



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Experimente gestalten: Valide Ergebnisse durch wissenschaftliche Fundierung

Prof. Dr. Dirk Lewandowski
Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

World Usability Day, Hamburg, 10.11.2016

Diese Präsentation folgt teils Sedlmeier/Renkewitz 2007, Kapitel 5, und Tullis/Albert 2008

Vorstellung Dirk Lewandowski

- Professor für Information Research & Information Retrieval an der HAW Hamburg
- Forschungsgebiete:
 - Web Information Retrieval
 - Information Behaviour
 - Nutzerzentrierte Entwicklung von Spezialsuchmaschinen und Suchmaschinenkomponenten
 - Gesellschaftliche Bedeutung von Suchmaschinen
- www.searchstudies.org/dirk





Ziele von Experimenten

- Wir möchten (mindestens) zwei Bedingungen miteinander vergleichen und herausfinden, ob eine von uns herbeigeführte Veränderung ursächlich für einen Effekt ist.

Web Bilder Videos Maps News E-Mail Mehr

Google

indien botschaft

Ungefähr 2.630.000 Ergebnisse (0,27 Sekunden)

Google.com in English Erweiterte Suche

Alles Bilder Videos News Shopping Mehr

Hamburg Standort ändern

Das Web Seiten auf Deutsch Seiten aus Deutschland Übersetzte Seiten Mehr Optionen

Anzeigen

Indien Visum direkt von - der Botschaft. Wir empfehlen TAICO

www.indian-tourist.info
Beantragung so einfach wie möglich.

Ergebnisse für India, Berlin

www.indianembassy.de/... Im Cache
Konsularabteilung Informationen zu Indien und den deutsch-Indischen Beziehungen.

Indische Botschaft in Berlin - Embassy of India, Berlin

www.indianembassy.de/... Im Cache
Indische Botschaft, Berlin. Konsularabteilung Wirtschaft Ausbildung&Info ...

Weitere Ergebnisse von indischebotschaft.de

Indische Botschaft in Deutschland

www.indianembassy.de/... Im Cache
Indische Botschaft in Deutschland, ... Konsularabteilung Außenstelle Essen der Indischen Botschaft Boehrntweg 9, D-45359 Essen Tel.: (0201) 8680420 ...

Embassy of India Berlin

www.indianembassy.de/template.php?muid=801... Im Cache
Diese Seite übersetzen
Those interested in making documentaries in India, may contact Indian Embassy Berlin or respective Consulates as per jurisdiction. ...

Embassy of India Berlin

www.indianembassy.de/template.php?muid=801... Im Cache
Die Botschaft. Über die Botschaft ... Appellate Authority - Public Inf ...

Weitere Ergebnisse von indianembassy.de

Adressen der Indischen Botschaft und Konsulate in Deutschland ...

www.indien-feier.de/indien-botschaft-konsulat - Im Cache
Adressen und Daten, über die Sie die Indische Botschaft und die indischen Konsulate in Deutschland erreichen.

CGI Frankfurt

www.cgi-frankfurt.de/ - Im Cache
Informationen zu Visum- und Pass-Angelegenheiten, dazu Wissenswertes zu Einreisebestimmungen sowie Kontaktmöglichkeiten werden geboten.

Indien: Visum in Frankfurt bei der indischen Botschaft « Reisepass

www.reise-berichte-24.de/.../indien-visum-in-frankfurt-bei-... - Im Cache
6. Dez. 2008 - Manche Reisen starten bereits mit Stress und Verwirrung, selbst wenn man noch gar nicht unterwegs ist. Die Rede ist davon,

Deutsche Botschaft Neu Delhi - Startseite

www.new-delhi.diplo.de/Vertretung/.../de/Startseite.html - Im Cache
Von der Bildungs- bis zur Umweltpolitik wollen Deutschland und Indien künftig ... den Zugang zur Visastelle / Passstelle der Deutschen Botschaft Neu Delhi ...

Asien auf einen Blick - Indien- Botschaften, Konsulate ...

www.asien-auf-einen-blick.de/indien/botschaften.php - Im Cache
22. Febr. 2009 - Auf dieser Seite von Asien-auf-einen-Blick finden Sie Adressen, Webseiten, Telefonnummern und E-Mailadressen der Botschaften und Konsulate ...

Verwandte Suchanfragen zu indien botschaft

indien.botschaft.münchen
indische.botschaft.düsseldorf
indische.botschaft.indien.visum
botschaft.indien.österreich

Goooooooooooooogle

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Weiter

Suchtipps Feedback geben

Google-Startseite Werben mit Google Unternehmensangebote Datenschutz Über Google

Aufgabe 3 (Gruppe A)

Web Bilder Videos Maps News E-Mail Mehr

Google

indien botschaft

Ungefähr 2.630.000 Ergebnisse (0,27 Sekunden)

Google.com in English Erweiterte Suche

Alles Bilder Videos News Shopping Mehr

Hamburg Standort ändern

Das Web Seiten auf Deutsch Seiten aus Deutschland Übersetzte Seiten Mehr Optionen

Anzeigen

Indien Visum beantragen

www.indianvisum24.de
direkt von der Botschaft
schnell & sicher vom Experten

Indien Visum auch Express

www.dokumentenservice24.de
Visum Indien alle Informationen und
Formulare Online - kostenlos

Visum Indien

www.auslandvisum.de
Schnelle und günstige Bearbeitung
Persönlicher Service!

Hier könnte Ihre Anzeige stehen »

Indien Visum direkt von - der Botschaft. Wir empfehlen TAICO

www.indian-tourist.info
Beantragung so einfach wie möglich.

Ergebnisse für India, Berlin

www.indianembassy.de/... Im Cache
Konsularabteilung Informationen zu Indien und den deutsch-Indischen Beziehungen.

Indische Botschaft in Berlin - Embassy of India, Berlin

www.indianembassy.de/... Im Cache
Indische Botschaft, Berlin. Konsularabteilung Wirtschaft Ausbildung&Info ...

Weitere Ergebnisse von indischebotschaft.de

Indische Botschaft in Deutschland

www.indianembassy.de/... Im Cache
Indische Botschaft in Deutschland, ... Konsularabteilung Außenstelle Essen der Indischen Botschaft Boehrntweg 9, D-45359 Essen Tel.: (0201) 8680420 ...

Embassy of India Berlin

www.indianembassy.de/template.php?muid=801... Im Cache
Diese Seite übersetzen
Those interested in making documentaries in India, may contact Indian Embassy Berlin or respective Consulates as per jurisdiction. ...

Embassy of India Berlin

www.indianembassy.de/template.php?muid=801... Im Cache
Die Botschaft. Über die Botschaft ... Appellate Authority - Public Inf ...

Weitere Ergebnisse von indianembassy.de

Adressen der Indischen Botschaft und Konsulate in Deutschland ...

www.indien-feier.de/indien-botschaft-konsulat - Im Cache
Adressen und Daten, über die Sie die Indische Botschaft und die indischen Konsulate in Deutschland erreichen.

CGI Frankfurt

www.cgi-frankfurt.de/ - Im Cache
Informationen zu Visum- und Pass-Angelegenheiten, dazu Wissenswertes zu Einreisebestimmungen sowie Kontaktmöglichkeiten werden geboten.

Indien: Visum in Frankfurt bei der indischen Botschaft « Reisepass

www.reise-berichte-24.de/.../indien-visum-in-frankfurt-bei-... - Im Cache
6. Dez. 2008 - Manche Reisen starten bereits mit Stress und Verwirrung, selbst wenn man noch gar nicht unterwegs ist. Die Rede ist davon,

Deutsche Botschaft Neu Delhi - Startseite

www.new-delhi.diplo.de/Vertretung/.../de/Startseite.html - Im Cache
Von der Bildungs- bis zur Umweltpolitik wollen Deutschland und Indien künftig ... den Zugang zur Visastelle / Passstelle der Deutschen Botschaft Neu Delhi ...

Asien auf einen Blick - Indien- Botschaften, Konsulate ...

www.asien-auf-einen-blick.de/indien/botschaften.php - Im Cache
22. Febr. 2009 - Auf dieser Seite von Asien-auf-einen-Blick finden Sie Adressen, Webseiten, Telefonnummern und E-Mailadressen der Botschaften und Konsulate ...

Verwandte Suchanfragen zu indien botschaft

indien.botschaft.münchen
indische.botschaft.düsseldorf
indische.botschaft.indien.visum
botschaft.indien.österreich

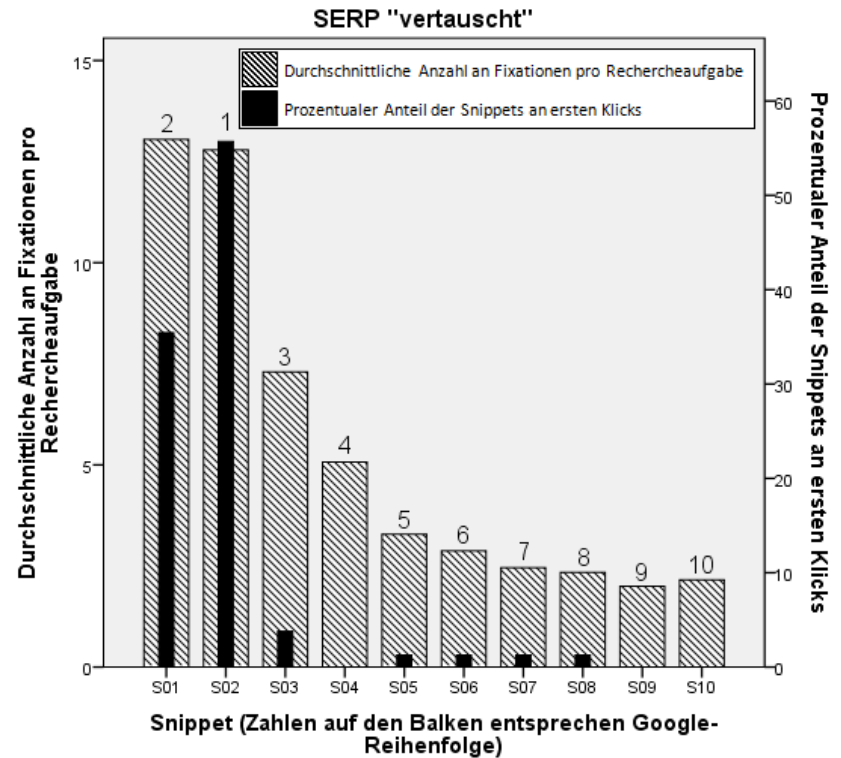
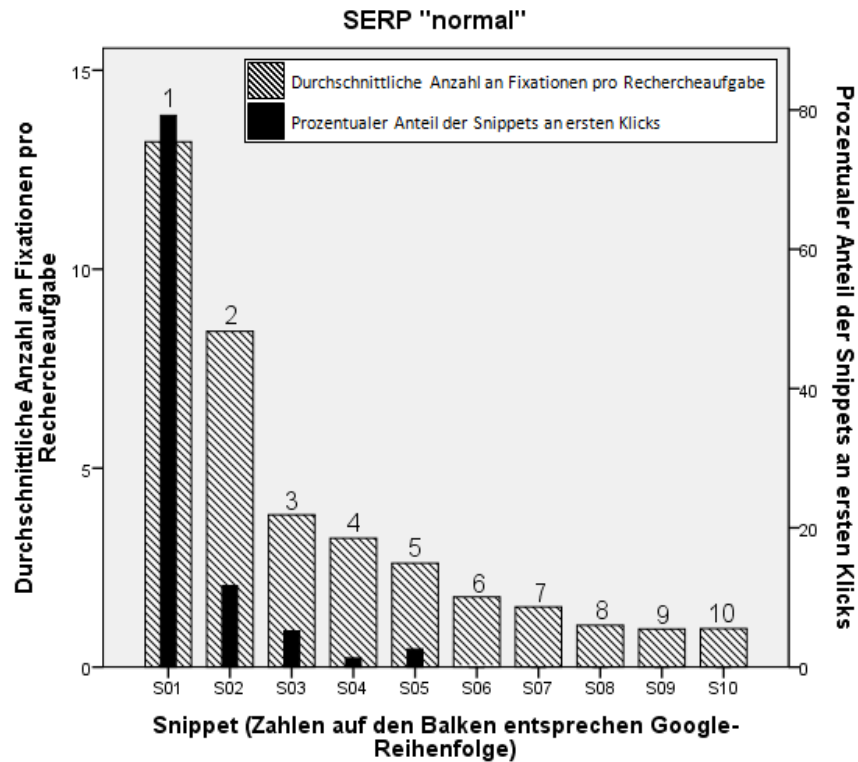
Goooooooooooooogle

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Weiter

Suchtipps Feedback geben

Google-Startseite Werben mit Google Unternehmensangebote Datenschutz Über Google

Aufgabe 3 (Gruppe B)





Experiment: Ziel und Abgrenzung vom Alltagsgebrauch des Wortes

- „Als Experiment werden in der Wissenschaft – im Gegensatz zum Sprachgebrauch im Alltag – nur solche Untersuchungen bezeichnet, die eine Aussage über einen Kausalzusammenhang zwischen zwei Variablen ermöglichen.
- Das Ziel eines Experiments besteht also grundsätzlich darin zu klären, ob die Ausprägung einer Variable A (vielleicht Frustration) die Ausprägung einer Variable B (vielleicht Aggression) ursächlich beeinflusst.“ (S. 124)



Manipulation und Kontrolle als Bedingungen für Experimente

- **Manipulation**
 - Die Variable, die als Ursache vermutet wird, muss vom Experimentator manipuliert werden
- **Kontrolle**
 - Alle Variablen, die nicht Gegenstand der Untersuchung sind, müssen kontrolliert werden.



Bedingungen für Kausalschlüsse

Drei Bedingungen dafür, dass eine Variable A einen ursächlichen Einfluss auf eine Variable B ausübt:

1. A und B kovariieren

Veränderungen in derjenigen Variablen, die als Ursache vermutet wird, müssen mit Änderungen in der Ausprägung der anderen Variable einhergehen.

2. A tritt zeitlich vor B auf

Bedingung für gültige Kausalschlüsse: Die Ursache geht der Wirkung voraus. Im Experiment geht die Manipulation der unabhängigen Variable der Messung der abhängigen Variable voraus.

3. Alternativerklärungen (andere Ursachen als A) können ausgeschlossen werden.

Ausschluss von Störvariablen (Variablen, die in der untersuchten Hypothese nicht als Ursache genannt werden, die aber dennoch einen Einfluss auf die abhängige Variable haben könnten).



Kontrolle personengebundener Störvariablen (1/2)

- **Randomisieren**

- Wenn eine größere Anzahl von Teilnehmern zufällig zwei unterschiedlichen Bedingungen zugeteilt werden, sollten sich die beiden Gruppen nicht systematisch hinsichtlich bestimmter Merkmale unterscheiden.
- Störvariable wird durch die Randomisierung balanciert. Die Randomisierung balanciert auch *alle* möglichen personengebundenen Störvariablen auf einmal aus.
- Randomisierung funktioniert nur bei hinreichend großen Stichproben („Gesetz der großen Zahlen“)



Kontrolle personengebundener Störvariablen (2/2)

- **Parallelisieren**
 - Wird bei kleinen Stichproben verwendet
 - Teilnehmer werden nach einer bereits vorher bekannten Störvariable den Gruppen zugeteilt (Beispiel Linkshänder); die Zuteilung sollte dann auch randomisiert erfolgen
 - Nachteil: Nur eine Störvariable wird kontrolliert; bei anderen möglichen Störvariablen ist nur auf die Randomisierung zu hoffen



Kontrolle von Störvariablen in der Versuchssituation

- **Konstanthalten und Eliminieren**

- Konstanthalten: Für alle Teilnehmer gleich (Raum, Testleiter, Tageslicht, etc.)
- Eliminieren: Störvariable ausschalten (Lärm, Ablenkungen, etc.)

- **Balancieren**

- Beispiele: Ausbalancieren von Testleitern und Räumen, Ausbalancieren der Reihenfolge von Versuchsbedingung und Kontrollbedingung in Within-Subject-Designs

- **Randomisieren**

- von „Bestandteilen“ eines Experiments (Beispiel: Wörter)

- **Kontrolle von Erwartungseffekten**

- Erwartungen der Teilnehmer können ihr Verhalten beeinflussen (hier vor allem der Effekt des „guten Versuchsteilnehmers“); gleiche Wirkungserwartung herstellen (Placebo-Studien; Doppelblindversuche)



Externe Validität

- **Inwieweit sind die Ergebnisse des Experiments generalisierbar?**
- **Erhöhung der externen Validität:**
 - Durch möglichst gute Abbildung der Personengruppe, auf die verallgemeinert werden soll
 - Weniger künstliche Situation in Feldexperimenten
 - Replikation von Experimenten



Within-subjects vs. Between-subjects Designs

- **Between-subjects Designs**

- Den unterschiedlichen Stufen einer unabhängigen Variable werden unterschiedliche Personen zugeordnet → Jede Person nimmt nur an einer experimentellen Bedingung teil

- **Within-subjects Designs**

- Dieselben Personen werden nacheinander allen Stufen einer unabhängigen Variablen ausgesetzt; dabei wird in jeder experimentellen Bedingung die Ausprägung der abhängigen Variable bei jedem Probanden gemessen

→ Nicht zu verwechseln mit Messwiederholungen, bei denen die AV bei jedem Teilnehmer unter identischen Bedingungen mehrfach gemessen wird.



Vorteile von Within-subjects Designs

- **Ökonomisch**
 - Benötigen weniger Versuchsteilnehmer
 - Bessere Ausnutzung der Zeit der Versuchsteilnehmer
- **Keine Konfundierung von personengebundenen Störvariablen**
 - Alle personengebundenen Störvariablen sind perfekt parallelisiert
- **Zeitliche Beobachtungen der Auswirkungen der UV auf das Verhalten *eines einzelnen* Teilnehmers**
 - Beispiel: Wirkung von Lern- und Trainingsphasen
- **Kontext / subjektive Urteile über Stimuli**
 - Beispiel: Attraktivität von Gesichtern (Unterschied, ob man das komplette Set sieht oder nur die Bilder einer Gruppe)
- **Sensitiver**
 - Unterschiede zwischen Personen können bestimmt und von der Fehlervarianz getrennt werden



Nachteile von Within-subjects Designs

- **Manche Untersuchungen sind schlicht nicht durchführbar**
 - Beispiel: Vergleich zweier Methoden in der Psychotherapie
- **Experimente können nicht im Blindversuch durchgeführt werden**
 - Teilnehmer merken, wodurch sich die verschiedenen Bedingungen unterscheiden
 - Beispiel Sozialpsychologie: Sozial unerwünschtes Verhalten
- **Störeffekte durch die Reihenfolge der experimentellen Bedingungen**
 - Positionseffekte
 - Carry-Over-Effekte



Quasi-Experimente

- **Hierunter sind Experimente zu verstehen, in denen keine Randomisierung eingesetzt wird**
 - Damit keine komplette Kontrolle von Störvariablen
 - Vor allem bei Evaluationsstudien (Wirksamkeit von Maßnahmen) und wenn bereits vorab die Gruppenzugehörigkeit feststeht (Geschlecht, Wohnort, usw.)
- **Quasi-Experimente werden verwendet, wenn eine Randomisierung nicht möglich ist**
 - Beispiel Teams, Schulklassen, Nutzergruppen, usw.
- **Quasi-Experimente haben eine geringere interne Validität als echte Experimente**
 - Störvariablen müssen selbst „erraten“ und entsprechend kontrolliert werden → Niemals für alle Störvariablen möglich



- **Auswertung von Experimenten**



Skalenniveaus

- **Nominal**
 - Reine Gruppierung der Daten, bspw. Geschlecht
- **Ordinal**
 - Daten, die in eine Reihung gebracht werden, Bsp.: „Die besten Filme aller Zeiten“
- **Intervall**
 - Gereihete Daten; die Abstände zwischen den Messpunkten gleich ist, die aber keinen Nullpunkt haben. Bsp.: Likert-Skalen
- **Metrisch**
 - Wie intervallskalierte Daten, zusätzlich mit einem natürlichen Nullpunkt. Beispiel: Zeiten im Hundertmeterlauf

Welche statistische Auswertung für welches Skalenniveau?

Table 2.3 Choosing the Right Statistics for Different Data Types and Usability Metrics

| Data Type | Common Metrics | Statistical Procedures |
|----------------------|---|---|
| Nominal (categories) | Task success (binary), errors (binary), top-2-box scores | Frequencies, crosstabs, Chi-square |
| Ordinal (ranks) | Severity ratings, rankings (designs) | Frequencies, crosstabs, chi-square, Wilcoxon rank sum tests, Spearman rank correlation |
| Interval | Likert scale data, SUS scores | All descriptive statistics, <i>t</i> -tests, ANOVAs, correlation, regression analysis |
| Ratio | Completion time, time (visual attention), average task success (aggregated) | All descriptive statistics (including geometric means), <i>t</i> -tests, ANOVAs, correlation, regression analysis |



Deskriptive Statistik

- **Zentralitätsmaße**

- Mittelwerte (entscheiden, welcher verwendet werden soll!):
 - Arithmetisches Mittel („Mittelwert“): Durchschnitt aller Werte
 - Median: Mittlerer Wert der Verteilung (die Hälfte der Werte liegt über, die andere Hälfte unter dem Median)
- Modalwert: Der am häufigsten vorkommende Wert

- **Streuungsmaße**

- Spannweite: Abstand zwischen dem kleinsten und dem größten Wert
- Varianz: Verteilung der Daten relativ zum Mittelwert bzw. Median
- Standardabweichung: Quadratwurzel der Varianz



Inferenzstatistik

- **Konfidenzintervalle**

- Wertebereich, in dem der tatsächliche Wert mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit liegt.
- Mit Konfidenz lässt sich der Bereich bestimmen, in dem der tatsächliche Wert mit der benannten Wahrscheinlichkeit liegt.
 - Beispiel: Mittelwert: 35, Konfidenz: 6 → Der tatsächliche Wert liegt zwischen 29 und 41

Inferenzstatistik

- Konfidenzintervalle in Abhängigkeit zur Größe des Samples

| Table 2.1 Example of How Confidence Intervals Change as a Function of Sample Size | | | |
|---|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Number Successful | Number of Participants | Lower 95% Confidence | Upper 95% Confidence |
| 4 | 5 | 36% | 98% |
| 8 | 10 | 48% | 95% |
| 16 | 20 | 58% | 95% |
| 24 | 30 | 62% | 91% |
| 40 | 50 | 67% | 89% |
| 80 | 100 | 71% | 86% |
| <i>Note: These numbers indicate how many participants in a usability test successfully completed a given task and the confidence interval for that mean completion rate in the larger population.</i> | | | |



Mittelwerte vergleichen

- **Unabhängige Samples**

- Es wird eine Gleichverteilung *zwischen den beiden Gruppen* angenommen (= sie unterscheiden sich nicht) → t-Test (mit angenommener gleicher Varianz)
→ Wichtigster Test für den Vergleich von Versuchsgruppe und Kontrollgruppe

- **Paarweise Samples**

- Wenn Mittelwerte von zwei Variablen *bei den gleichen Probanden* verglichen werden sollen. → t-Test für verbundene (abhängige) Stichproben

- **Mehr als zwei Samples vergleichen**

- Analysis of Variance (ANOVA)



Beziehungen zwischen Variablen: Korrelationen

- **Korrelationen**
 - Messen die Beziehungen zwischen zwei Variablen
 - Wert zwischen -1 und +1; Stärke der Korrelation gibt an, wie gut die erste Variable die zweite voraussagt.
 - Beispiel: Wer am Abend vor der Klausur in der Kneipe war, schneidet schlechter in der Klausur ab (Anzahl der Getränke; Klausurpunkte).



Nicht-parametrische Tests (für nominal- oder ordinalskalierte Daten)

- **Chi-Quadrat-Test**

- Sind die beobachteten Unterschiede im Test auf Zufälle zurückzuführen oder tatsächlich signifikant?
- Ergibt die Wahrscheinlichkeit, mit der die Verteilung durch Zufall entstanden ist.



Literaturempfehlungen

- Sedlmeier, P; Renkewitz, F. (2007): Forschungsmethoden und Statistik in der Psychologie. München : Pearson Deutschland - Pearson Studium. [Kapitel 5: Experimentelle Designs]
- Tullis, T., & Albert, B. (2008). *Measuring the User Experience: Collecting, Analyzing, and Presenting Usability Metrics*. Amsterdam: Morgan Kaufmann. [Insbesondere Kapitel 2: Background.]