

Ergebnisse der Akzeptanzstudie

EM:POWER: Elektromobilität: Potenziale durch Wasserstoff erleben

Herausgeber

Autoren

Carsten Adorff, M.Sc.

Svenja Kany, M.A.

Leander Kauschke, Dipl. Wirt.-Ing.

Dieses Vorhaben wurde aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) gefördert.



Projektkoordination

Prof. Dr. Horst Wieker

Leiter der Forschungsgruppe Verkehrstelematik (FGVT) bei der htw saar – Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes, Kommunikationstechnik

Campus Alt-Saarbrücken

Goebenstr. 40

D-66117 Saarbrücken

Telefon +49 681 5867 195

Fax +49 681 5867 122

E-Mail wieker@htwsaar.de

Web fgvt.htwsaar.de

Übersicht Akzeptanzanalyse

1. Vorstellung EM:POWER
2. Feldtest
 - 2.1 Forschungsdesign
 - 2.2 Feedback der Befragten
3. Status Quo: Akzeptanz von H₂
4. Akzeptanzmodellierung und Datenerhebung
5. Ergebnisse
 - 5.1 Öffentliche Akzeptanz
 - 5.2 Nutzerakzeptanz
 - 5.3 Akzeptanz im Feldtest
6. Diskussion und Schlussfolgerungen

1. Vorstellung EM:POWER

- Ziele:

1. Alltagstauglichkeit im Saarland testen
2. Akzeptanzprozess verstehen
3. Einfluss der Erlebbarkeit auf Markterfolg untersuchen
4. Öffentlichkeit schaffen

Energieökonomie



Vernetzung



Smart Mobility Atlas



Akzeptanz



Ländlicher Raum



Nutzererfahrung

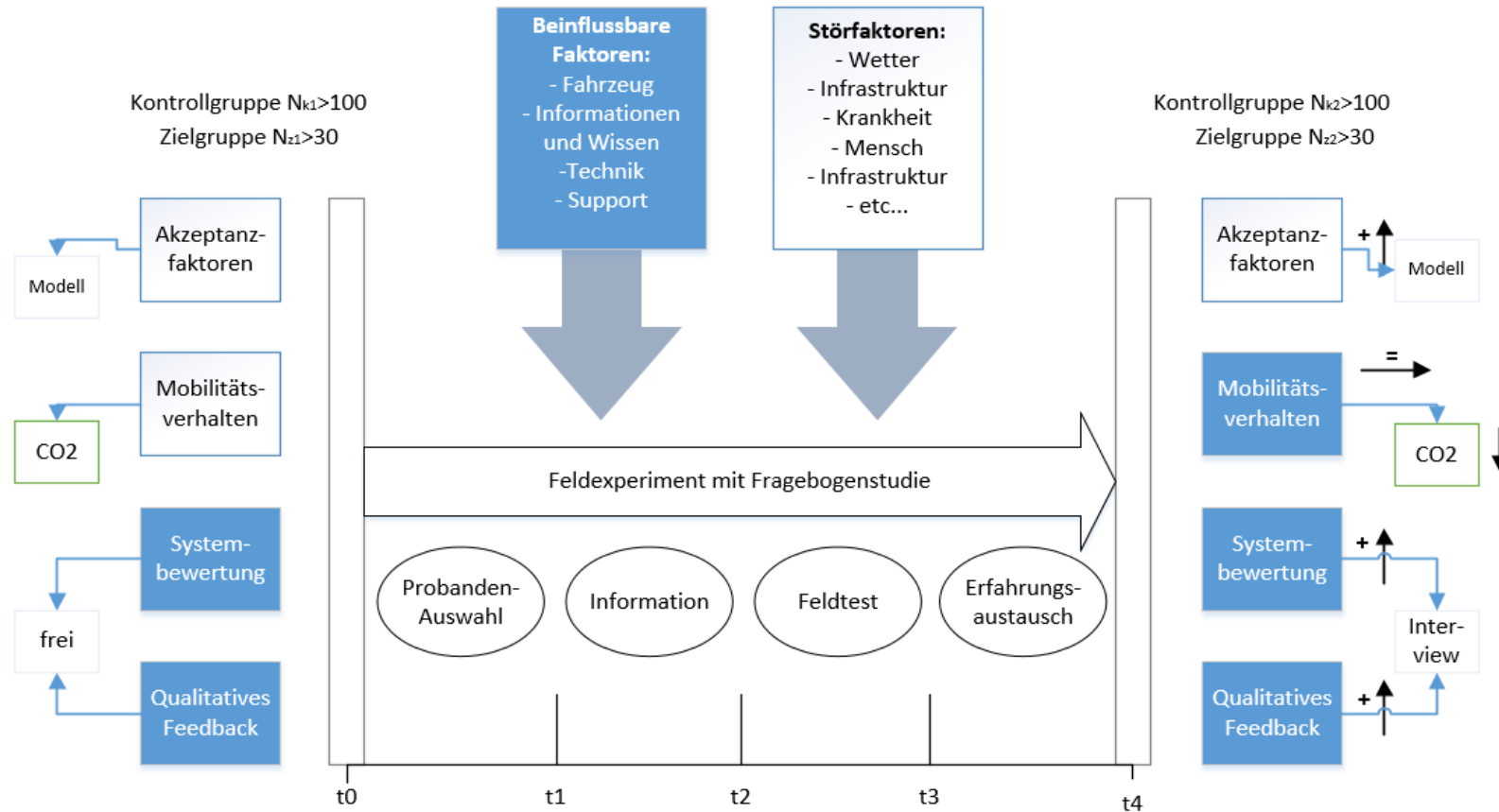


Evaluation



Pilottest HFCV

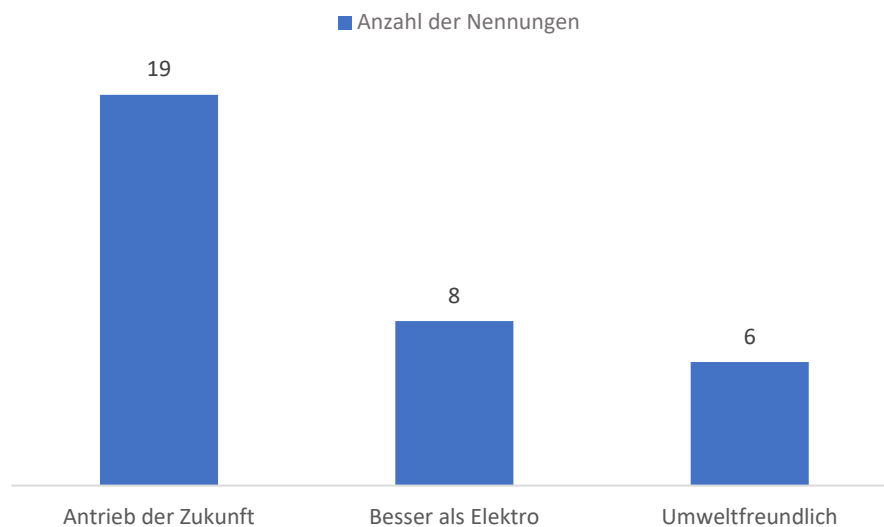
2.1 Forschungsdesign



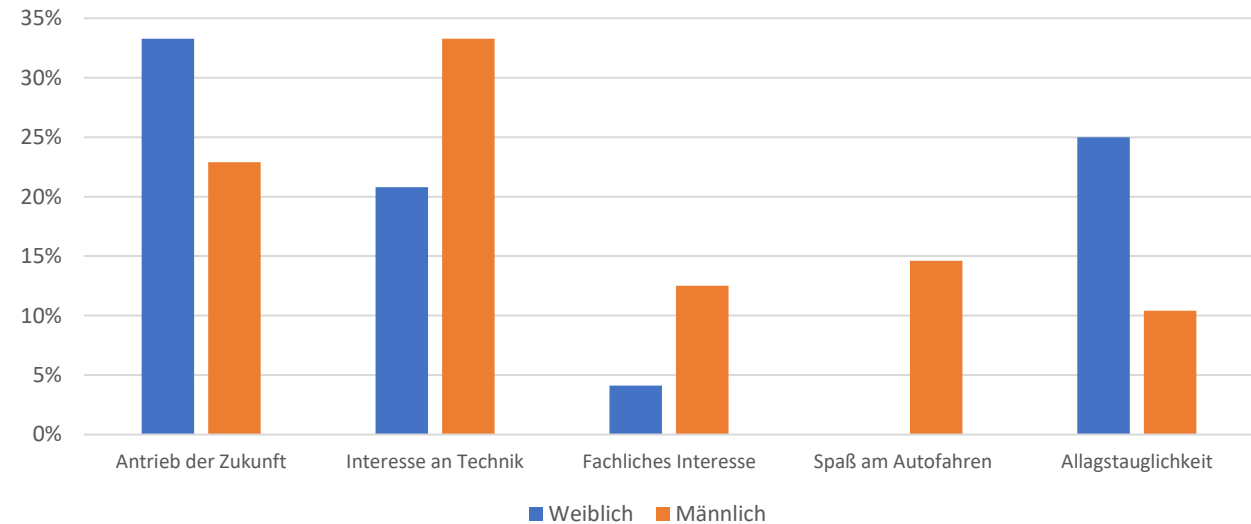
2.2 Feedback der Befragten

- Vor Feldtest Interview mit n=72 Interessierten

Meinung zur Technik (n=25)



Motivation nach Geschlecht (n=72)



2.2 Feedback der Befragten

- Nach Feldtest

Fahrgefühl

- „[...] ja also schockverliebt bin ich, wenn ich ehrlich bin. Ist schon ein geiles Auto.“
- „Also war sehr gut, sehr gut zu fahren. War wie ein Elektroauto“
- „Also macht auch Spaß so ein Auto zu fahren.“

Aufmerksamkeit

- „Nachbarschaft war halt präsenter als sonst. Viele Fragen musste man beantworten, und jeder wusste dann plötzlich, ‘ja das Saarland soll Vorreiter werden mit Wasserstofftankstelle‘“
- „Und war natürlich was ich schon mal gesagt habe ein richtiger Hingucker das Auto, also überall ist man wo man stehen geblieben ist, ist geguckt worden und man ist gefragt worden zu dem Auto.“

Umwelt

- „Und dafür ist das eigentlich, wenn man so umwelt-schonend fahren kann. Dann ist das schon gut.“
- „Mit meinem [Auto] kommt das Gewisse hoch, ‘der verpestet die Umwelt’ - so das ist schon, da ist man sich schon ein bisschen anders bewusst, dass da halt nur Wasser rauskommt.“

2.2 Feedback der Befragten

- Öffentliche Umfrage

„Die bisher beste Alternative zum Verbrenner, wäre da nicht der hohe Preis des Fahrzeuges und die geringe Tankstellendichte.“

„Ich bin keine Physikerin, deshalb frage ich mich immer wieder ob das nicht gewisse Gefahren birgt...“

2.2 Feedback der Befragten

- Öffentliche Umfrage

„Ich habe gelesen, dass jetzt alle Neubauten verpflichtend mit Elektroauto-Ladestationen ausgestattet werden sollen... und jetzt kommen Sie wieder mit einer anderen Technologie!
Ich bin froh, dass ich für meine Lebensführung kein Auto benötige.
So viel Geld auszugeben, um kurze Zeit später eventuell festzustellen, dass doch eine andere Technologie genutzt wird...
Das Geld wäre mir zu schade!“

2.2 Feedback der Befragten

- H₂mobility Nutzer*innen:

„Mein Problem bei der Nutzung meines Brennstoffzellenfahrzeugs ist in erster Linie, dass die Tankstellen häufig außer Betrieb sind und dass der Tank eigentlich nie ganz voll getankt wird, sondern bei 90% abbricht.“

„Es gibt zu wenige Tankstellen... in Europa, auf dem Land, überall!“

2.2 Feedback der Befragten

- H₂mobility Nutzer*innen:

„Die Industrie und die Politik klemmen! ... ich finde dass in den Medien zu wenig über Wasserstoff gesprochen wird.“

„Ich danke Ihnen vielmals für Ihr Engagement und den Aufbau des Tankstellennetzes“

3. Status Quo: Akzeptanz von H₂

→ Problem: schleppender Markthochlauf

- Kollektive Vorteile wie reduzierte Umweltbelastungen sind nicht unmittelbar spürbar.
- Individuelle Nachteile wie hohe Anschaffungskosten, kaum Modellauswahl und eine mangelhafte Infrastruktur sind hingegen schnell wirksame Einschränkungen.
- Im Resultat ist die Mehrpreisbereitschaft wie beim Elektroauto gering (McKinsey, 2010)

3. Status Quo: Akzeptanz von H₂

- Definition Akzeptanz

“Acceptance is the degree to which an individual incorporates a system in his/her behaviour, or, if the system is not available, intends to use it.”(Adell, 2014)

3. Status Quo: Akzeptanz von H₂

- Fahrzeuge
 - Öffentliche Meinung eigentlich sehr gut (Altmann et al., 2003)
 - Mangel an Wissen und Erfahrung hemmt Akzeptanz (Loosen et al., 2003).
 - Zahlungsbereitschaft bei maximal 1000€ Mehrkosten in der Anschaffung (Mourato et al., 2004)
 - Sicherheitsbedenken sind relativ gering (Mumford, 2006; Zimmer, 2009)
 - Soziale Normen sind sehr einflussreich beim Fahrzeugkauf (Barth, 2016)
 - Geringe Modellvielfalt hemmt Verbreitung (Mohammed, 2019)
 - Keine deutschen Fahrzeuge (Still, 2019)

3. Status Quo: Akzeptanz von H₂

- Infrastruktur und Produktion
 - 90% der Nutzer sind zufrieden mit dem Tankvorgang (O'Garra, 2005)
 - 67% der Nutzer haben keine Sicherheitsbedenken gegenüber der Tankinfrastruktur (Ono & Tsunemi, 2017)
 - Es gibt keinen NIMBY-Effekt, eher umgekehrt (Tarigan et al., 2012)
 - Nachhaltigkeit des H₂ hat einen signifikanten Einfluss auf Akzeptanz (O'Garra, 2005)

3. Status Quo: Akzeptanz von H₂

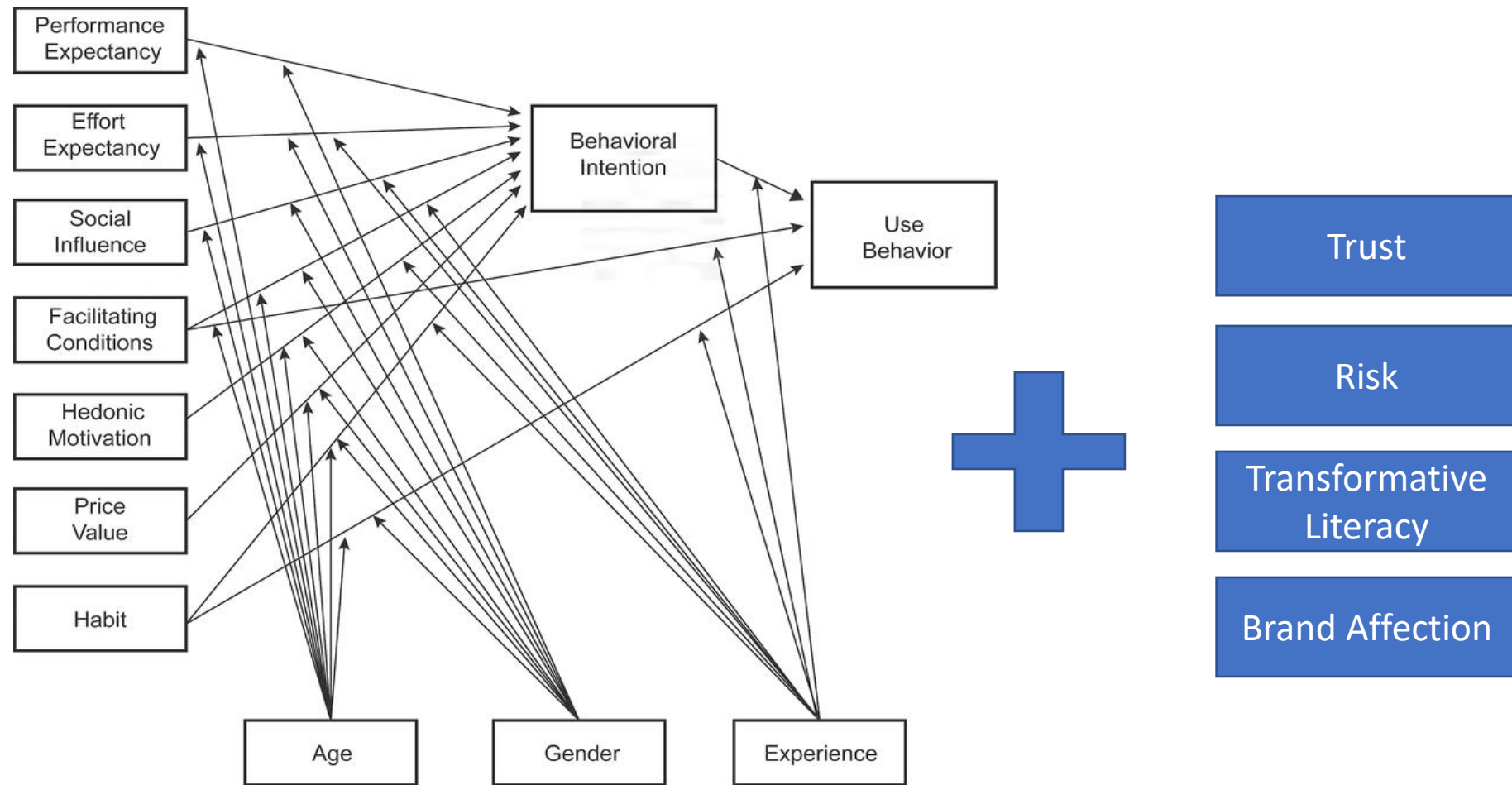
- Systemische Betrachtung
 - Menschen sind im Prinzip begeistert, aber tun sich schwer mit persönlicher Veränderung (Ricci, 2008)
 - Moralische Überzeugungen sind wichtig (Huijts, 2014)
 - Dezentralisierung und Sektorkopplung sind gute Argumente für H₂ (Schmidt & Donsbach, 2016)
 - Social Framing: Berichterstattung beeinflusst Akzeptanz (Molin, 2005)
 - Vertrauen mit der unbekannten Wasserstoff muss entstehen (Schulte, 2004)

4. Akzeptanzmodellierung

- Empfehlung Huijts (2014) und Yetano-Roche (2010): umfassende Modellierung des Systems Wasserstoff und dessen Akzeptanz
- Unser Ansatz: Adaption und Erweiterung eines allgemeinen Akzeptanzmodell für das System Wasserstoffmobilität
- → Universal Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) (Venkatesh et al., 2012)

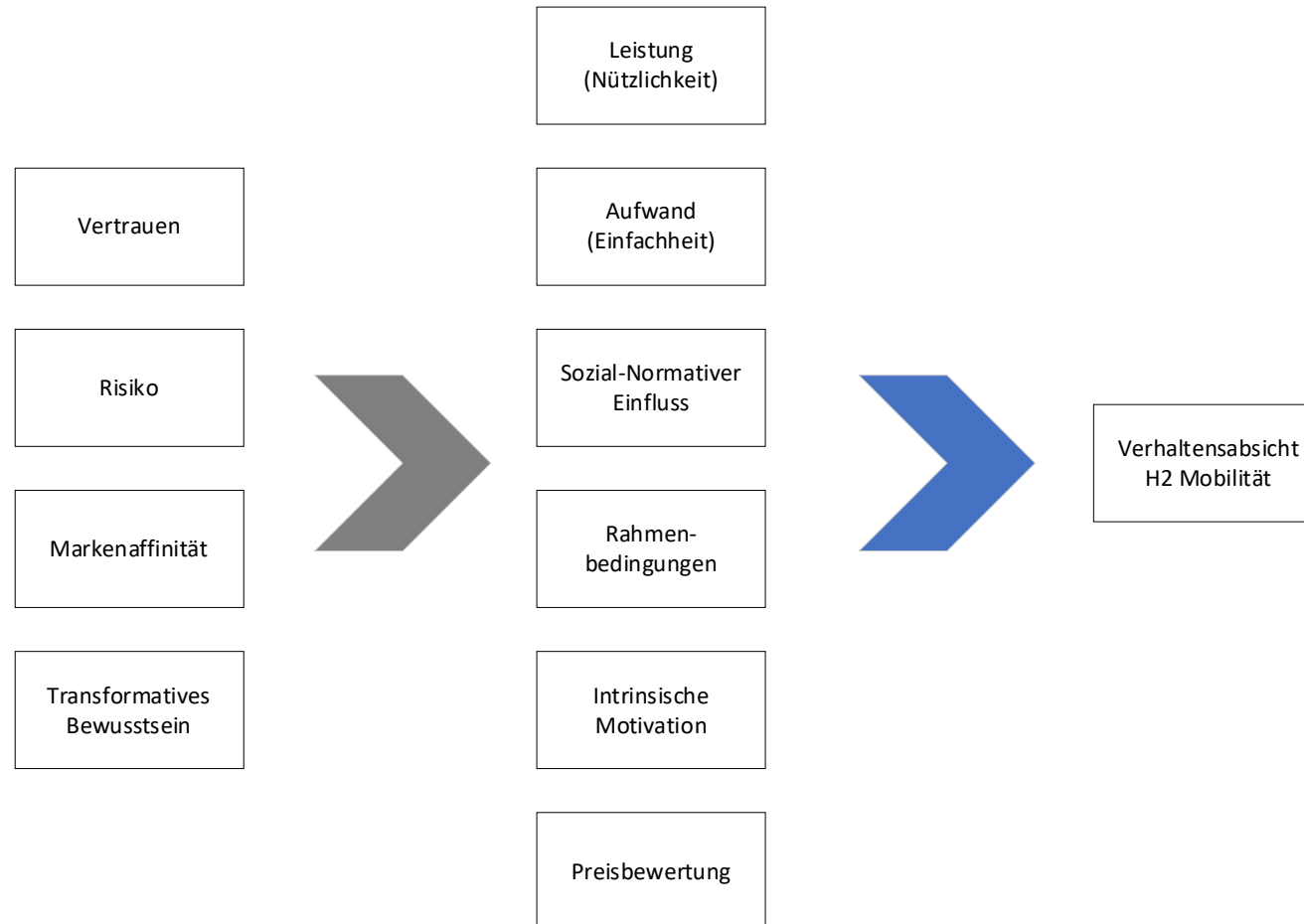
4. Akzeptanzmodellierung

- UTAUT2:



4. Akzeptanzmodellierung

- Konzept



4. Akzeptanzmodellierung

?

- Messung der Variablen über Items (Beispiele)

„Ein FCHV würde zu meinem Leben und meiner Mobilität passen“

?

„Ich denke, dass das Tanken leicht zu lernen sein wird.“

?

?

„Ich vertraue darauf, dass die H2-Tankstellen sicher sind.“

?

„Unsere Gesellschaft muss sich insgesamt zu einem nachhaltigen System transformieren.“

?

„Es gibt heute noch zu viele offene Fragen rund um das Brennstoffzellenfahrzeug.“

?

„Ein FCHV würde zu meinem Leben und meiner Mobilität passen.“

?

?

4. Datenerhebung und Stichproben

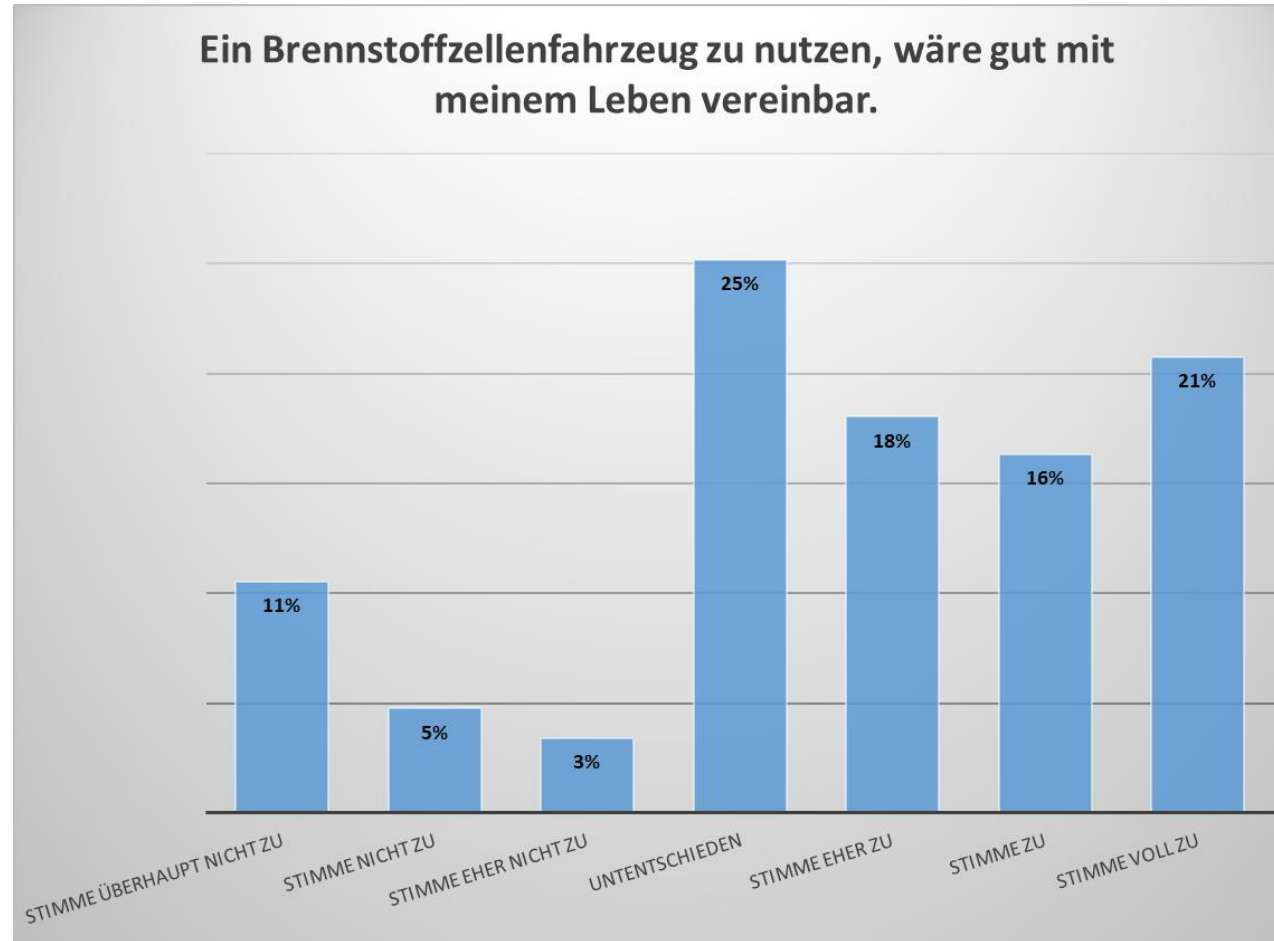
- Online-Befragung mit Limesurvey
- Feldtest 2020/21
 - Datensatz 1: N=48; htw saar, Probanden vor dem Test
 - Datensatz 2: N=33; htw saar, Probanden nach dem Test
- Studie 2020:
 - Datensatz 3: N=550; Paneldaten Deutschland; H2public
 - Datensatz 4: N=250; H₂MOBILITY; H2user

5.1 Ergebnisse öffentliche Akzeptanz

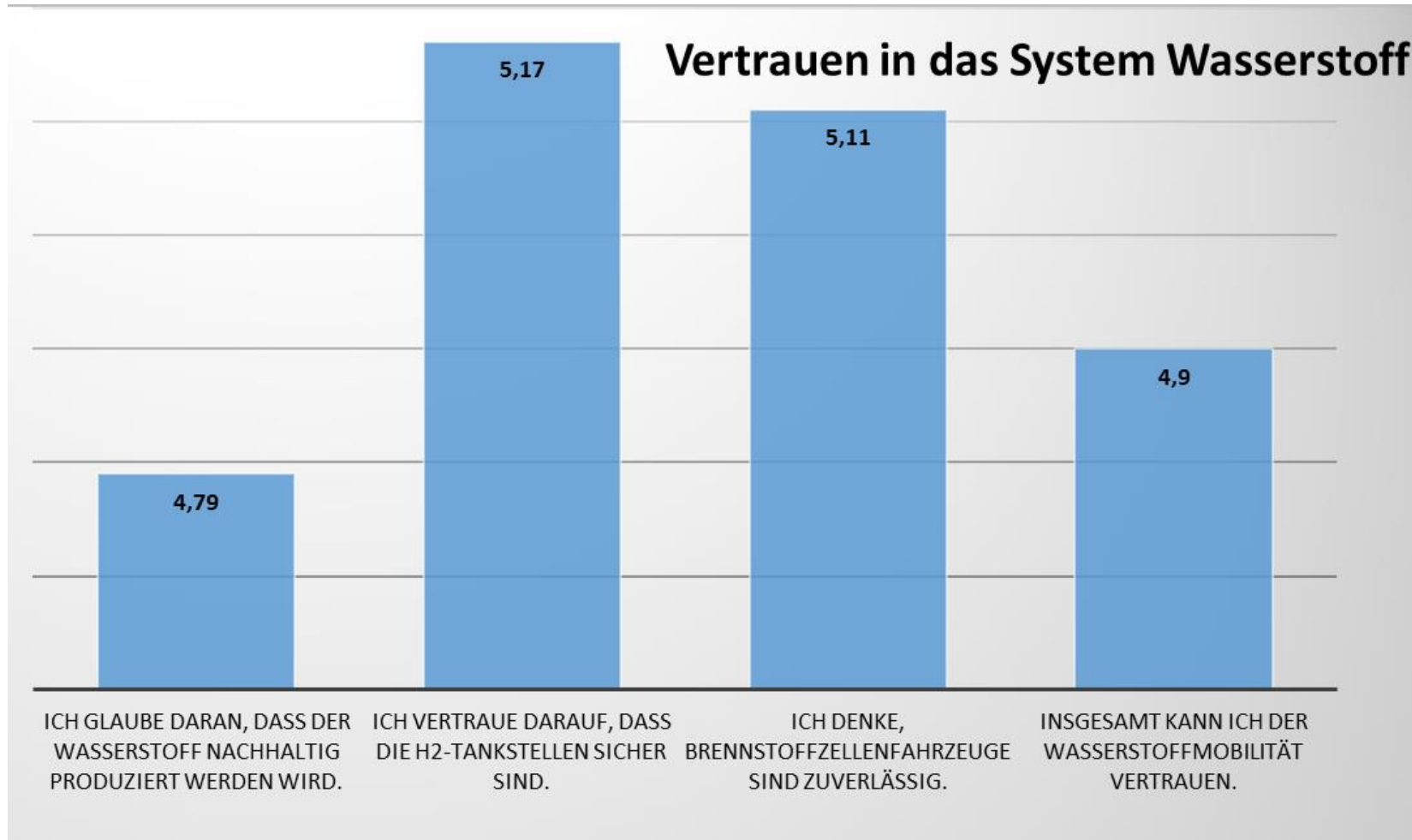
N=294	Sample share	Criteria	Behavioral Intention	Performance Expectancy	Effort Expectancy	Social Influence	Facilitating Conditions	Hedonic Motivation	Price Value	Transformative Literacy	Brand Affection	Trust	Risk	Experience
Gender (miss.=5)	53% female		3,75	4,8	4,91	3,83	3,98	4,44	3,23	4,96	3,84	4,61	4,18	1,82
	46% male		4,4	5,6	5,59	4,26	4,78	5,25	3,35	5,33	4,3	5,44	3,54	2,23
Age (miss.=5)	12% < 29 years		4,32	5,1	4,99	4,06	4,38	4,75	3,41	5,52	4,05	4,67	4,21	2,49
	39% 30-59 years		4,11	5,27	5,25	4,19	4,45	4,95	3,25	5,02	4,39	5,02	3,91	2,11
	48% > 60 years		3,94	5,15	5,26	3,89	4,26	4,72	3,28	5,13	3,75	5,06	3,78	1,81
Income (miss.=45)	15% < 1000 €		3,64	4,91	4,52	3,82	3,93	4,27	3,36	5,06	3,83	4,55	4,26	1,74
	42% 1000-2500 €		3,9	5,16	5,27	3,99	4,2	4,79	3,11	5,09	4,12	4,96	3,92	1,84
	28% > 2500 €		4,49	5,46	5,65	4,29	4,81	5,21	3,42	5,25	4,44	5,38	3,57	2,4
Overall mean			4,08	5,19	5,24	3,9	4,2	4,83	3,16	5,14	4,08	4,99	3,87	2,01
S.D.			1,91	1,41	1,61	2,11	2,43	1,7	1,95	1,55	1,7	1,62	1,64	1,54

Mittelwert der Skala: 4.,0

5.1 Ergebnisse öffentliche Akzeptanz



5.1 Ergebnisse öffentliche Akzeptanz

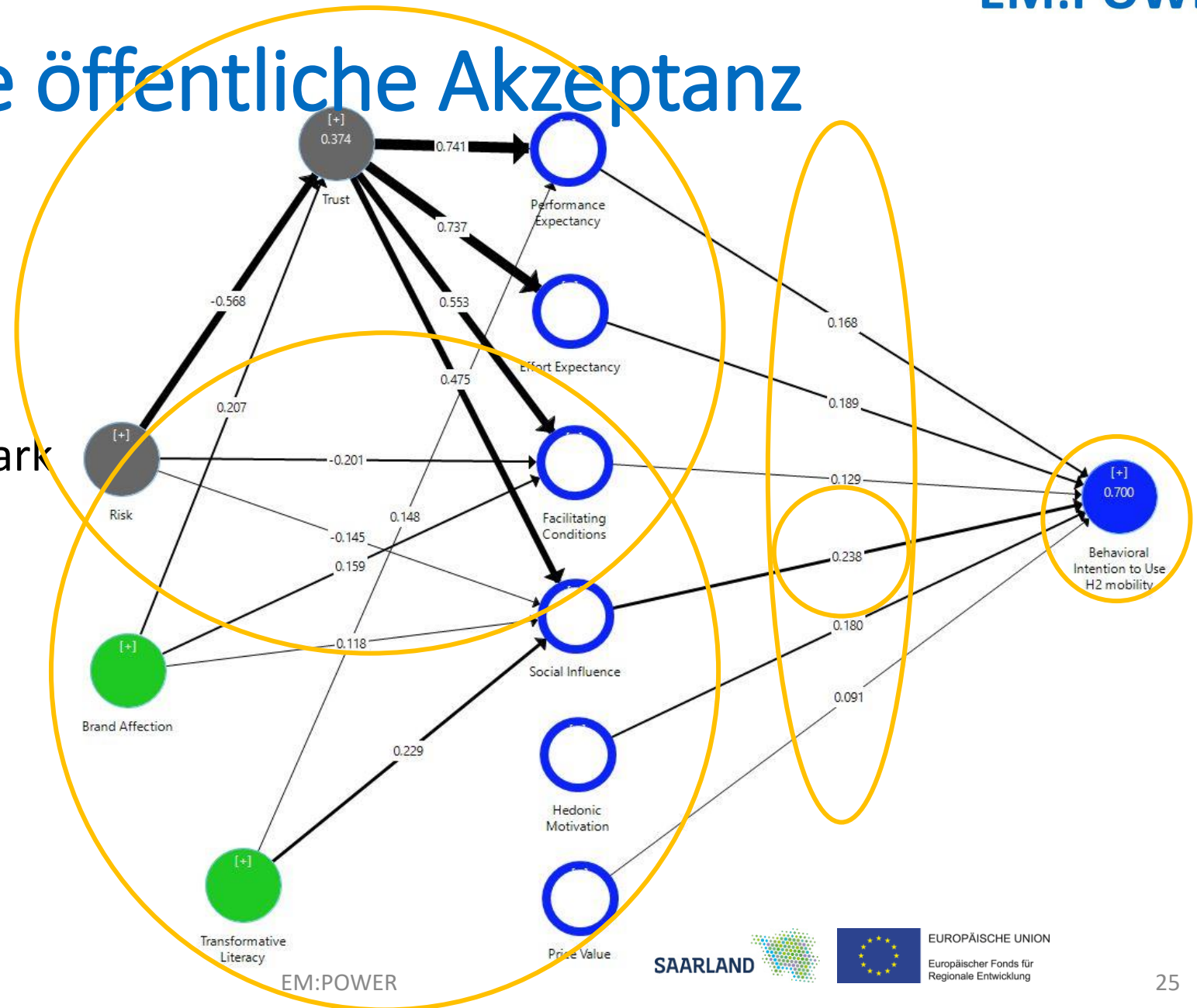


Mittelwert der Skala: 4.,0

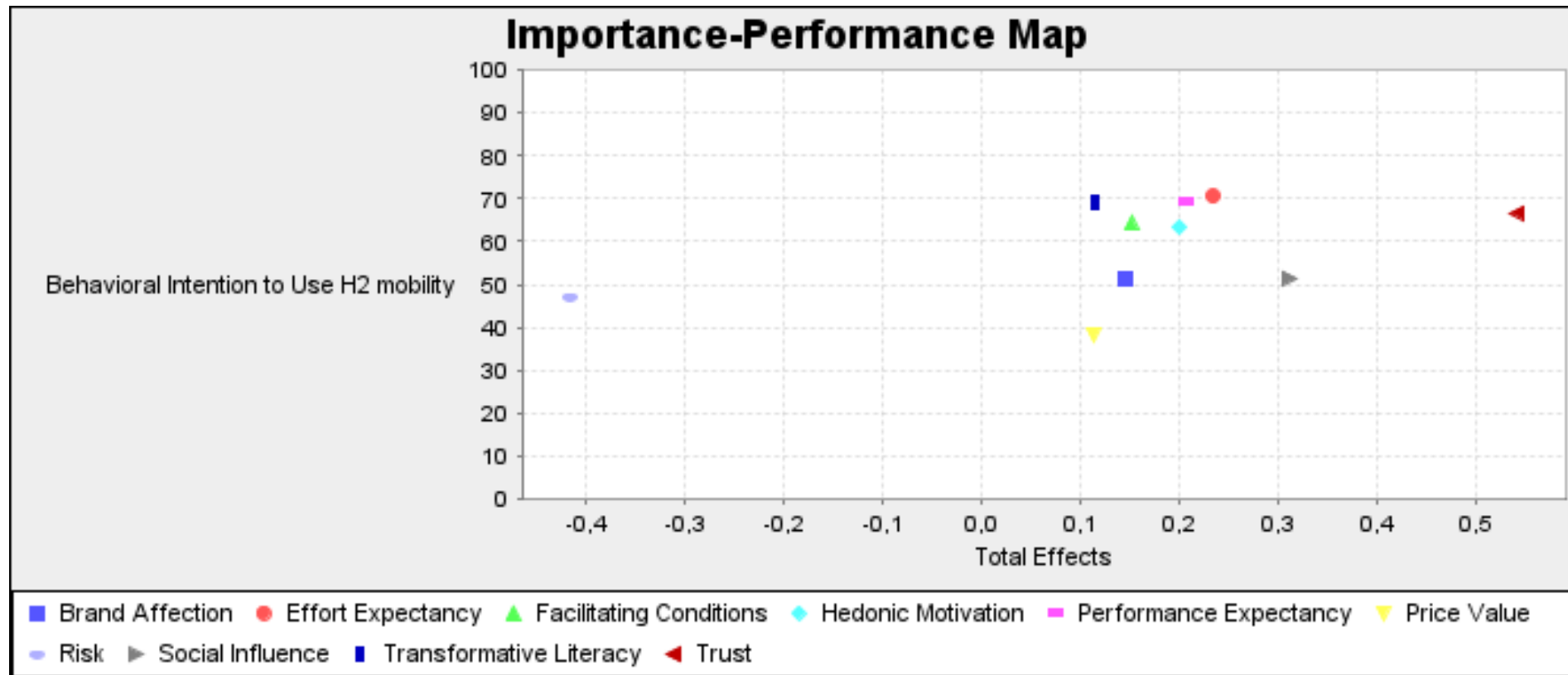
5.1 Ergebnisse öffentliche Akzeptanz

- Strukturmodell

1. Soziale Normen stark
2. Trust und Risk sehr stark
3. Preis und Umwelteinstellung weniger wichtig für Akzeptanz



5.1 Ergebnisse öffentliche Akzeptanz



5.1 Ergebnisse öffentliche Akzeptanz

- Multigruppenanalyse
 - Die Umwelteinstellung hat keinen Effekt für untere Einkommen
 - Risiko von H₂ beeinflusst das Vertrauen in H₂. Der Effekt verstärkt sich für ältere Männer mit höheren Einkommen (und mehr Wissen).
 - Für Männer zählt eher die Leistung und Einfachheit der Nutzung
 - Frauen sind tendenziell eher durch soziale Einflüsse erreichbar
 - Je mehr Wissen man über H₂ hat, desto unwichtiger wird die Marke des Fahrzeugs

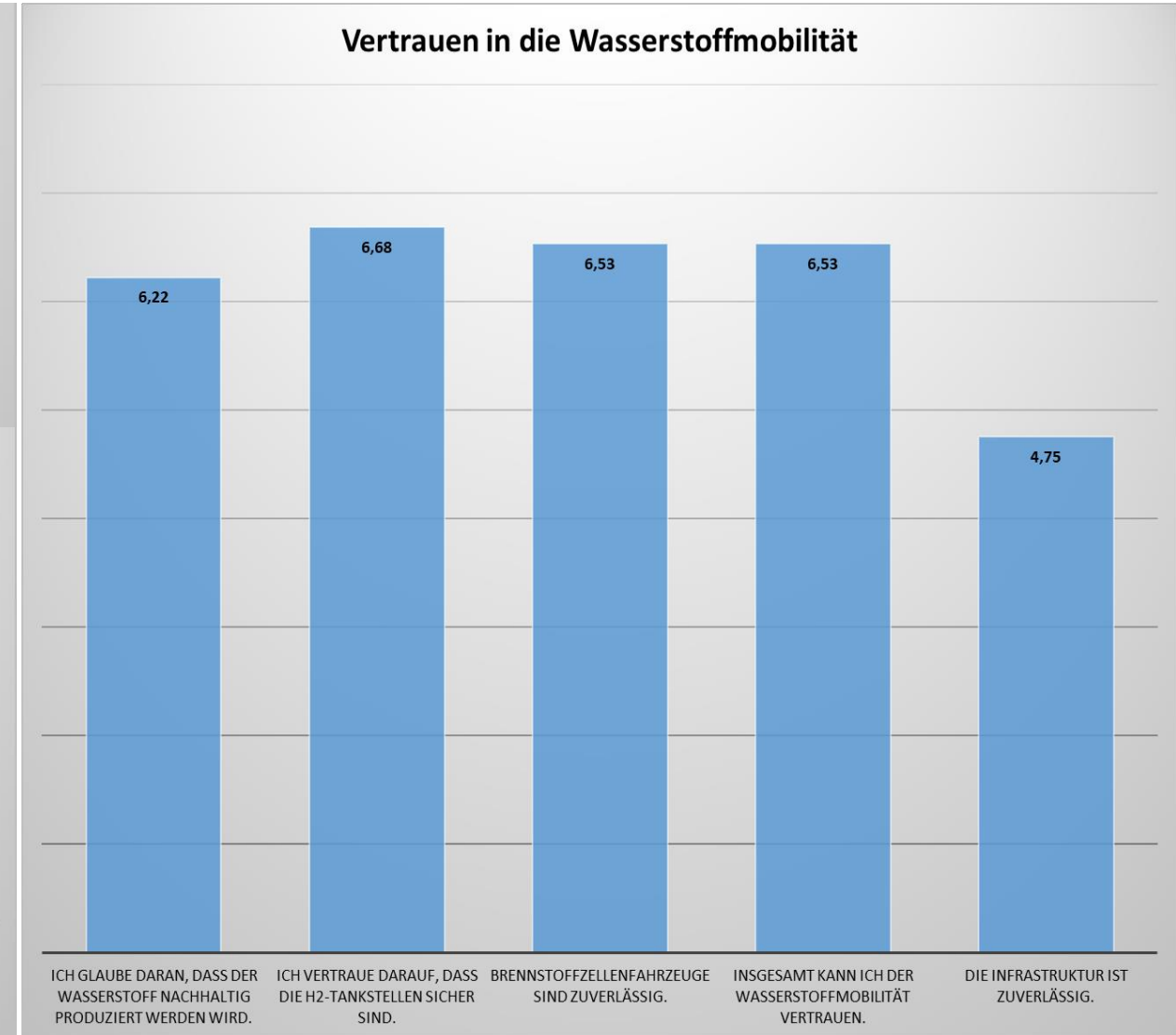
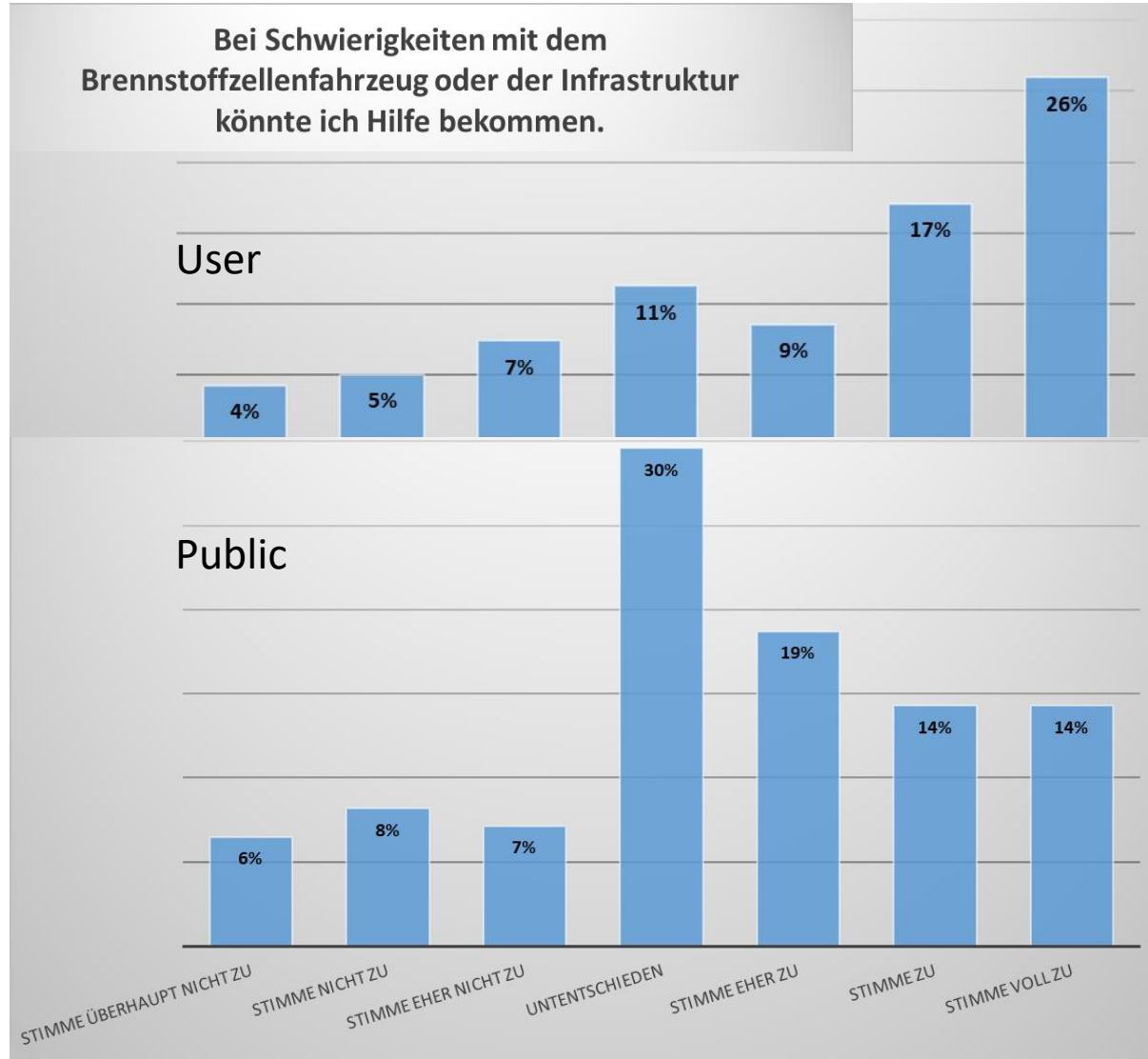
5.1 Ergebnisse öffentliche Akzeptanz

- Zwischenfazit
 - Die Menschen benötigen mehr Informationen um Vertrauen zu bilden und Risiken einschätzen zu können
 - Technische und wirtschaftliche Interventionen sollten durch klare normative Botschaften komplementiert werden (s. Hilflosigkeit des Individuum)
 - Es resultieren gruppenspezifische Ansprache-Strategien (Mix aus Information, Erfahrung und Incentivierung)
 - Rolle der Erfahrung muss noch besser beleuchtet werden

5.2 Ergebnisse Nutzerakzeptanz

N=238	Sample Share	Criteria	Behavioral Intention	Performance Expectancy	Effort Expectancy	Social Influence	Facilitating Conditions	Hedonic Motivation	Preisbewertung	Transformative Literacy	Brand Affection	Trust	Risk	Experience
Gender (miss.=23)	4%	female	6,58	6,4	6,63	5,31	6,02	6,72	4,13	6,15	3,77	6,04	1,87	4
	87%	male	6,26	5,7	6,54	5,03	5,7	6,42	4,04	6,16	3,89	6,11	2,28	4,35
Age (miss.=25)	5%	< 29 years	5,84	5,0	6,28	5,21	4,94	6,51	2,9	6,15	3,35	6,08	3,01	3,89
	59%	30-59 years	6,35	5,82	6,56	4,89	5,76	6,44	3,98	6,17	4,03	6,08	2,25	4,5
	26%	> 60 years	6,11	5,68	6,51	5,3	5,72	6,36	4,43	6,07	3,68	6,13	2,16	3,94
Income (miss.=57)	3%	< 1000 €	6,1	5,78	6,76	4,95	5,32	6,45	2,29	6,45	3,35	6,09	2,62	3,85
	16%	1000-2500 €	6,07	5,26	6,6	4,9	5,52	6,26	3,66	5,97	3,77	6,16	2,33	4,26
	59%	> 2500 €	6,31	5,75	6,61	5,1	5,78	6,44	4,22	6,17	3,86	6,13	2,25	4,47
Ownership (miss.=26)	19%	yes	6,64	5,99	6,65	5,4	6,46	6,64	5,15	6,38	3,79	6,38	2,27	6,07
	71%	no	5,21	5,68	5,57	3,73	4,23	4,98	2,62	5,24	3,89	5,06	2,22	5,51
Overall mean			6,25	5,67	6,52	5,04	5,71	6,43	4,06	6,17	3,86	6,12	2,27	4,34
S.D.			1,38	1,61	0,94	1,93	1,88	1,2	1,72	1,35	2,05	1,37	1,71	2,35

5.2 Ergebnisse Nutzerakzeptanz



5.2 Ergebnisse öffentliche Akzeptanz

- Vergleich Public und User

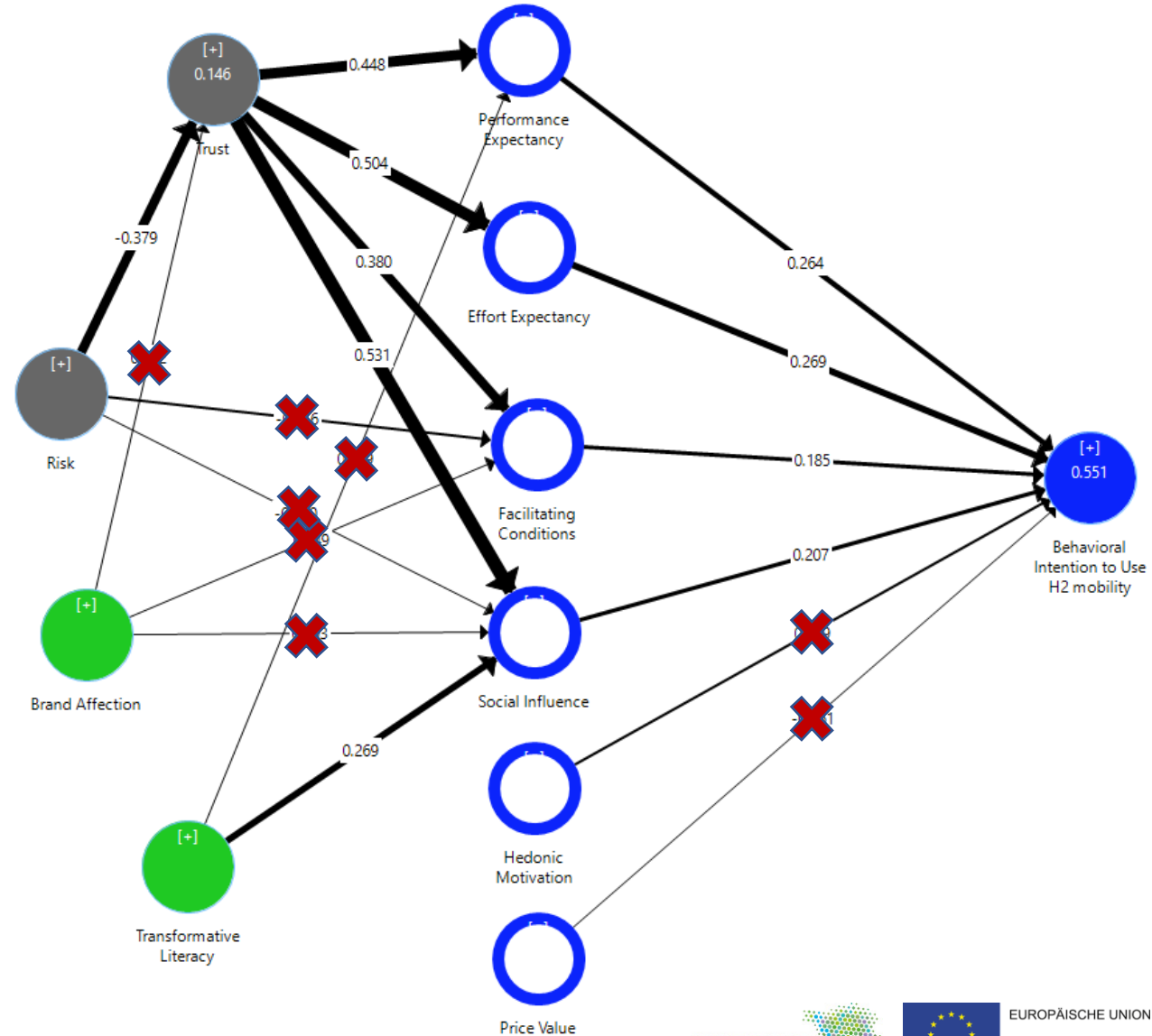
	Behavioral Intention	Performance Expectancy	Effort Expectancy	Social Influence	Facilitating Conditions	Hedonic Motivation	Price Value	Transformative Literacy	Brand Affection	Trust	Risk	Experience	Total
Overall mean user acceptance	6,25	5,67	6,52	5,04	5,71	6,43	4,06	6,17	3,86	6,12	2,27	4,34	5,20
Overall mean public acceptance	4,08	5,19	5,24	3,9	4,2	4,83	3,16	5,14	4,08	4,99	3,87	2,01	4,22
Diff.	+2,17	+0,48	+1,28	+1,14	+1,51	+1,60	+0,90	+1,03	-0,22	+1,13	-1,60	+2,33	+0,98

Mittelwert der Skala: 4,0

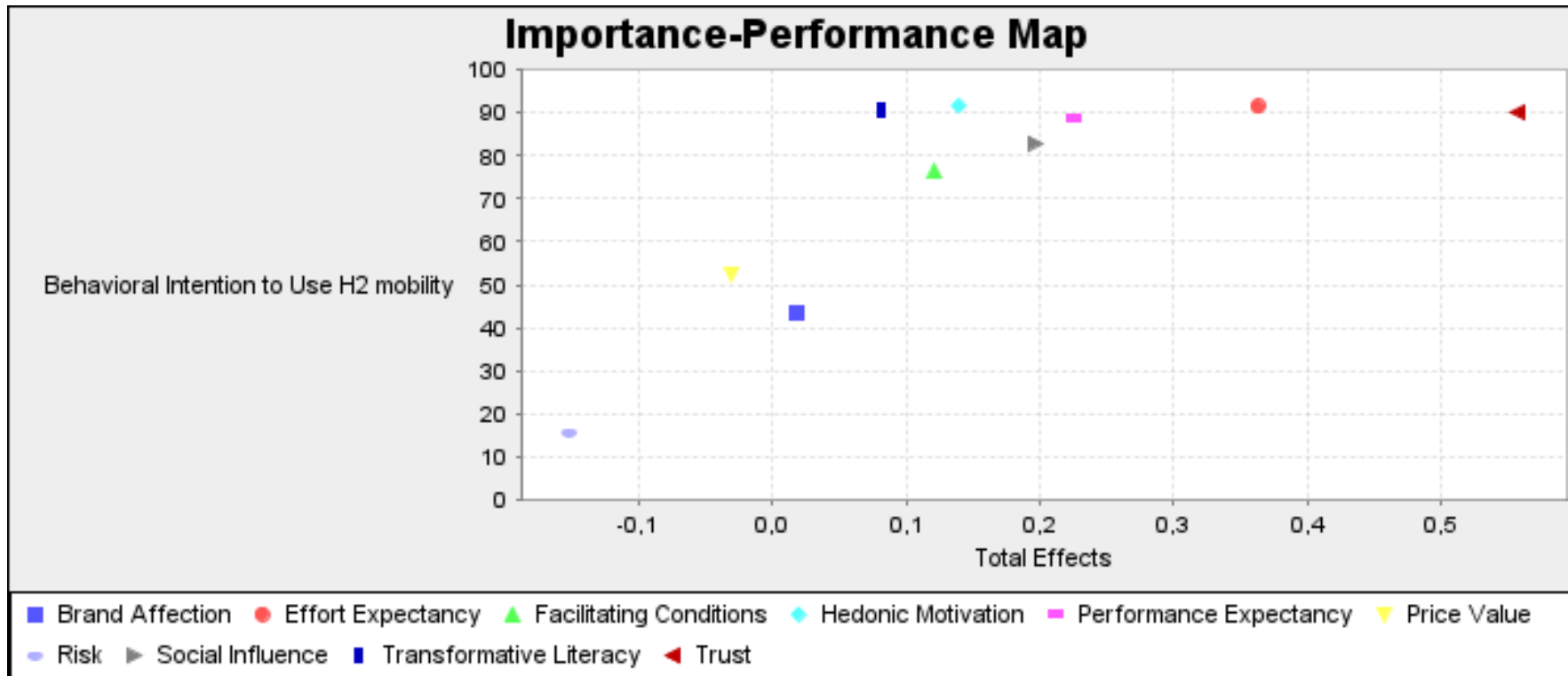
5.2 Ergebnisse Nutzerakzeptanz

- Strukturmodell User

1. Markenbindung für Nutzerakzeptanz nicht mehr relevant
2. Risiko weniger wichtig
3. Preis und Spaß ebenso nicht signifikant
4. Eher utilitaristische Akzeptanzstruktur



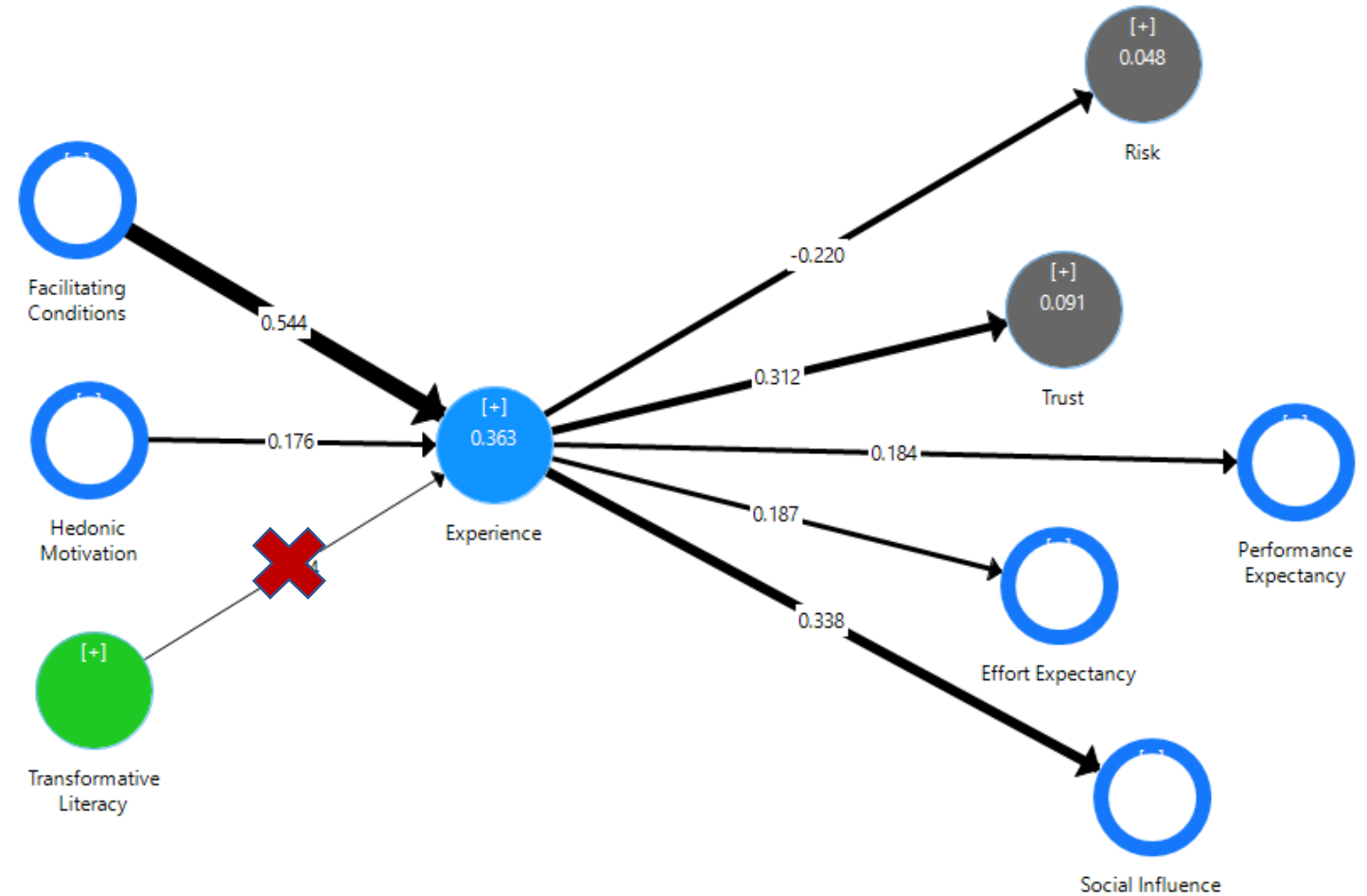
5.2 Ergebnisse Nutzerakzeptanz



5.2 Ergebnisse Nutzerakzeptanz

- Strukturmodell Experience

1. Positive Umwelteinstellung führt nicht zu Handlungen
2. Wer kann, schafft sich Erfahrungen
3. Erfahrungen wirken positiv auf wesentliche Akzeptanzfaktoren



5.3 Akzeptanz im Feldtest

- 33 Teilnehmer (15 Frauen, 15 Personen über 50 Jahre)
- Sehr hohe Akzeptanz und Begeisterung vor dem Feldtest
- Teilweise Ernüchterung über schlechte Rahmenbedingungen im Feldtest
- Aufbau von Wissen und Erfahrung findet statt
- Demografisch Faktoren wie Alter und Wohnort verstärken die Wirkung des Feldtests

Variable	Vorher	Nachher	Differenz	Stat. Signifikanz
Verhaltensintention	5,89	5,26	-0,63	•
Nützlichkeit	6,14	5,86	-0,28	•
Rahmenbedingungen	5,42	5,01	-0,41	**
Erfahrung	1,03	3,15	2,12	****
Wissen	3,15	3,97	0,82	***

• α -Level 10%, ** 5%, *** 1%, **** 0,1%

6. Diskussion und Schlussfolgerung

Öffentlichkeit

- Akzeptanz der Wasserstoffmobilität in der Breite unter dem Niveau von BEV, hängt vermutlich aber nur an Erfahrung
- Akzeptanz potentiell bei einkommensstarken jungen Männern am höchsten
- Wasserstoffmobilität hat in der öffentlichen Wahrnehmung eine gute Leistung, ist simpel und moralisch richtig
- Wasserstoffmobilität hat ein schlechtes Preis-Leistungsverhältnis
- Zudem ist die Risiko-Vertrauensrelation ausbaufähig (insbesondere für Frau, Junge und Einkommensschwache)

6. Diskussion und Schlussfolgerung

Nutzer

- H₂ bisher ein Thema wohlhabender, älterer Männer
- Die Akzeptanz hängt für Nicht-Nutzer besonders von Vertrauen, Risiko und sozialen Einflüssen ab
- Für Nutzer gibt es eine Verschiebung hinzu Performance, Usability und Rahmenbedingungen. Vertrauen bleibt allerdings wichtig.
- Einfluss der Erfahrung für Akzeptanz ist sehr groß
- Erfahrung kann durch verbesserte Rahmenbedingungen und gesteigerten Spaß incentiviert werden

6. Diskussion und Schlussfolgerung

Probanden

- Die Teilnehmer sind begeistert und finden den Feldtest aufregend
- Nach der Teilnahme finden sie Ihre positiven Erwartungen gegenüber den verschiedenen Aspekten der Akzeptanz in vielen Bereichen (Einfachheit, Spaß, Soziale Normen) bestätigt
- Im Bereich der Leistungsfähigkeit (z.B. Reichweite, Alltagstauglichkeit) und der Rahmenbedingungen (z.b. Infrastruktur, Wartung, Service) sammeln die Nutzer negative Eindrücke
- Insgesamt sinkt deshalb die Akzeptanz wie ein einfache Modellierung zeigt
- Für Ältere und Menschen, die weit weg von der Tankstelle wohnen gilt dies besonders stark

6. Diskussion und Schlussfolgerung

Strategien Öffentlichkeit

- Die Menschen benötigen mehr Informationen und Erfahrung, um Vertrauen zu bilden und Risiken einschätzen zu können
- Nachhaltigkeit von H₂ Mobilität (grüner Wasserstoff, Umwelteinstellung) kein zentraler Akzeptanzhebel
- Wasserstoffmobilität braucht Zuverlässigkeit in Infrastruktur und Service
- Technische und wirtschaftliche Interventionen sollten dennoch durch klare kollektive Botschaften komplementiert werden, um die soziale Akzeptanzkomponente zu aktivieren
- Medien und Kommunikation kommen hierbei in der Adoptions-Frühphase eine zentrale Rolle zu (z.B. Hindenburg-Event vermeiden und kollektive Botschaften senden z.B. „H₂ macht Deutschland fit für den Wandel“ „Mit H₂ in die Zukunft“)

6. Diskussion und Schlussfolgerung

Strategien Nutzer

- Um Besitzer von H₂ Fahrzeugen zu binden und Gewohnheit zu schaffen gilt es Leistung, Nutzerfreundlichkeit und Vertrauen hoch zu halten
- Nutzer der App zu Besitzern machen geht vor allem durch soziale-normative Ansprache und ein besseres PreisLeistungsverhältnis
- Zielgruppen um Nutzer zu werden: Kurzfristig ältere wohlhabende Männer, langfristig Strategien entwickeln um besonders junge Leute und Frauen für die App, Tank- und Fahrzeug, sprich das System Wasserstoff zu gewinnen
- Dabei besonderen bespw. besonderen Wert auf Risikobildung (Frauen) oder Spaß und Freiheit (Junge) legen
- Redundanz in Infrastrukturnetzen schaffen um Fahrzeuge vom Zweit- zum Erstwagen zu bringen