

Master in Applied Information and Data Science

Data Analytics for Data Scientists

Versuchsplanung / Design of Experiments (DoE)

Vorlesung 09: A/B Testing

November 2019

Prof. Dr. Jürg Schwarz

Programm: 16.00 bis 17.40 Uhr

16.00 Uhr	Beginn der Veranstaltung
16.00 Uhr	<p>Inputreferat: Jürg Schwarz</p> <ul style="list-style-type: none">◦ Beispiel – Ein Klassiker◦ Was ist A/B Testing?◦ Durchführung von A/B Testing◦ Fehlerquellen und Fallgruben◦ Weitere Aspekte◦ Vorschau auf Vorlesung 10
17.00 Uhr	<p>Practices: Studierende / Jürg Schwarz</p> <ul style="list-style-type: none">◦ Bearbeiten von Practices<ul style="list-style-type: none">◦ Begleitung durch Jürg Schwarz
17.40 Uhr	Ende der Veranstaltung
Verschiedene Pausen	

Beispiel – Ein Klassiker

Bing AdWords

Experiment mit Werbeanzeigen I

Werbeanzeigen werden in die Überschriften verschoben


Bestehende Ansicht


WEB IMAGES VIDEOS MAPS SHOPPING LOCAL NEWS MORE


bing MS Beta


flowers

358,000,000 RESULTS

Flowers at 1-800-FLOWERS®  Ads
1800Flowers.com
Fresh Flowers & Gifts at 1-800-FLOWERS. 100% Smile Guarantee. Shop Now

FTD® - Flowers 
www.FTD.com
Get Same Day Flowers in Hours! Buy Now for 25% Off Best Sellers.

Send Flowers from \$19.99 
www.ProFlowers.com
Send Roses, Tulips & Other Flowers. "Best Value" -Wall Street Journal.
proflowers.com is rated ★★★★★ on Bizrate (1307 reviews)

50% Off All Flowers 
www.BloomsToday.com
All Flowers on the Site are 50% Off. Take Advantage and Buy Today!


Neue Ansicht «Long Ad Titles»


WEB IMAGES VIDEOS MAPS SHOPPING LOCAL NEWS MORE



bing MS Beta


flowers

358,000,000 RESULTS

FTD® - Flowers  Ads
www.FTD.com
Get Same Day Flowers in Hours! Buy Now for 25% Off Best Sellers.

Flowers at 1-800-FLOWERS® | 1800flowers.com 
1800Flowers.com
Fresh Flowers & Gifts at 1-800-FLOWERS. 100% Smile Guarantee. Shop Now

Send Flowers from \$19.99  **Send Roses, Tulips & Other Flowers.** 
www.ProFlowers.com
"Best Value" -Wall Street Journal.
proflowers.com is rated ★★★★★ on Bizrate (1307 reviews)

\$19.99 - Cheap Flowers - Delivery Today By A Local Florist! 
www.FromYouFlowers.com
Shop Now & Save \$5 Instantly.

Experiment mit Werbeanzeigen II

Idee eines Microsoft-Mitarbeiters im Jahr 2012

Wurde zu Beginn nicht weiterverfolgt.

Später wurde die Idee mit wenig Aufwand umgesetzt und ein Experiment gestartet

→ **A/B-Testing** (Kontrolle = Bestehende Ansicht / Treatment = Neue Ansicht)

Die neue Ansicht steigerte den Umsatz von Bing in einem Jahr um 12% (120 Mio. \$)

Zentrale Kenngrößen für das Nutzererlebnis zeigten keine Veränderung.

Zwei weitere Beispiele – von vielen ...

Wahlkampagne von Barack Obama im Jahr 2008 → Optimierung der Onlinespendenformulare

3 verschiedene Label für den Button zum Spenden (*SIGN UP NOW*, *JOIN US NOW*, usw.)

3 verschiedenen Bilder / 3 Videos

Amazon Webseite

- Boot-camp im Januar 1997 → Aussage von Amazon CEO Jeff Bezos
«At Amazon, we will have a Culture of Metrics»

A/B Testing wurde / wird eingesetzt für: New home page design, moving features around the page, different algorithms for recommendations, changing search relevance rankings, ...

Was ist A/B Testing?

Kontext I – Empirie / Forschungsdesign / Statistik

A/B Testing (auch *Bucket Tests* oder *Split-run Testing*) ist ein (Labor-)Experiment.

Forschungsfragen werden an zwei (A/B) oder mehr randomisierten Gruppen untersucht.

Die statistische Auswertung erfolgt über t-Test (!), ANOVA und weitergehende Methoden.

Kontext II – Von der Laborstudie zum Webexperiment

Digitale Transformation ab 2000 führt zu **Verlagerung des Kontextes** von Kommunikation und Verhalten auf Webseiten, Shopsysteme und (Social-)Communities mit eigener Wirklichkeit.

Natürliches menschliches Verhalten kann **im Web direkt experimentell untersucht** werden, ohne dass die untersuchten Personen davon wissen und unterrichtet werden müssen.

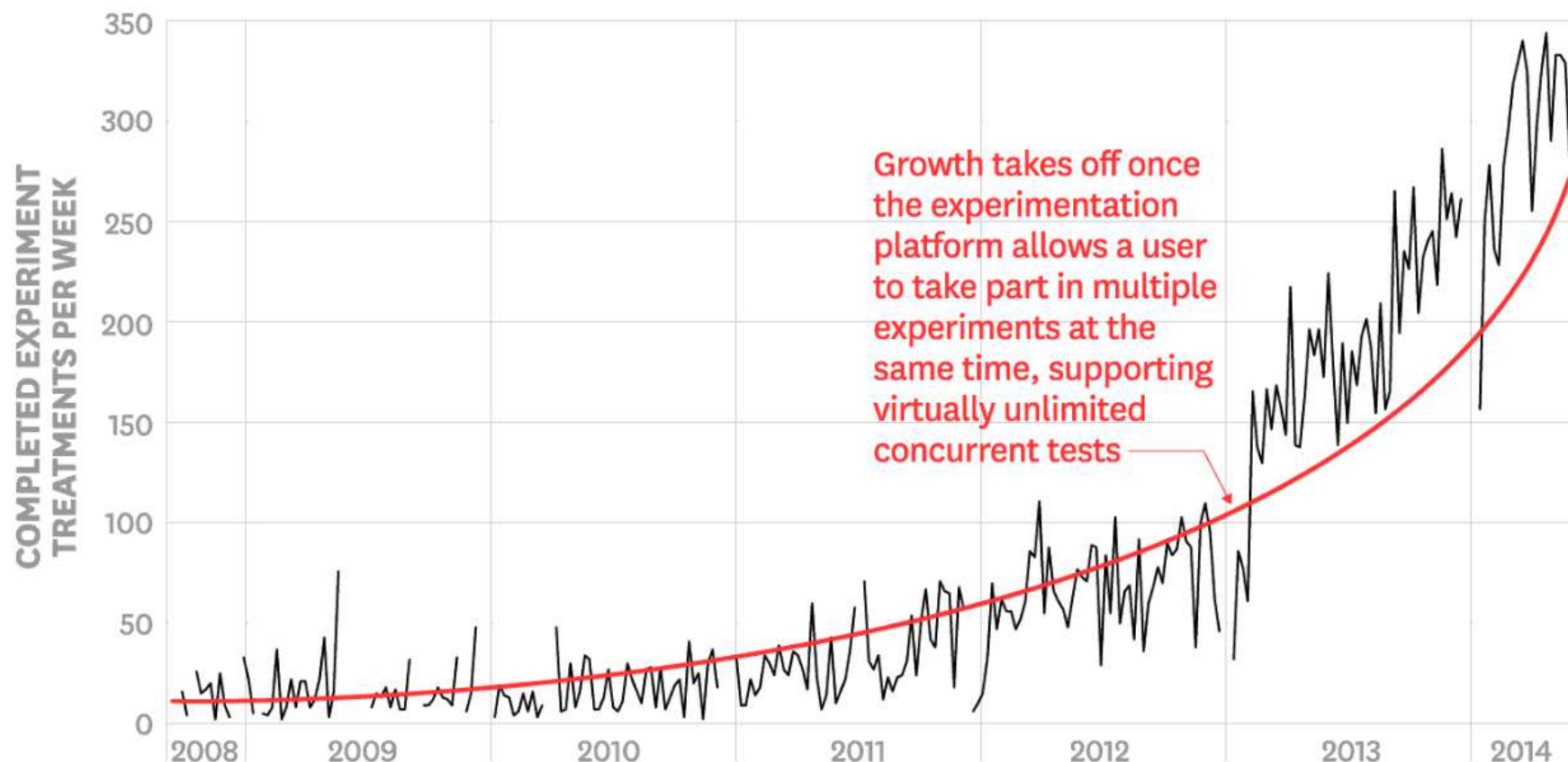
Tools ermöglichen, **verschiedene Versionen einer Website** – über Skripte und Cookies gesteuert – parallel an verschiedene Besucher auszuliefern und wichtige Indikatoren wie Käufe, Registrierungen, Downloadzahlen, Weiterempfehlungen, usw. zu messen.

Auf der Grundlage experimenteller Versuchspläne können so **Entscheidungen für oder gegen** die Einführung bestimmter Gestaltungsvarianten in Websystemen und Mails getroffen werden.

Kontext III – Entwicklung

Alle «Grossen», darunter Amazon, Bing, Facebook, Google, LinkedIn und Yahoo!, führen tausende bis zehntausende von Experimenten pro Jahr durch, um Änderungen an der Benutzeroberfläche, Verbesserungen an Algorithmen (Suche, Anzeigen, Personalisierung, Empfehlung usw.), Änderungen an Apps, Content-Management-System, usw. zu testen.

Beispiel: Experimente mit Werbeanzeigen bei Bing im Jahr 2012 (→ siehe [Folie 3 ff](#))



Durchführung von A/B Testing

Grundlage

Das A/B Testing ist eine Methode um zwei Versionen einer Webseite oder App zu vergleichen. Dabei soll ermittelt werden, welche Version ein besseres Ergebnis erzielt.

Zwei Versionen A und B werden parallel im Feld getestet und draus Daten als **Grundlage für Entscheidungen** generierte, ohne dass die Versionen angepasst werden müssen.

Welche Elemente von Webseiten und Apps können getestet werden?

Alle!

Erweiterungen

Es können auch mehr als zwei Versionen getestet werden (multivariate Tests).

Es gibt auch dynamisch-algorithmische Verfahren → siehe ab [Folie 9](#)

Kosten

Die Kosten sind als tief einzuschätzen, im Vergleich zu Laborexperimenten / Survey.

Es gibt einen ausgedehnten Markt mit Tools und Dienstleistungen → siehe ab [Folie 21](#)

Auswahl der Benutzergruppen

Grundgesamtheit / *Triggering*

Je nach Experiment: Alle Nutzerinnen und Nutzer einer Website oder nur Teilmenge.

Beispiele: Neues Webdesign → Alle / Checkout-Prozess → Teilmenge mit Kaufprozess

Reduktion der Störvarianz durch *Event-triggered Filtering* → Nur die Nutzerinnen und Nutzer werden einbezogen, die dem Treatment eine bestimmte Zeit / Intensität ausgesetzt waren.

Stichprobe / Stichprobengrösse

Idealfall → [Lecture 05 Stichprobenziehung](#)

Berechnung der Stichprobengrösse mit Tool

- Wahl einer geeigneten Metrik – Beispiel CTR* (*Click Through Rate* / Klickrate)
- Wahl eines *Educated Guess* für die CTR → bestehende, erfolgreiche Seite → z.B. 5%
- Advanced A/B Testing Calculator → clevertap.com/ab-testing-calculator

The screenshot shows a web-based calculator for determining the ideal sample size for an A/B test. On the left, there are three input fields: 'Conversion Rate' set to 3%, '(+/-) Error' set to 0.3%, and 'Confidence Level' set to 95%. On the right, the 'Ideal Sample Size for each Variant' is calculated and displayed as 12,421.

Input	Value
Conversion Rate	3 %
(+/-) Error	0.3 %
Confidence Level	95 %
Ideal Sample Size for each Variant	12,421

*CTR = Anzahl Klicks auf Werbebanner oder Sponsorenlinks im Verhältnis zu den gesamten Impressions / Normalfall: 3% bis 15 %

Bandit-Algorithmus

Einführung

Neben der Beantwortung der klassischen Forschungsfrage im A/B Testing

«Unterscheiden sich die beiden Variante A und B signifikant?»

kann ein (Test-)Verfahren auch **dynamisch** nach optimalen Lösungen suchen.

Bandit-Algorithmen ermöglichen, **mehrere Treatments auf einmal** zu testen und dynamisch schnellere Schlussfolgerungen zu ziehen als mit herkömmliche Studiendesigns.

Ein Treatment wird als «Arm» eines Spielautomaten («Einarmiger Bandit») interpretiert.

Mehrere Treatments entsprechen mehreren Armen mit verschiedener Auszahlwahrscheinlichkeit.

Beschreibung

Mehrere Varianten (Treatments A, B, C, D, ...) werden **gleichzeitig** angeboten.

Die Variante mit dem **grössten «Erfolg»** (Metrics ...) bekommt den grössten Datenverkehr.

Andere Varianten werden mit kleinerem Datenverkehr weiter ausgeführt und bewertet.

Anpassungen werden vorgenommen, die auf dem **tatsächlichen Erfolg** basieren.

Im Laufe des Tests werden zunehmend Informationen zum Erfolg bekannt und so können die erfolgreichsten Varianten dynamisch ermittelt werden.

Beispiel

Einfacher A/B Test

In der Kontrollgruppe (**A**) einer bestehenden Website ist die Conversion-Rate **4 %**.

Eine neue Version der Website (**B**) wird getestet und erzielt eine Conversion-Rate von **5 %**.

Es soll ein Test durchgeführt werden, der einen signifikanten Unterschied detektieren kann.

Gemäss **Poweranalyse** sind 22'330 Beobachtungen erforderlich → Pro Variante 11'165.

Wenn 100 Besuche pro Tag getestet werden können, dauert der Test **223 Tage**.

Multi-Armed-Bandit-Algorithmus

Pro Tag werden **100 Besuche** einbezogen, am **ersten Tag** bei jeder Version ca. **50 Besuche**.

Die Ergebnisse werden analysiert und es wird die Wahrscheinlichkeit berechnet, dass die neuere Version ein besseres Ergebnis erzielt als die bestehende Version.

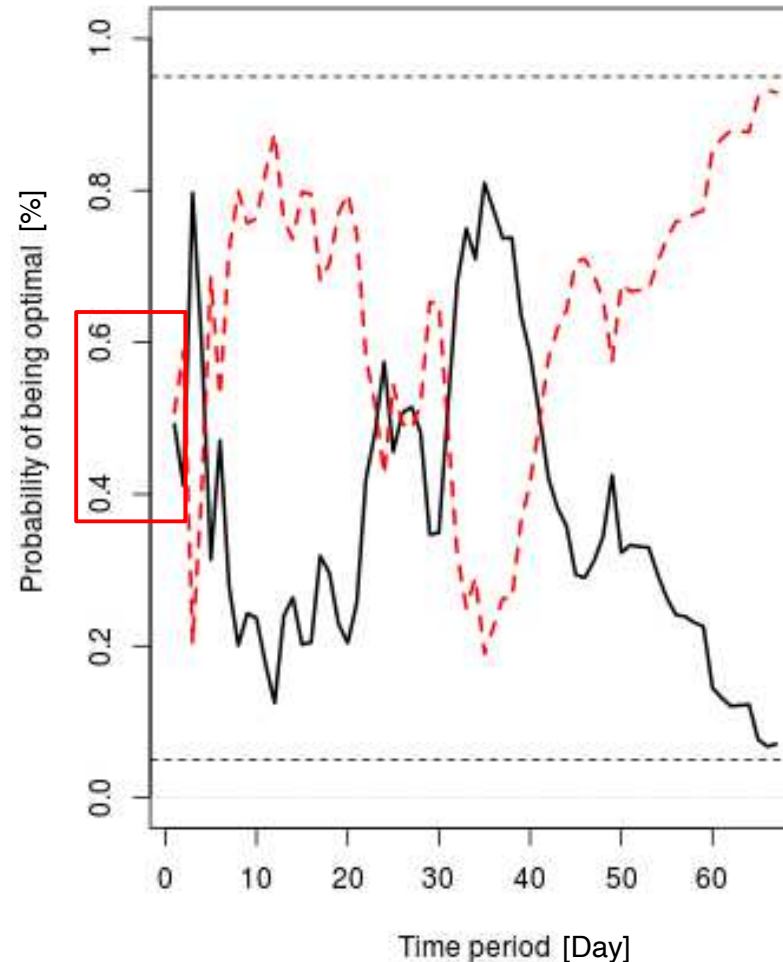
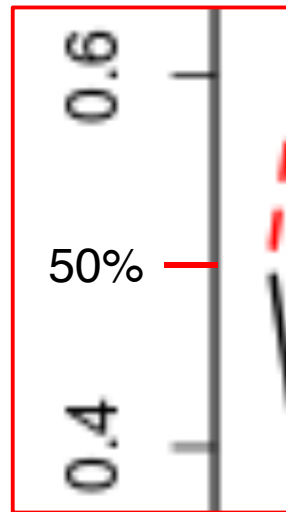
Sei zum Beispiel die Wahrscheinlichkeit 70 %, dass die bestehende Version ein besseres Ergebnis erzielt. Dann bekommt die bestehende Version am **zweiten Tag 70 %** des Traffics.

Am Ende des zweiten Tages werden die an beiden Tagen erzielten Zugriffe akkumuliert.

Die **Wahrscheinlichkeit**, welche Version am besten ist, wird **neu berechnet** und für die Zuweisung des Traffics für den **dritten Tag** verwendet, usw.

Dieser Prozess wird so lange wiederholt, bis eine Stoppregel zur Anwendung kommt.

Standardmässig läuft das Multi-Armed-Bandit-Experiment mindestens zwei Wochen.
Eine Stoppregel ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine Variante künftig am meisten Traffic erzielt.
Ist diese Wahrscheinlichkeit $\geq 95\%$ liegt ein «Gewinner» vor.



Grafik: Simulation eines einfachen Multi-Armed-Bandit-Experiments mit zwei Varianten.
Probability of being optimal reflektiert die Zuweisung des Traffics an die zwei Varianten.

Ein Beispiel

Durchschnittliche Verweildauer auf einer Webseite (*Average Time on Page*)

Wie wirkt der Faktor UV1 auf die Verweildauer AV, gemessen in Sekunden?

AV = Verweildauer [s] → Output mit metrischer Skalierung

UV1 = Designvarianten [1,2,3] → Faktor mit 3 Stufen



\bar{A}_i = Mittelwert der Verweildauer in Gruppe i

	UV1		
	1	2	3
	\bar{A}_1	\bar{A}_2	\bar{A}_3

ANOVA mit Datensatz *Verweildauer* und R-Datei *average_time*

```
library(readxl)
Verweildauer <- read_excel("Verweildauer.xlsx")

options(contrasts = c("contr.sum", "contr.sum"))
fit <- aov(AV ~ factor(UV1), data = Verweildauer)
summary(fit)
```

```
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
factor(UV1)    2  13256    6628   77.93 <2e-16 ***
Residuals 2301 195708     85
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Es gibt einen Haupteffekt von UV1 (1, 2, 3) auf AV, $F(2, 2301) = 77.93$, $p = .000$.

Die Designvarianten (1, 2, 3) wirken sich signifikant auf die Verweildauer aus.

Der Mittelwert der Verweildauer in Designvariante 1 beträgt 36.2 Sekunden, 38.8 Sekunden in Variante 2 und 42.1 Sekunden in Variante 3.

Alle Mittelwerte unterscheiden sich paarweise (Post-hoc Bonferroni).

Wie gross ist der Effekt? → ANOVA mit «Partielles Eta-Quadrat» berechnen

```
library(sjstats)
eta_sq(fit)
```

```
term etasq
1 UV1 0.063
```

Das partielle Eta-Quadrat η_p^2 setzt die Varianz, die durch einen Faktor erklärt wird, in Bezug zu jener Varianz, die nicht durch andere Faktoren im Modell erklärt wird.

Effektstärke f für *One-way analysis of variance* nach Cohen (1992), berechnet aus η_p^2

$$f = \sqrt{\frac{\eta_p^2}{1 - \eta_p^2}} = \sqrt{\frac{0.063}{1 - 0.063}} = \sqrt{\frac{0.063}{0.937}} = 0.26$$

	schwach	mittel	stark
Effektstärke f	0.10	0.25	0.40

Die Designvarianten (1, 2, 3) wirken sich signifikant auf die Verweildauer aus.

Die Effektstärke ist $f = 0.26$ (Cohen 1992)

Die Effektstärke ist mittel.

Messung / Metrik / KPI (*Key performance indicator*)

Messung	Metrik	KPI (<i>Key performance indicator</i>)
Verfahren zur Gewinnung eines oder mehrerer Messwerte, die einer Menge zugeordnet werden können.	Berechnung aus Messwerten	Quantifizierbares Metrik die zeigt, wie effektiv die wichtigsten Unternehmensziele erreicht werden.
Anzahl der Klicks auf eine Website	Klickrate	Konversionsrate

OEC (*Overall Evaluation Criterion*) – Quantitatives Mass für das Ziel eines Experiments

Experimente können mehrere Ziele haben und es kann ein Scorecard-Ansatz gewählt werden. Berechnung einer einzelnen Metrik (als gewichtete Kombination) dieser Ziele wird empfohlen: Mehrere Experimente werden Kompromissen unterworfen ↔ Ausrichtung auf klares Ziel.

Eine gute OEC sollte nicht kurzfristig fokussiert sein (z.B. Klicks); sie sollte Faktoren beinhalten, die langfristige Ziele vorhersagen, wie beispielsweise die Lebensdauer eines Webdesigns.

Anforderungen an Metriken

Directionality (Direktionalität) → Metrik soll sich in eine Richtung bewegen (positiv / negativ), wenn sich die Kundenzufriedenheit in eine Richtung bewegt (verbessert / verschlechtert).

Sensitivity (Empfindlichkeit) → Metrik soll geringe Änderungen im Kundenerlebnis reflektieren, um rasch Entscheidungen zu treffen.

Fehlerquellen und Fallgruben

Studiendesign / Eignung von A/B Testing

A/B Testing kann nicht für alle Forschungsfragen eingesetzt werden → Beispiel: Für ein komplettes Website-Redesign müssen weitere Elemente einbezogen werden (Qualitativ, Survey, ...)

Stichprobenziehung → [Lecture 05 Stichprobenziehung](#)

Grundgesamtheit ist unbekannt / Stichprobenverfahren ist ungeeignet / Sampling Bias

Zielpublikum ist nicht geeignet → Beispiel: Experiment bezüglich *Page Layout* nur mit Personen durchführen, die Seite intensiv nutzen.

Stichprobengrösse / Hypothesentest → [Lecture 07 Effektstärke & Poweranalyse](#)

Grosse Stichproben führen zu signifikanten Hypothesentests / Keine Angaben zu Effektstärke

Nicht geeignete statistische Tests → Beispiel: Schiefe Verteilungen werden nicht berücksichtigt.

Metrik

Die Messung erfolgt über eine ungeeignete Metrik → [Thema / Beispiel auf exp-platform.com](#)

Weitere

Multiple Testing → [Thema / Beispiel auf exp-platform.com](#)

Et cetera ...

Weitere Aspekte

Manipulation / Dark Pattern

Beispiel für Manipulation: Facebook – Artikel von Kramer et al. (2014)

Experimental evidence of massive-scale emotional contagion through social networks

Emotionale Zustände können durch emotionale Ansteckung (*contagion*) auf andere übertragen werden, was dazu führt, dass Menschen die gleichen Emotionen unbewusst miterleben.

(Emotional states can be transferred to others via emotional contagion, leading people to experience the same emotions without their awareness.)

Das Experiment wurde **ohne Wissen** der Teilnehmenden durchgeführt.

Später wurde ein «Editorial Expression of Concern and Correction» veröffentlicht

Die Einholung einer informierten Einwilligung und die Möglichkeit, dass sich die Teilnehmer abmelden können, sind in den meisten Fällen bewährte Verfahren im Rahmen der Richtlinie des US-Gesundheitsministeriums und der Human Services Policy for the Protection of Human Research Subjects (die "Common Rule").

Es ist jedoch Anlass zur Sorge, dass die Erhebung der Daten durch Facebook Praktiken mit sich gebracht haben könnte, die nicht vollständig mit den Grundsätzen der Einholung einer informierten Einwilligung und der Möglichkeit, dass die Teilnehmer sich abmelden, übereinstimmen.

The experiments took place for 1 wk (January 11–18, 2012). Participants were randomly selected based on their User ID, resulting in a total of ~155,000 participants per condition who posted at least one status update during the experimental period.

The results show emotional contagion. As Fig. 1 illustrates, for people who had positive content reduced in their News Feed, a larger percentage of words in people's status updates were negative and a smaller percentage were positive. When negativity was reduced, the opposite pattern occurred.

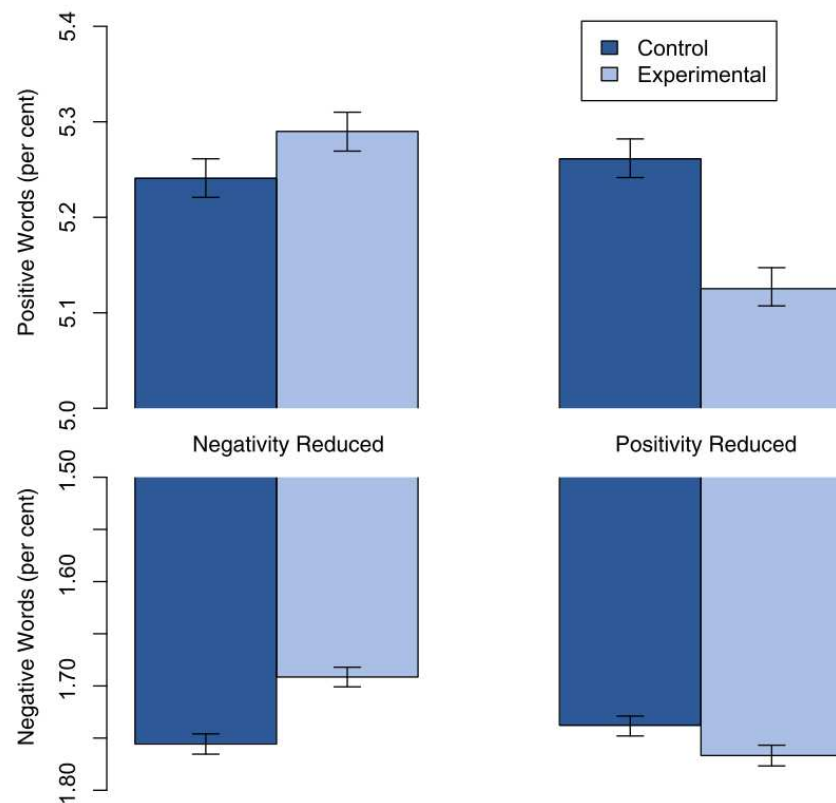


Fig. 1. Mean number of positive (*Upper*) and negative (*Lower*) emotion words (percent) generated people, by condition. Bars represent standard errors.

When positive posts were reduced in the News Feed, the percentage of positive words in people's status updates decreased by $B = -0.1\%$ compared with control [$t(310,044) = -5.63, P < 0.001$, Cohen's $d = 0.02$], whereas the percentage of words that were negative increased by $B = 0.04\%$ ($t = 2.71, P = 0.007, d = 0.001$). Conversely, when negative posts were reduced, the percent of words that were negative decreased by $B = -0.07\%$ [$t(310,541) = -5.51, P < 0.001, d = 0.02$] and the percentage of words that were positive, conversely, increased by $B = 0.06\%$ ($t = 2.19, P < 0.003, d = 0.008$).

The results show emotional contagion. As Fig. 1 illustrates,

Dark Pattern

Dark Pattern sind Muster der Überredung und Beeinflussung.

Allgemein sind sie im Sinn eines Anbieters erfolgversprechend, können aber negative Effekte in den Bereichen Image, Nutzungserlebnis, Kundenzufriedenheit, usw. erzeugen.

Beispiel Hotelbuchung

- Experiment bei Hotelbuchung zeigt, dass Information zum Zimmer, für das der Kunde sich interessiert, aktuell auch von anderen Kunden angesehen wird, die Buchungsrate steigert.
→ Der dabei entstehende Druck verändert das Nutzungserlebnis negativ.

Webseite darkpatterns.org

- Types of dark pattern – Eine Auswahl

Misdirection → The design purposefully focuses your attention on one thing in order to distract you attention from another.

Price Comparison Prevention → The retailer makes it hard for you to compare the price of an item with another item, so you cannot make an informed decision.

Privacy Zuckering → You are tricked into publicly sharing more information about yourself than you really intended to. Named after Facebook CEO Mark Zuckerberg.

Ethische Aspekte

Erste Übersicht von Richtlinien und Selbstverpflichtung

Datenschutz-Grundverordnung der Europäischen Union (DSGVO) – Mai 2018

www.edoeb.admin.ch/edoeb/de/home/dokumentation/datenschutz/Datenschutz-International/DSGVO.html

Bürgerinnen und Bürger erhalten mehr Kontrolle über ihre Personendaten.

Unternehmen werden mehr zur Verantwortung gezogen.

Die Rolle der Datenschutzbehörden wird gestärkt.

Bundesgesetzes über den Datenschutz (DSG) – Januar 2014

www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19920153/index.html

Art. 1 Zweck

Dieses Gesetz bezweckt den Schutz der Persönlichkeit und der Grundrechte von Personen, über die Daten bearbeitet werden.

Selbstverpflichtung des Verbands Schweizer Markt- und Sozialforschung (vsms)

www.vsms-asms.ch/de/markt-und-sozialforschung/datenschutz

Forschungsergebnisse lassen keine Rückschlüsse auf befragte Personen zu.

Personenbezogene Daten werden auf keinen Fall weitergegeben.

Adressdaten werden zum frühestmöglichen Zeitpunkt vernichtet.

Umfrageergebnisse werden immer nur zum Zweck verwendet, für den sie erhoben wurden.

Tools

Eine unvollständige Zusammenstellung – Stand November 2019

Allgemeines

- Übersicht über Tools von **TrustRadius** → www.trustradius.com
Zum Beispiel 8922 Einträge für «A/B testing» → Folie 22

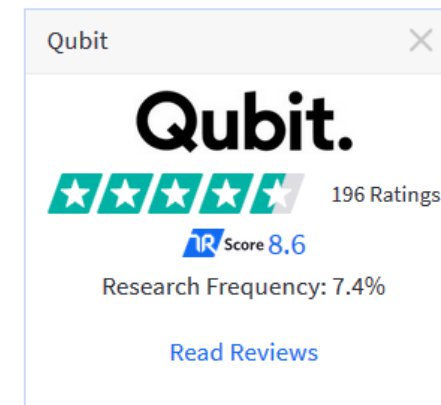
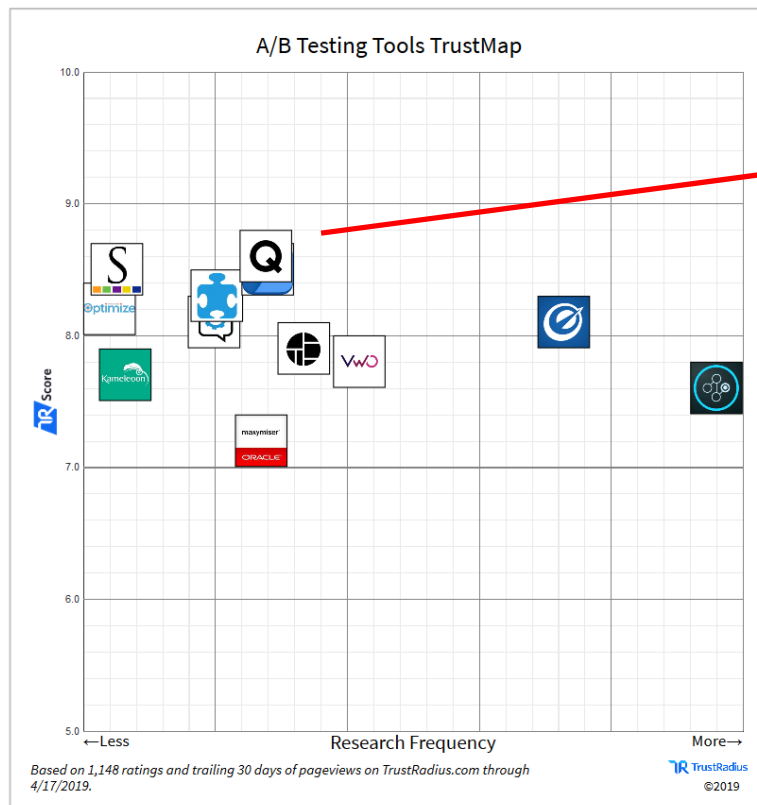
Testingtools der «Grossen»

- **Google** Content Experiments Framework
developers.google.com/analytics/solutions/experiments-feature-reference
- **Amazon** Thema *A/B Testing at Scale* im *AWS Machine Learning Blog*
aws.amazon.com/de/blogs/machine-learning
- **IBM** Thema *A/B Testing* im *IBM Knowledge Center*
www.ibm.com/support/knowledgecenter
- **Oracle** Thema *A/B Testing* in der *Marketing Cloud*
www.oracle.com/marketingcloud
- **Microsoft / Azure / Bing** Thema *Online ... and A/B Tests* auf der *ExP Platform*
www.exp-platform.com
- **SAP** Thema *How to do automatic A/B testing of e-mails?* im *SAP Blog*
www.adobe.com/ch_de/marketing-cloud/target.html

Web-Analytics-Lösungen mit Werkzeugen zum Experimentieren

- Optimize von **Webtrends** → www.webtrends.com
Optimizing your online customer experience is essential to keep your business ahead
- Websites & Apps optimieren bei **e-Tracker** → www.etracker.com
Verstehen Sie Ihre Besucher und deren Verhalten
- Customer Analytics für Web und App bei **Webtrekk** → www.webtrekk.com
Customer analytics for web and app – and a personalized customer experience

Informationen von **TrustRadius** (www.trustradius.com/ab-testing)



TrustMaps are two-dimensional charts that compare products based on satisfaction ratings and research frequency by prospective buyers. Products must have 20 or more ratings to appear on this TrustMap.

Vorschau auf Vorlesung 10

Was bisher geschah

A/B Testing und mehr

Es lohnt sich, Versionen einer Webseite oder App zu testen, um das Ergebnis zu verbessern.

Methodische Kenntnisse bilden die Grundlage und es braucht weiterer Kenntnisse zu Metriken, Vorgehensweisen, usw.

Wie immer im Methodenumfeld sind Fehlerquellen und Fallgruben nicht weit!

Zu guter Letzt ist es sinnvoll, auch die dunklen Seiten von Tests und Simulationen zu kennen.

Was in Vorlesung 10 folgt

A/B Testing war nur der Anfang!

In der Vorlesung "Faktorielle Versuchspläne" werden die in der Vorlesung "A/B Testing" gezeigten Verfahren systematisiert und erweitert.

Dabei werden die Verfahren in den Kontext von Design of Experiments eingefügt.

Inhaltsverzeichnis

Beispiel – Ein Klassiker	3
Bing AdWords	3
Was ist A/B Testing?	5
Durchführung von A/B Testing	7
Auswahl der Benutzergruppen	8
Bandit-Algorithmus	9
Ein Beispiel	12
Messung / Metrik / KPI (<i>Key performance indicator</i>)	15
Fehlerquellen und Fallgruben	16
Weitere Aspekte	17
Manipulation / Dark Pattern	17
Ethische Aspekte	20
Tools	21
Vorschau auf Vorlesung 10	23
Was bisher geschah	23
Was in Vorlesung 10 folgt	23
Inhaltsverzeichnis	24