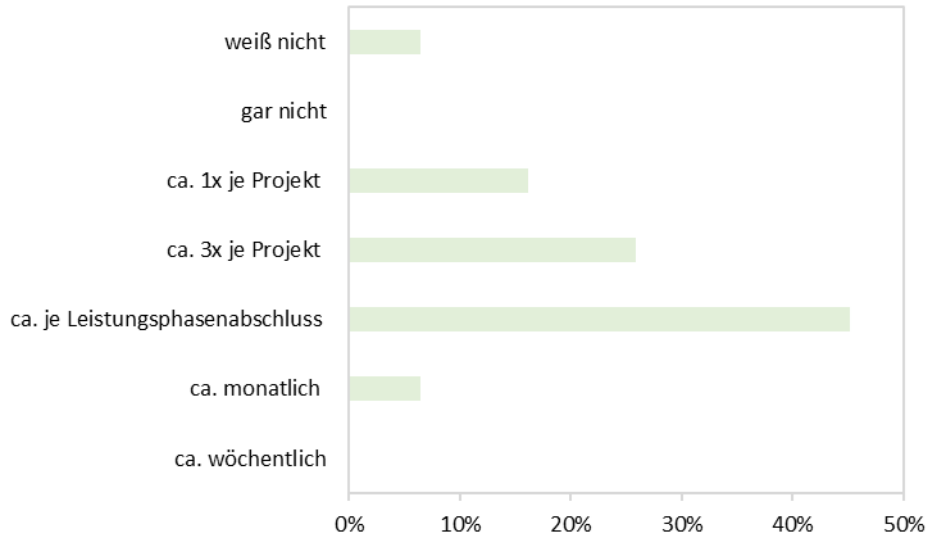


Eignung Arbeitsvorbereitung - Anwendung 3: Augmented Reality



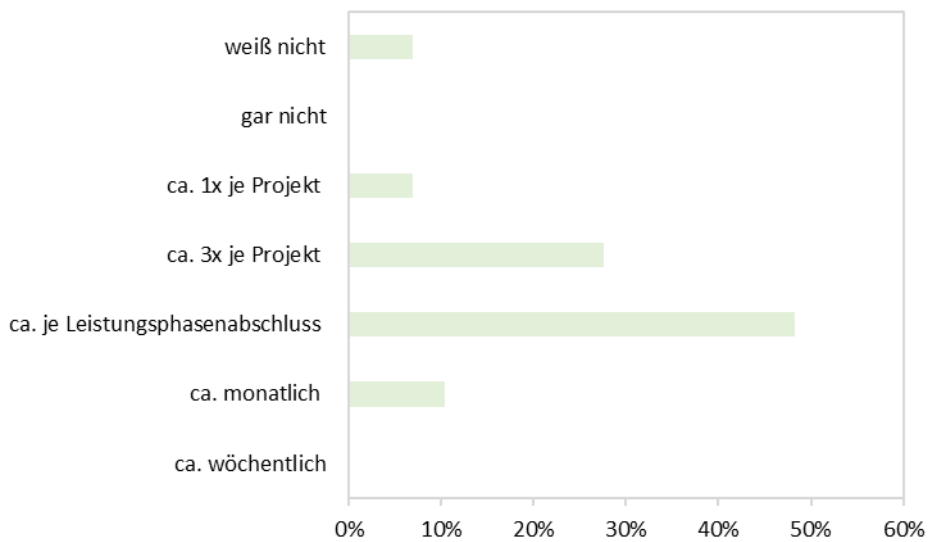
*Anhang 8: Einschätzung einer sinnvollen Häufigkeit für die Anwendung der Visualisierungstechniken*Abschätzung der TeilnehmerInnen hinsichtlich einer geeigneten Häufigkeit der Anwendungen je Projekt

Häufigkeit - Anwendung 1: Cave



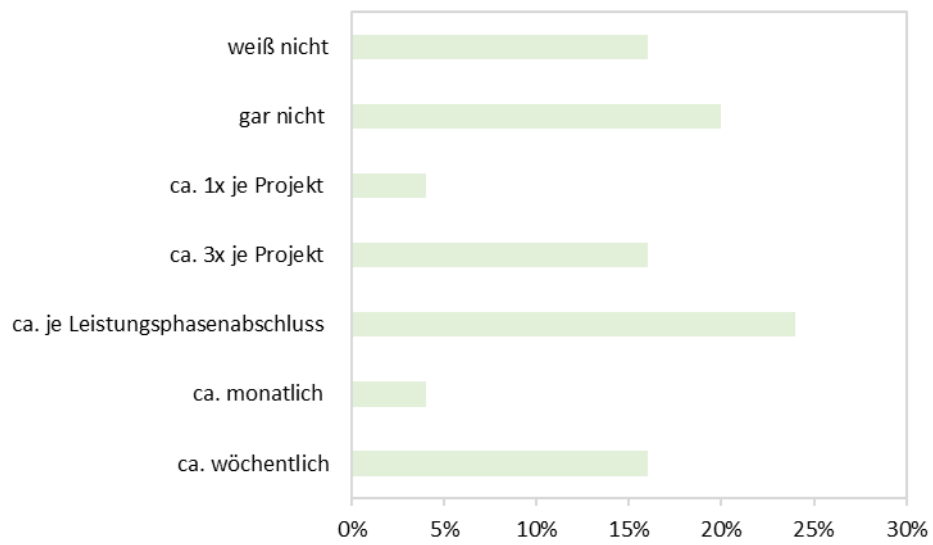
Anzahl der teilnehmenden Personen:31 (Einfachauswahl)

Häufigkeit - Anwendung 2: Virtual Reality



Anzahl der teilnehmenden Personen: 29 (Einfachauswahl)

Häufigkeit - Anwendung 3: Augmented Reality



Anzahl der teilnehmenden Personen: 25 (Einfachauswahl)