

## 4 Webbasierte Experimente

Herbert A. Meyer

### Kurzbeschreibung

Webbasierte Experimente zeichnen sich dadurch aus, dass a) Probanden unabhängig von ihrem Standort teilnehmen können und dass b) in der experimentellen Situation kein Versuchsleiter anwesend ist. Daraus ergibt sich der Vorteil potenziell großer Stichproben und der Nachteil, dass sich die apparativen, räumlichen und zeitlichen Versuchsbedingungen der experimentellen Kontrolle entziehen. Zur Reduzierung systematischer Fehler steht bei webbasierten Experimenten allein die randomisierte Zuweisung der Probanden zu den experimentellen Bedingungen zur Verfügung. Im Vergleich zu Experimenten unter kontrollierten Laborbedingungen ist mit einer Erhöhung der Fehlervarianz und einer Verringerung der Effektgrößen zu rechnen. Es wird erörtert, unter welchen Umständen diese Unschärfen akzeptiert werden können. Abschließend werden Handlungsempfehlungen zum Einsatz webbasierter Experimente im Experimentalpsychologischen Praktikum ausgesprochen.

**Stichwörter:** Internet, Extranet, Intranet, Experimentalmethodik, Kontrolltechniken, Validität, Präzision

### 4.1 Einleitung

Wenn ein psychologisches Experiment über ein Computernetz durchgeführt wird, wird der Computer in einer Doppelrolle eingesetzt – als *Instrument* und zugleich als *Medium*.

Als Instrument hat der Computer in experimentellen Psychologie eine lange Tradition. Bereits Mitte der fünfziger Jahre, also drei Jahrzehnte vor dem Siegeszug des *Personal Computer*, setzen amerikanische Forscher digitalelektronische Rechner zur Steuerung psychologischer Experimente ein (Edwards, 1996). Heute ist der Computer für die experimentalpsychologische Forschung ein Standardgerät, auf dessen Anwendung selten verzichtet wird. In der aktuellen Forschungsliteratur finden sich kaum experimentelle Untersuchungen, die nicht computerunterstützt durchgeführt wurden. Diese Entwicklung wurde maßgeblich dadurch begünstigt, dass die beiden entscheidenden Vorgänge eines psychologischen Experiments – die Realisierung der Versuchsbedingungen (unabhängige Variable, UV) und die Erfassung der Messwerte (abhängige Variable, AV) – mit Computern effizienter erledigt werden konnten als ohne sie. Doch auch die mediale Funktion des Computers hat mittlerweile Eingang in den Alltag experimentell arbeitender Psychologen gefunden. So verlagert sich der

Austausch von Ideen und Ergebnissen in forschungsintensiven Gebieten immer mehr auf die Netzdienste *Electronic Mail* und *World Wide Web*. Die Vorteile des Netzes bei der Übermittlung von Mitteilungen, Dokumenten, Daten und Programmen sind nicht von der Hand zu weisen: Schnelligkeit, Flexibilität und Ortsunabhängigkeit. Im Grunde handelt es sich hierbei jedoch nur um die Erweiterung der Kulturtechniken in der Tradition von Telefon, Fax und Postversand. Seit ungefähr Mitte der neunziger Jahre gibt es Bemühungen, das Web als Medium für die Bereitstellung psychologischer Experimente einzusetzen.<sup>1</sup> Dazu werden Versuchssteuerungsprogramme auf das Internet abgestimmt und über Webserver öffentlich zur Verfügung gestellt. Dies ermöglicht privaten Benutzern des Web die Teilnahme an psychologischen Experimenten in einem „virtuellen Psychologielabor“ (Reips, 1997).

Die Zusammenführung von Internettechnologie und Experimentalmethodik könnte in der Zukunft eine fruchtbare Angelegenheit sein. Für experimentalpsychologische Zwecke ist vor allem die Aussicht interessant, über das Web auf einfachem Wege zu potenziell großen Stichproben zu kommen. Dieses Potenzial wird im vorliegenden Beitrag ausführlich behandelt. Natürlich werden auch die Probleme, die die relativ neue Verfahrensweise in methodischer Hinsicht verursacht, zur Sprache kommen. Die Gewährung einer standortunabhängigen Versuchsteilnahme ist nämlich zwangsläufig mit einem Verzicht auf die Kontrolle der Versuchssituation verbunden. Wir verwenden für die zu betrachtende Verfahrensweise den Ausdruck „webbasiertes Experiment“ und nicht, wie Reips (1998) es vorgeschlagen hat, den Begriff „Web-Experiment“. Nach unserer Auffassung wird durch die von Reips eingeführte Ausdrucksweise die Technik zu sehr in den Vordergrund der Diskussion gerückt. In den stürmischen Anfangstagen des Web war es zu vertreten, die Technik aufgrund ihrer Neuheit hervorzuheben und auf eine Stufe mit der Methode zu stellen. Mittlerweile hat sich der Sturm jedoch merklich gelegt und wir können die Sachlage mit Sorgfalt aus der Distanz betrachten. Dabei wird deutlich, dass die Technik gegenüber der Methode immer von untergeordneter Bedeutung ist. Techniken spezifizieren die allgemeinen methodischen Regeln und konkretisieren sie für einen speziellen Anwendungsfall. In dieser Hinsicht wird auch verständlich, warum es nicht üblich ist von „Computer-Experimenten“, sondern von „computerunterstützten Experimenten“ zu sprechen.

Im Hauptteil des Beitrags (Abschnitt 4.3) werden die Kennzeichen und Probleme webbasierter Experimente dargestellt. Hier besprechen wir die Art und Weise der Stichprobenerhebung, die Merkmale der Probanden, die Abwesenheit des Versuchsleiters, die apparativen, räumlichen und zeitlichen Zustände während der Versuchsdurchführung und die Konsequenzen webbasierter Verfahren für die methodischen Gütekriterien Validität und Präzision. Abschließend werden in Abschnitt 4.4 die Potenziale webbasierter Experimente aufgezeigt. Dabei werden Handlungsempfehlungen ausgesprochen und Aufgaben entworfen, über deren Bearbeitung die Anwendung von Computernetzwerken im Experimentalpsychologischen Praktikum spielerisch erprobt werden kann. Zu Beginn beschäftigen wir uns jedoch mit verschiedenen Formen von Computernetzen, die für die Durchführung psychologischer Experimente eine besondere Bedeutung haben.

---

<sup>1</sup> Musch und Reips (2000) dokumentieren diese Entwicklung in einem Übersichtsartikel.

## 4.2 Computernetzwerke

Ob ein Computernetzwerk als *Internet*, *Extranet* oder *Intranet* bezeichnet wird, ist eine Frage des Standortes und der Anzahl der in das Netzwerk eingebundenen Rechner. Alle drei Arten basieren jedoch auf dem *Internet*protokoll, das nach dem Netz der Netze, dem Internet, benannt ist. Durch den überwältigenden Erfolg des Internet wurde dessen Protokoll zu einem weltweiten Standard, weil es nach und nach alle anderen Protokolle mehr oder wenig überflüssig machte.

Genaugenommen ist das Internetprotokoll eine Protokoll-Suite aus vielen aufeinander abgestimmten Protokollen, die vier verschiedenen Schichten zugeordnet werden können (vgl. Tanenbaum, 2000). Die Abkürzung *TCP/IP* (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) verweist auf die beiden mittleren Schichten. Diese Schichten sorgen für den Verbindungsaufbau zwischen zwei Rechnern und bewerkstelligen den Datenverkehr. Die unterste Protokollschicht ist für den physikalischen Teil der Computernetzwerke zuständig, also z.B. für die Einbindung von Netzwerkkarten und Modems. Oberhalb von TCP/IP befindet sich die Anwendungsschicht. Nur mit dieser Schicht kommt der normale Benutzer in Berührung, da sich hier die speziellen Protokolle für *Email*, *FTP*, *Telnet* und das *Web* befinden.

Wenn wir von webbasierten Experimenten sprechen, basieren die Experimente nicht allein auf dem Web-Protokoll (*http*, *Hypertext Transfer Protocol*), sondern auch auf den drei darunter liegenden Schichten des Internetprotokolls. Somit sind webbasierte Experimente immer internetbasiert, jedoch nicht alle internetbasierten Experimente müssen auf dem Web aufbauen. Interesse sollte hervorrufen, dass die „Sprache des Internet“ nicht nur von den an das Internet angeschlossenen Computern gesprochen wird, sondern in Computernetzwerken jeglicher Art.

### 4.2.1 Intranet-Lösung

Ein *Intranet* ist ein lokales Computernetzwerk (*local area network*, *LAN*), das auf einen bestimmten Ort begrenzt ist – zumeist den Sitz einer Organisation oder eines Unternehmens. Das Computernetz ist hier in sich geschlossen. Ein Zugriff auf Ressourcen innerhalb des Intranet ist nur Rechnern gestattet, auf denen die *Login*-Prozedur vor Ort erfolgt ist. Ist ein Intranet physikalisch mit dem Internet verbunden, ist es durch ein sogenanntes *Firewall* von dem Datenverkehr mit dem Internet abgeschirmt.

Über das Internetprotokoll können auch im Intranet problemlos webbasierte Experimente durchgeführt werden, was aus ökonomische Sicht Vorteile bietet. Es können zeitgleich mehrere Versuchsdurchgänge stattfinden, und die Erhebung und Auswertung der Daten kann zentral auf einem Server erfolgen. Da sich Experimentalserver und Client-Rechner innerhalb eines örtlich begrenzten Computernetzwerkes befinden, sind die Merkmale der einzelnen Computer, die Merkmale der sie benutzenden Personen und der Nutzungssituation bekannt. Das Ausmaß der experimentellen Kontrolle kann bei Experimenten innerhalb eines Intranets also durchaus mit Laborexperimenten vergleichbar sein. Für Gruppenexperimente mit mehreren Rechnern innerhalb eines Raumes bietet sich eine Intranet-Lösungen an. Da solche Experimente mit üblichen Gruppenexperimenten verglichen werden können und in methodischer Hin-

sicht relativ unkritisch sind, werden sie bei der Erörterung der Probleme webbasierter Experimente nicht zur Sprache kommen.

#### 4.2.2 Extranet-Lösung

Ein *Extranet* ist dann gegeben, wenn sich der Experimentalserver in einem Intranet befindet und nur unter genau definierten Bedingungen für einen Zugriff aus anderen Netzen geöffnet wird. Diese Bedingungen können unterschiedlich gehandhabt werden. Ein Zugriff kann vom Besitz eines Passwortes abhängig sein, das mit oder ohne Authentifizierung<sup>2</sup> vergeben wird. Der Zugriff kann auch von bestimmten Domänennamen (z.B. \*.hu-berlin.de) oder einer bestimmten Internetprotokolladresse (IP-Adresse; z.B. 195.37.77.158) abhängig gemacht werden. Ähnlich wie beim Intranet haben innerhalb eines Extranet nur zuvor angemeldete Benutzer nach einem erfolgreichen *Login* das Recht auf Serverdienste zuzugreifen. Der Vorteil der Extranet-Lösung liegt auf der Hand. Im Gegensatz zu einem Intranet können Client-Rechner unabhängig von ihrem Standort die Serverdienste in Anspruch nehmen. Wenn der Datenverkehr zwischen Server und Client zusätzlich über kryptographische Verfahren (Verschlüsselungsmechanismen) geschützt wird, was aus sicherheitstechnischen Überlegungen sinnvoll und bei der Übermittlung personengebundener Daten rechtlich notwendig ist, spricht man nicht mehr von Extranet, sondern von einem *Virtual Private Network (VPN)*.

Extranet und VPN bieten vielfältige Möglichkeiten für die Durchführung psychologischer Experimente. Hingewiesen werden soll an dieser Stelle auf eine für die weitere Darstellung untypische Verfahrensweise, die insbesondere zur effizienten Durchführung von Feldexperimenten dienlich sein kann. Versuchsleiter können, mit mobilen Computern ausgerüstet, Probanden aufsuchen und mit ihnen zusammen vor Ort Experimente durchführen. Dafür brauchen sich die Versuchsleiter lediglich über ein VPN mit dem Experimentalserver zu verbinden. Das Gros der in Abschnitt 4.3 dargestellten Probleme entfällt, weil der Proband weiterhin von einem Versuchsleiter betreut wird und die genauen Umstände der Untersuchung bekannt sind.

#### 4.2.3 Internet-Lösung

Werden Experimente über eine Internet-Lösung durchgeführt, ist der Experimentalserver unbeschränkt mit dem Internet verbunden. Daraus folgt, dass Client-Rechner von beliebigen Standorten aus jederzeit auf die Experimentalprogramme zugreifen können. Dieser Fall ist *normalerweise* gemeint, wenn von Internet-Experimenten, Web-Experimenten, Online-Experimenten oder eben auch webbasierten Experimen-

---

<sup>2</sup> Der Authentifizierungsvorgang läuft in der Regel so ab, dass ein Server über einen bestimmten Formulareintrag automatisch eine Email an eine in das Formular eingetragene Adresse schickt. Die Email beinhaltet eine bestimmte Zeichenkette, die über einen weiteren Formulareintrag dem Server mitgeteilt werden muss. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass derjenige, der momentan über den Email-Account verfügt auch derjenige ist, der den ersten Eintrag vorgenommen hat. Ob derjenige, der momentan über den Email-Account verfügt, auch derjenige ist, der den Email-Account in rechtlicher Hinsicht zu verantworten hat, kann über einen Authentifizierungsvorgang nicht sichergestellt werden.

ten die Rede ist. Wenn bei der folgenden Darstellung der Kennzeichen und Probleme webbasierter Experimente weder die Intranet- noch die Extranet-Lösung ausdrücklich erwähnt wird, ist also immer die Internet-Lösung gemeint.

### **4.3 Kennzeichen und Probleme webbasierter Experimente**

Webbasierte Experimente können von „wo auch immer“ und „wann auch immer“ nachgefragt werden können. Auf Seiten der Probanden führt dies dazu, dass sie sich nicht nur Wege ersparen können, sondern auch Wartezeiten. Auf Seiten des Experimentatoren ist die webbasierte Durchführung von Vorteil, wenn dadurch der Laborbetrieb kostengünstiger gestaltet werden kann. Beispielsweise können Fragestellungen, deren Untersuchung nicht unbedingt Laborbedingungen erfordern, über Computernetzwerke abgewickelt werden. Das Handicap, das zugunsten der ortsverteilten Versuchsteilnahme in Kauf genommen werden muss, ist der Verzicht auf die Kontrolle der genauen Umstände während der Versuchsdurchführung. Für die Prüfung einiger Fragestellungen wird der zu zahlende Preis zu hoch sein, für andere ist er möglicherweise akzeptabel.

Dargestellt werden nun die wichtigsten Kennzeichen webbasierter Experimente. Eingegangen wird der Reihe nach auf die Stichprobenerhebung, die Identifizierung der Probanden, die Abwesenheit des Versuchsleiters und schließlich auf Möglichkeiten zur Kontrolle des systematischen Fehlers (Validität der Experimente) und Möglichkeiten zur Reduzierung der zufälligen Fehler (Präzision der Experimente).

#### **4.3.1 Erhebung der Stichprobe**

Reips (1997) berichtet von drei Kennzeichen webbasierter Experimente, die auf die Stichprobenerhebung bezogen sind. Zum einen weist er darauf hin, dass es ein wichtiger Vorteil der Experimente sei, auf einfachem Wege eine umfangreiche Anzahl von Probanden für die Versuchsteilnahme zu gewinnen. Zusätzlich findet sich der – für internetbasierte Studien obligatorische – Hinweis darauf, dass Web-Benutzer nicht repräsentativ für die Gesamtbevölkerung sind. Und schließlich wird dargestellt, dass die Stichprobe durch eine sogenannte „Selbstselektion“ zustande kommen kann. Mit Selbstselektion ist gemeint, dass die Teilnahme intrinsisch motiviert ist, da das Aufsuchen der Experimente freiwillig erfolgt und die Teilnahme nicht oder nur geringfügig vergütet wird.

Repräsentativität und Selbstselektion sind für internetbasierte Fragebogenuntersuchungen in der Tat problematisch und bedrohen diesen Forschungsbereich substantiell. Auf experimentelle Untersuchung zur Prüfung grundlagenwissenschaftlicher Fragen treffen die Probleme vermutlich nicht zu. Wird nämlich das Verfahren der Randomisierung eingesetzt, wovon bei webbasierten Experimenten auszugehen ist (siehe Abschnitt 4.3.5), ist eine Zufallsstichprobenziehung aus einer Population nicht notwendig. Es reicht aus, wenn eine Gelegenheitsstichprobe erhoben und den experimentellen Bedingungen zufällig zugewiesen wird. Dies bedeutet, dass der Proband

nur zu der Klasse von Individuen gehören muss, auf welche sich die Hypothese bezieht. Gehört er dazu, ist er voll repräsentativ<sup>3</sup>. Aus diesem Blickwinkel betrachtet ergibt sich, dass es aus methodischer Hinsicht unproblematisch ist, beliebige und sogar anonym bleibende Web-Benutzer zur experimentellen Untersuchung grundlagenwissenschaftlicher Fragestellungen heranzuziehen.

Es wird häufig in Aussicht gestellt, dass über das Web umfangreiche Stichproben erreicht werden können. Doch nicht nur *im richtigen Leben (IRL)*, auch im Netz ist die Anwerbung freiwilliger Probanden häufig sehr aufwändig. Um viele Web-Benutzer zur Teilnahme an einer Untersuchung zu bewegen, ist sehr viel Fingerspitzengefühl und Erfahrung erforderlich. Besonders Kontakte zu Betreibern viel besuchter Linklisten sind bei der Anwerbung von Probanden hilfreich, ebenso der geschulte Umgang mit Suchmaschinen und die Kenntnis relevanter Newsgroups, Mailinglisten und Webforen. Werden unlautere Mittel zur Werbung eingesetzt, beispielsweise Gratifikationen versprochen und nicht ausgeteilt, kann sich dieses Verhalten im Netz wie ein Lauffeuer herumsprechen und zur Diskreditierung kompletter Forschungsinstitutionen führen.

### 4.3.2 Merkmale der Probanden

Teilnehmer an webbasierten Experimenten können lediglich über ihre Internet-Adresse (IP-Adresse) identifiziert werden. Die Identität der Probanden genauer zu bestimmen ist in technischer Hinsicht anspruchsvoll und aus datenschutzrechtlichen Gründen selbstverständlich nicht erlaubt. Mehrfachteilnahmen lassen sich daher nicht mit Sicherheit ausschließen. Sie sind auch deswegen schwierig zu beurteilen, weil die IP-Adressen von Providern fast nur noch über dynamische Verfahren vergeben werden. Dieses hat zur Folge, dass ein und dieselbe Person von einem *Login* auf den anderen eine neue Adresse und damit eine neue Internet-Identität erhält. Den Angaben der Probanden zu vertrauen ist durchaus möglich, allerdings gibt es keine zuverlässigen Erkenntnisse darüber, inwieweit das Vertrauen gerechtfertigt ist. Aus sozialpsychologischen Untersuchungen ist bekannt, dass Netzbenutzer unter dem Deckmantel ihrer IP-Adresse häufig und gern falsche Angaben machen und absichtlich ihre Identität wechseln (Turkle, 1999).

Für Experimente, die auf gültige Angaben zur Person angewiesen sind, kann auf Extranet-Lösungen zurückgegriffen werden. Allerdings ist auch auf diesem Wege keine zweifelsfreie Bestimmung wichtiger Kontrollvariablen wie Geschlecht oder Alter möglich. Zudem muss davon ausgegangen werden, dass eine aufwändige und genaue Überprüfung abschreckend wirkt. Sie wird sicherlich nur dann in Kauf genommen, wenn dafür eine Gegenleistung zu erwarten ist. Auf dieser Überlegung bauen sogenannte „Online-Panels“ auf, die „Versuchspersonen-Pools“ anlegen, um eine bezahlte Teilnahme an internetbasierten Untersuchungen möglich zu machen. Aufgrund der Bezahlung steigt vermutlich die Bereitschaft der Probanden, zuverlässig-

---

<sup>3</sup> Vgl. zu dieser Behauptung die Argumentationsketten von Bredenkamp (1980) und Westermann (2000). Es spricht also einiges dafür, dass die unter Psychologiestudenten immer wieder aufkeimende Vermutung, Studierende seien als Probanden ungeeignet, zumindest für die Prüfung grundlagenwissenschaftliche Fragestellungen nicht zutreffend ist.

sige und auch persönliche Auskünfte zu geben. Allerdings ergeben sich aus dieser Vorgehensweise andere methodische Schwierigkeiten, die beispielsweise in dem Überblicksartikel von Göritz (in Druck) dargestellt und besprochen werden.

Die gezielte oder böswillige Manipulation durch Insider oder Außenstehende ist für die Auswertung der Datensätze ein ernsthaftes Problem, gegen das nur schwer etwas unternommen werden kann. Vor einer manuellen Bearbeitung der *Logfiles* (Dateneinträge, die vom Webserver automatisch verwaltet werden) muss gewarnt werden. Ein manuelles *Screening* der Datensätze verursacht, wenn auch unbeabsichtigt, häufig einen Bias, der statistische Schlussfolgerungen in Frage stellt. Die Unterscheidung von gültigen und ungültigen Versuchsdurchgängen sollte immer durch maschinelle Algorithmen erledigt werden, die vor Beginn der Datenaufnahme festzulegen sind. Klauer, Musch und Naumer (2000) haben einen Ansatz für ein solches Verfahren veröffentlicht (Klauer, Musch & Naumer, 2000, Anhang A).

### 4.3.3 Interaktion von Versuchsleiter und Proband

Alle für webbasierte Experimente notwendigen Vorgänge müssen über ein Computerprogramm gesteuert werden. Dieses Programm muss unabhängig von bestimmten Hardwarekonfigurationen und unabhängig von Betriebssystemen funktionieren. Mit ihm ist exakt vorzuschreiben, wie sich die einzelnen Akte, aus denen sich ein Experiment konstituiert – Begrüßung, Zuweisung zu einer Versuchsbedingung, Instruktion, Darbietung des Versuchsmaterials, Erfassung und Speicherung der Reaktionen und schließlich die Aufklärung und möglicherweise Entlohnung des Probanden – zu einem gesamten Ereignis verbinden. Gelingt dies, läuft das Experiment sozusagen „vollautomatisiert“ ab.<sup>4</sup>

Traditionell zeichnet sich die experimentelle Methode dadurch aus, dass das Experiment als soziale Situation konzipiert wird, in der Versuchsleiter und Proband mit unterschiedlichen Rollenverteilung miteinander interagieren (Bredenkamp, 1980; Hager & Spies, 1991). Der Austausch zwischen beiden Akteuren ist zwar standardisiert, jedoch besteht die Kommunikation nicht nur darin, dass der Versuchsleiter die Versuchsinstruktion vorliest und der Proband unter den gesetzten Bedingungen reagiert. Der Versuchsleiter hat ein weites Spektrum an Handlungsmöglichkeiten, das situationsangemessen genutzt werden kann. Aus dieser Situation, die in der Experimentalmethodik unter der Überschrift „Sozialpsychologie des Experiments“ diskutiert wird, entsteht eine Reihe von Fehlerquellen. Diesen Fehlerquellen kann, wie Bredenkamp (1980) darstellt, durch versuchsplanerische Maßnahmen entgegen gewirkt werden (z.B. durch Einführung des Kontrollfaktors „Versuchsleiter“).

Die auf den ersten Blick verlockende Möglichkeit, die mit der sozialen Situation des Experiments verbundenen Fehlerquellen dadurch auszuschalten, dass der Versuchsablauf durchgängig automatisiert wird, hat einen gewichtigen Nachteil, der von Hager und Spies (1991) am Beispiel des Instruktionsverständnisses dargelegt wird.

---

<sup>4</sup> Der Proband kann nur an den im Programmablauf vorgesehenen Stellen eingreifen. Unter Umständen hat er die Möglichkeit, einzelne Programmschritte zu wiederholen; aber auch diese Verhaltensmöglichkeit muss im Vorhinein von dem Experimentator festgelegt werden; zufällige Beobachtungen finden nicht statt.

„Entgegen einem weit verbreitetem Missverständnis“, so schreiben die Autoren, „kommt es nämlich weniger darauf an, dass die Versuchsanweisung ‚physikalisch‘ (formal, sprachlich usw.) für die Probanden einer Versuchsbedingung identisch sind, als vielmehr darauf, dass die Versuchsinstruktion bei den Probanden in ein und derselben Versuchsbedingung psychisch das Gleiche bewirkt.“ (Hager & Spies, 1991, S. 26). Es kommt also darauf an, dass die Probanden das Gleiche verstehen, nachdem sie die Instruktion durchgelesen oder gehört haben. Deshalb ist es auch geboten, Fragen, die Probanden stellen, aus Gründen der „psychologischen Konstanthaltung“ (Hager & Spies, 1991, S. 26) zu beantworten.

Das Problem des Abwesenheit eines Versuchsleiters besteht darin, dass die für kommunikative Handlungen typischen Rückmeldeschleifen nicht mehr stattfinden. Dies hat nicht nur Konsequenzen für das Instruktionsverständnis, sondern führt zu einer anderen Situation bezüglich der Motivation der Probanden. Sie können nicht mehr durch den Versuchsleiter in eine positive Arbeitshaltung versetzt werden; erhöhte Abbruchraten sind daher zu erwarten, besonders dann, wenn es sich bei der Bearbeitung der Versuchsbedingungen um eher eintönige oder langwierige Tätigkeiten handelt. Aus der sozialen Situation des Experiments wird bei webbasierten Experimenten somit eine Mensch-Computer Interaktion, wie sie von Computerspielen oder dem Web-Surfen bekannt ist. Der Proband interagiert in der experimentellen Situation also mit „seiner Maschine“ und er wird diese Maschine natürlich als solche behandeln. Auch wenn es gelingt, das Computerprogramm so zu formulieren, dass es einigermaßen situationsangemessen reagieren kann, wird die soziale Kontrolle, die dadurch ausgeübt wird, nicht mit der Kontrolle eines physisch anwesenden Versuchsleiters vergleichbar sein. Dies hat selbstverständlich Folgen für den Ablauf der Experimente. Das Machtgefälle zwischen Versuchsleiter und Proband, das für die herkömmliche experimentelle Situation bestimmend ist, ist verschwunden. Die Situation ist nur noch beschränkt unter der Kontrolle des Experimentators.

Zur Verdeutlichung des Sachverhalts soll herausgestellt werden, dass die Einführung eines *teilweise* automatisierten Versuchsablaufes sicherlich nicht in Widerspruch zur herkömmlichen Experimentalmethodik steht. Als Kontrolltechnik wird sie sogar zur Minimierung und Kontrolle von Versuchsleitereffekten eingesetzt. Die Einführung eines *vollständig* automatisierten Versuchsablaufes und damit die Einführung eines „virtuellen Versuchsleiters“<sup>5</sup> bedeutet für die Experimentalmethodik hingegen eine Verschiebung, deren Auswirkung für die Gültigkeit experimenteller Untersuchungen noch weitgehend unerforscht ist.

Aus der fehlenden bzw. „vollautomatisch“ ablaufenden Interaktion von Versuchsleiter und Proband leitet sich eine wichtige Einschränkung webbasierter Experimente ab, da sie nur noch Fragestellungen zulassen, die dem Medium gerecht werden: die Aufgabenstellungen müssen unverbindlich sein, Vergnügen bereiten und möglichst schnell ausgeführt werden können. Die experimentelle Methode wird hier dem Medium Computer untergeordnet. Für grundlagenwissenschaftliche Forschungs-

---

<sup>5</sup> Der Begriff „virtuell“ bezeichnet etwas, das der Möglichkeit nach vorhanden ist und verweist damit auf Simulationen realweltlicher Gegebenheiten. Zur Beschreibung des nicht mehr anwesenden Versuchsleiters ist der Begriff angemessen, auch wenn der Versuchsleiter (noch) nicht in Gestalt eines „Avatars“ auftritt, sondern als imaginärer Autor der Instruktionen.



bemühungen, die sich ausschließlich webbasierter Experimente bedienen, hätte diese Anpassung an die medialen Gewohnheiten der Web-Benutzer die fatale Folge. Nicht mehr die inhaltliche Fragestellung würde die Untersuchungsmethode und damit die Untersuchungstechnik leiten, sondern die Untersuchungstechnik den untersuchten Inhalt.<sup>6</sup>

#### 4.3.4 Eingabe- und Ausgabegeräte

Welche technischen Einrichtungen können für webbasierte Experimente genutzt werden? Es sind zum einen Programme, die auf dem Experimentalserver laufen oder Programme, die vom Experimentalserver über das Netz verschickt werden, um dann auf dem Computer des Probanden ausgeführt zu werden. Zum anderen wird zur Ausgabe (z.B. Darstellung des Versuchsmaterials auf dem Bildschirm) und Eingabe während der Versuchsdurchführung (z.B. Mausklick zur Auswahl einer bestimmten Darstellung) nicht mehr laboreigene Hardware eingesetzt, sondern diejenige, über die der Rechner des Probanden zufällig verfügt.

Ist ein Experiment vom Einsatz spezieller Hard- und Software abhängig, die beispielsweise eine zuverlässige und hohe zeitliche Auflösung bei der Darstellung von Reizen oder der Erfassung von Reaktionen gewährleistet, kann das Experiment weder über Internet- noch über Extranet-Lösungen abgewickelt werden. Diese Unzulänglichkeiten schränken das Einsatzgebiet webbasierter Experimente wesentlich ein. Allerdings, die im Teil B aufgeführten Experimente sollen es demonstrieren, gibt es eine Reihe interessanter sozial- und kognitionspsychologischer Fragestellungen, deren experimentelle Untersuchung ohne den Einsatz spezieller Geräte und anspruchsvoller Software auskommt.

#### 4.3.5 Validität: Kontrolle der systematischen Fehler

Systematische Fehler liegen dann vor, wenn die UV mit mindestens einer Störvariablen unkontrolliert kovariiert. Um eine Konfundierung der UV zu vermeiden, muss eine zufällige Zuordnung der Probanden zu den Versuchsbedingungen vorgenommen werden. Eine solche *Randomisierung* ist das definierende Kriterium für psychologische Experimente (vgl. Westermann, 2000, S. 270). Die Randomisierung ist sozusagen die Grundvoraussetzung dafür, dass experimentelle Resultate *Validität* (Gültigkeit) beanspruchen können. Im Rahmen webbasierter Experimente kann das Verfahren der randomisierten Bedingungszuweisung – zumindest in technischer Hinsicht – problemlos gewährleistet werden.

Leider ist die Randomisierung auch die einzige Kontrolltechnik, die zur Verfügung steht, um den systematischen Fehler zu reduzieren. Die *Parallelisierung* der

---

<sup>6</sup> Für technologische Forschung deren Zielsetzung nicht Erkenntnisgewinn, sondern Effizienz- und Rationalitätssteigerung ist (Herrmann, 1993), sind webbasierte Untersuchungsstrategien unter Umständen angemessen. Hier ist die – für grundlagenwissenschaftliche Forschung eher nicht anzustrebende – Deckung von Forschungsmittel und Forschungsobjekt manchmal sogar unausweichlich. Bei der Untersuchung technologischer Fragen stellt sich das Problem der Repräsentativität übrigens neu. Sie kann nicht – wie in der Grundlagenforschung – durch Gelegenheitsstichproben gelöst werden.

Probanden ist nicht möglich, da zu diesem Zweck Angaben der Probanden ungeprüft übernommen werden müssten. Weiterhin sind die Kontrolltechniken *Konstanthaltung* und *Elimination* nicht anwendbar, da auf das apparative, räumliche und zeitliche Setting der Versuchsdurchführung kein Einfluss genommen werden kann. Auch auf *zusätzliche Kontrollfaktoren*, wie Alter, Geschlecht, Beruf oder Studienfach kann aus demselben Grund wie bei der Parallelisierung nicht zurückgegriffen werden. Bei webbasierten Experimenten im Extranet sind Parallelisierung und zusätzliche Kontrollfaktoren unter Vorbehalt möglich. Allerdings muss auch hier auf den Einsatz der Techniken zur Konstanthaltung und Elimination verzichtet werden. Um Effekte der UV zweifelsfrei nachweisen zu können, muss sich der Experimentator bei webbasierten Experimenten also auf die Wirksamkeit der Randomisierung verlassen. Dazu sind relativ umfangreiche Stichproben notwendig, denn nur *in the long run* kann der Einfluss unkontrollierbarer und unbekannter Störvariablen auf die UV zuverlässig ausgeglichen werden. Wie umfangreich diese Stichproben sein sollten, dazu gibt es bislang keinerlei Anhaltspunkte. Empirische Studien zu diesem Problem fehlen.

Ein besonderes Problem webbasierter Experimente besteht darin, dass es den Probanden mangels sozialer Kontrolle durch den Versuchsleiter leicht gemacht wird, den Versuch abzubrechen. Verteilt sich die Abbruchrate in gleichem Maße auf alle UV-Bedingungen, ist die Abbruchrate für die Validität der experimentellen Untersuchung unbedeutend. Verteilt sie sich hingegen ungleich, brechen Probanden also in einer Bedingung häufiger ab, kommt es für das Gelingen des Experiments zu einem Problem, das Reips (1997) „selektiver Drop-out“ nennt. Dieser Drop-out gefährdet die Gültigkeit der experimentellen Ergebnisse. Es tritt erwartungsgemäß genau dann auf, wenn die Versuchsbedingungen von den Probanden als unterschiedlich attraktiv wahrgenommen werden. Wenn es in einer Bedingung mehr Abbrecher als in einer anderen gibt, wird die zufällige Zuweisung zu den Bedingungen unterlaufen und damit die Vergleichbarkeit der Bedingungen zerstört. Das experimentelle Ergebnis ist nicht interpretierbar.

#### 4.3.6 Präzision: Kontrolle der zufälligen Fehler

Zufällige Fehler, auch unsystematische Varianz oder Fehlervarianz genannt, kommen durch alle möglichen Unterschiede zustande, die während des Experiments nicht ausdrücklich kontrolliert oder erfasst worden sind. Da bei webbasierten Experimenten als Kontrolltechnik nur die Randomisierung angewendet werden kann, um zu verhindern, dass Störvariablen mit der UV kovariieren, werden die zufälligen Fehler hier größer ausfallen als in Laborexperimenten, bei denen Konstanthaltung, Elimination oder andere Kontrolltechniken eingesetzt werden können. Beispielsweise lässt sich bei vielen Fragestellungen durch die Einführung der Kontrollfaktoren Geschlecht, Alter und Berufsgruppe häufig ein beträchtlicher Anteil der Varianz der AV aufklären. Dadurch wird die statistische Prüfung der Hypothesen bezüglich der UV mit einer höheren *Präzision* (Genauigkeit) möglich. Ein webbasiertes Experiment ist, so betrachtet, im Vergleich zu einem Laborexperiment die wesentlich „stumpfer“ Methode, um exakt formulierte Hypothesen zu prüfen.

Da die Fehlervarianz der AV bei der Berechnung der Effektgröße miteinbezogen wird, sind Effektgrößen, die im Labor gewonnen wurden nicht mehr direkt mit denjenigen webbasierter Experimente vergleichbar. Dadurch wird die Planung von Versuchsserien, die Labor- und webbasierte Experimente umfassen, erschwert.

Wenn die über ein webbasiertes Verfahren zu untersuchende Fragestellung einen relativ „kleinen Effekt“ (Cohen, 1988) der UV erwarten lässt, könnte der Fall eintreten, dass dieser kleine Effekt im Rauschen der irrelevanten Störeffekte schwer erkennbar ist. Wenn der Effekt der interessierenden UV klein und der Effekt zufälliger Fehler groß ist, kann das beobachtete Ergebnis in Einzelfällen sogar im Widerspruch zum faktischen Effekt der UV auf die AV stehen (Erdfelder, 1996, S. 166). Diese Überlegungen haben zur Folge, dass es eher nicht zu empfehlen ist, den Versuch zu unternehmen, kleine Effekte mittels webbasierter Experimente zuverlässig abzuschern. Dies gilt unabhängig davon, wie umfangreich die erhobenen Stichproben sind.

#### 4.4 Potenziale webbasierter Experimente

Die Standardisierung der Computernetzwerke auf Basis des Internetprotokolls eröffnet viele und sehr unterschiedliche Möglichkeiten für die experimentelle Psychologie. Letztendlich ist dies kein Wunder, denn ein Experimentalpsychologe war maßgeblich an dieser Entwicklung beteiligt. Mehr oder weniger zufällig entdeckte er 1953, wie effizient sich seine psychoakustischen Experimente mit interaktiven Computer durchführen ließen. Sein Name ist unter Psychologen in Vergessenheit geraten, weil er seine angestammte Leidenschaft – Experimente – zugunsten seiner neuen Leidenschaft – Computer – aufgab. Trotzdem sei sein Name genannt: J.C.R. Licklider. Licklider war einer der wichtigen Männer im Hintergrund der in den fünfziger Jahren entstandenen Computerwissenschaft; viele sagen, er wäre einer ihrer Begründer. Ohne seine Träume und Visionen würde das Internet in der heutigen Form nicht existieren (Chamberlin, 2000<sup>7</sup>; Waldrop, 2000<sup>8</sup>). Zur Überprüfung dieser Behauptung sollte man den Artikel „*The computer as a communication device*“ lesen, den er in Zusammenarbeit mit Robert Taylor, ebenfalls ein ausgebildeter Experimentalpsychologe, geschrieben hat (Licklider & Taylor, 1968)<sup>9</sup>. Dieser Artikel ist vermutlich eines der einflussreichsten Werke für die Entwicklung des Internet, sozusagen dessen *blueprint*.

Die Geschichte des Internet lehrt uns, dass Techniken zu bestimmten Zeiten neue Möglichkeiten eröffnen, die genutzt oder fallengelassen werden können. „Es braucht Menschen, eine soziale Bewegung und Veränderungswillen, um diese Möglichkeiten zu erschließen“ (Schelhowe, 2001)<sup>10</sup>. Die Zusammenführung von Internet und experimenteller Forschung eröffnet gerade dann, wenn die offensichtlichen Probleme als gemeinsame Herausforderung angenommen werden, vielversprechende Potenziale. Dies birgt natürlich das Risiko, dass einige Versuche scheitern werden, weil der

<sup>7</sup> <http://www.apa.org/monitor/apr00/licklider.htm>

<sup>8</sup> <http://www.techreview.com/articles/jan00/waldrop.htm>

<sup>9</sup> <http://www.memex.org/licklider.html>

<sup>10</sup> <http://waste.informatik.hu-berlin.de/Schelhowe/Erfurt>

Leistungsfähigkeit von Internettechnologie in *instrumenteller* Hinsicht Grenzen gesetzt sind. Dies kann sich durch die Weiterentwicklung von Hard- und Software ändern, aber Internettechnologie wird immer in erster Linie *mediale* Qualitäten entfalten. Gerade aus diesem Grund ist der von Hildebrandt (in diesem Band) zur Diskussion gestellte Ansatz zu „Polyzentrischen Experimenten“ so wertvoll.

Das größte Leistungsvermögen webbasierter Experimente steckt zweifellos in den potenziell großen Stichproben. Diese Möglichkeit sollte zunächst für Vergleiche zwischen unterschiedlichen Untersuchungskontexten wie Labor, Extranet- und Internet genutzt werden, um Hintergrundinformation zur Wirksamkeit der unterschiedlichen experimentellen Kontrolltechniken zu gewinnen. Diese Arbeit ist sicherlich nicht von einigen wenigen Forschern zu leisten, sondern sollte als Gemeinschaftsaufgabe aller an webbasierten Experimenten Interessierten verstanden werden. Diese „Konvergenzstudien“ müssen nicht allein methodisch ausgerichtet sein, da eine Verbindung inhaltlicher *und* methodischer Forschungsinteressen durchaus denkbar ist.

Empfohlen wird, insbesondere für Arbeiten im Rahmen des Experimentalpsychologischen Praktikums, zunächst auf einen theoretisch verstandenen und experimentell bewährten Effekt zurückzugreifen und dessen Anwendbarkeit über webbasierte Experimente über unterschiedlichen Netz-Lösungen sukzessive auszutesten. Von experimentellen Untersuchungen mit innovativem Anspruch ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt aus unserer Sicht eher abzuraten. Dazu ist zu wenig über die Validität und Präzision webbasierter Experimente bekannt. Soll trotzdem eine innovative Fragestellung verfolgt werden, empfiehlt es sich, das Vorgehen von Klauer, Musch und Naumann (2000) zu übernehmen. Sie untersuchten Fragestellungen zunächst unter Laborbedingungen, um anschließend die im Labor erzielten Ergebnisse über webbasierte Experimente zu replizieren.

Wenn experimentelle Ergebnisse miteinander in Beziehung gesetzt werden sollen, die in unterschiedlichen Kontexten erhoben wurden (z.B. Labor-, Internet-, Extranet- oder Internet-Bedingungen), ist es zu empfehlen, eine von der *American Psychological Association* (APA; Wilkinson & Task Force on Statistical Inference, 1999) vorgeschlagene Vorgehensweise zu wählen. Bei diesem Verfahren geht es darum, die Versuchsplanung auf erwartete Effektgrößen auszurichten, damit signifikante Ergebnisse nicht nur als statistisch, sondern vor allem als praktisch bedeutsam erkannt werden können. Die Teststärke und der  $\alpha$ -Fehler müssen hierzu *vor* der Untersuchung festgelegt werden. Sind diese drei Werte gegeben, ergibt sich der Umfang der zu erhebenden Stichprobe quasi automatisch, d.h. er kann in den Tabellen von Cohen (1988) nachgeschlagen werden. Die Anzahl der Probanden pro Versuchsbedingung wird also nicht konventionell oder „gefühlsmäßig“ festgelegt, sondern nach rationalen Kriterien. Sedlmeier (in diesem Band) und Westermann (2000) beschreiben dieses Verfahren, das auf dem *Neyman-Pearson-Ansatz* zum Testen statistischer Hypothesen aufsetzt, in allen Einzelheiten. Webbasierte Experimente bieten eine vortreffliche Gelegenheit zur Realisierung dieser rationalen Versuchsplanung, da sie bei allen Nachteilen gegenüber kontrollierten Laborexperimenten etwas gewährleisten können, was über Laborexperimente weniger effizient zu realisieren ist: potenziell große Stichproben.

## Literatur

- Bredenkamp, J. (1980). *Theorie und Planung psychologischer Experimente*. Darmstadt: Steinkopff.
- Chamberlin, J. (2000). Psychologist's work and dreams led to the rise of the Internet. *APA Monitor on Psychology*, 31, 10.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Edwards, P.N. (1996). *The closed world. Computers and the politics of discourse in cold war America*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Erdfelder, E. (1996). Experiment. In G. Strube (Hrsg.), *Wörterbuch der Kognitionswissenschaft* (S. 164-169). Stuttgart: Klett-Cotta.
- Gigerenzer, G. (1993). Über den mechanischen Umgang mit statistischen Methoden. In E. Roth (Hrsg.), *Sozialwissenschaftliche Methoden. Lehr- und Handbuch für Forschung und Praxis* (3. überarbeitete und erweiterte Aufl., S. 607-618). München: Oldenbourg.
- Göritz, A. S. (in Druck). Online-Panels. In A. Theobald, M. Dreyer & T. Starsetzki (Hrsg.), *Online-Marktforschung - Beiträge aus Wissenschaft und Praxis*. Wiesbaden: Gabler.
- Hager, W. & Spies, K. (1991). *Versuchsdurchführung und Versuchsbericht*. Göttingen: Hogrefe.
- Herrmann, T. (1993). Methoden als Problemlösungsmittel. In E. Roth (Hrsg.), *Sozialwissenschaftliche Methoden. Lehr- und Handbuch für Forschung und Praxis* (3. überarbeitete und erweiterte Aufl., S. 21- 48). München: Oldenbourg.
- Klauer, K.C., Musch, J. & Naumer, B. (2000). On belief bias in syllogistic reasoning. *Psychological Review*, 107, 852-884.
- Krantz, J.H. & Dalal, R. (2000). Validity of web-based psychological research. In M.H. Birnbaum (Ed.), *Psychological experiments on the Internet* (pp. 35-60). San Diego, CA: Academic Press.
- Licklider, J.C.R. & Taylor, R.W. (1968). The computer as a communication device. *Science and Technology*, April, 21-31.
- Musch, J. & Reips, U.-D. (2000). A brief history of web experimenting. In M.H. Birnbaum (Ed.), *Psychological experiments on the Internet* (pp. 61-87). San Diego, CA: Academic Press.
- Reips, U.-D. (1997). Das psychologische Experimentieren im Internet (S. 245-265). In B. Batinic (Hrsg.), *Internet für Psychologen*. Göttingen: Hogrefe.
- Reips, U.-D. (1998). Web-Experiment. In H. Häcker & K. H. Stapf (Hrsg.), *Dorsch Psychologisches Wörterbuch* (13. überarbeitete und erweiterte Aufl., S. 943-944). Bern: Huber.
- Schelhowe, H. (2001). Lerngemeinschaften fördern - Wissen strukturieren. Digitale Medien und die Rolle der Universitäten. In Universität Erfurt & Heinrich Böll Stiftung (Hrsg.), *Universitäten in der Wissensgesellschaft: Wandel der Universität durch die Neuen Medien* (Erfurter Universitätsreden 1999/2000). München: Iudicium.
- Tanenbaum, A.S. (2000). *Computernetzwerke* (3. Aufl.). New York: Prentice-Hall.

- Turkle, S. (1999). *Leben im Netz. Identitäten in Zeiten des Internet*. Reinbek: Rowohlt.
- Waldrop, M.M. (2000). Computing's Johnny Appleseed. *Technology Review*, 103, 66-71.
- Westermann, R. (2000). *Wissenschaftstheorie und Experimentalmethodik. Ein Lehrbuch zur Psychologischen Methodenlehre*. Göttingen: Hogrefe.
- Wilkinson, L. & Task Force on Statistical Inference (1999). Statistical methods in psychology journals: Guidelines and explanations. *American Psychologist*, 54, 594-604.