

# e-voting2006.at – ein elektronischer Wahltest mit zweistufigem Verfahren

Martin Fleischhacker, Alexander Prosser

Wiener Zeitung GmbH  
Wiedner Gürtel 10, 1040 Wien  
m.fleischhacker@wienerzeitung.at

Department Informationsverarbeitung und Prozessmanagement  
Augasse 2–6, 1090 Wien  
alexander.prosser@wu-wien.ac.at

**Schlagnworte:** e-Voting, Wahltest, Usability

**Abstract:** Für die Realisierung internetbasierter Wahlen stehen mehrere Verfahren zur Verfügung, ua eine Klasse von „zweistufigen“ Verfahren, bei denen Identifizierung des Wählers und Stimmabgabe technisch getrennt sind und daher zwei Interaktionen erfordern. Dieser Beitrag berichtet über die Erfahrungen mit einem solchen Wahlsystem, die bei einem Test 2006 gemacht wurden.

## 1. Einleitung

Auch für die Stimmabgabe über das Internet, und in diesem Sinne sei der Begriff *e-voting* in diesem Beitrag verwendet, gelten die Wahlrechtsgrundsätze, insbesondere das Stimmgeheimnis. Dieses kann vom Ablauf her in zwei mehr detaillierte Anforderungen gegliedert werden: (i) die Wahrung des Stimmgeheimnisses im Akt der Auswahlhandlung und (ii) die dauerhafte Anonymisierung der Stimme ab ihrer Übergabe an das elektronische System. Der erste Punkt ist bei jeder Form der Distanzwahl ein Problem (auch bei der Briefwahl) und keine speziell dem e-Voting zuzurechnende Frage. Dennoch kann ein e-Voting-Verfahren zur deutlichen Verminderung unzulässiger Beeinflussung des Wählers<sup>1</sup> beitragen, beispielsweise indem es die mehrfache Stimmabgabe vorsieht, wobei die jüngere Stimme die

---

<sup>1</sup> Der leichteren Lesbarkeit wegen wird bei geschlechtsspezifischen Begriffen generell die männliche Form verwendet, gemeint sind selbstverständlich beide Geschlechter.

ältere ersetzt. Ab Absenden der Stimme über das e-Voting-System hingegen ist es Aufgabe des Systems, ein Zusammenführen von Wähler und Stimme zu verhindern. Hierbei besteht eine klare Zielantinomie zur eindeutigen Identifikation des Wählers und der Nichtmanipulation der Wahl, da diese beiden Punkte einen möglichst klaren „Audit Trail“ verlangen. Die Qualität eines e-Voting-Systems kann daher auch daran beurteilt werden, wie diese Zielantinomie gelöst wird, vor allem, ob eine technische Garantie für die Anonymität der übermittelten Stimme abgegeben werden kann, ie, ob – wenn überhaupt – nur mithilfe des Wählers selbst herausgefunden werden kann, wie abgestimmt wurde. Bietet ein Verfahren keine solche technische Garantie, so bleiben nur organisatorische Absicherungen, wie Strafbestimmungen, besonders vereidigtes Personal zur Administration des Wahlsystems etc

Ein anerkannter Weg, dies technisch sicherzustellen, ist ein zweistufiges Verfahren, wie es von Prosser und Müller-Török vorgeschlagen wurde.<sup>2</sup> Dabei werden Identifikation (anonyme) Stimmabgabe technisch vollkommen getrennt, für den Wähler bedeutet dies, dass zwei Handlungen notwendig sind: die Beantragung eines elektronischen Wahltokens („elektronische Wahlkarte“) und der Einsatz dieses Wahltokens, um eine Stimme abzugeben, wobei pro Token natürlich nur eine Stimme abgegeben werden kann. Jenseits der technischen Realisierung stellt ein solches Verfahren einige schwerwiegende Fragen im Bereich Benutzerführung auf:

- Was geschieht im Falle des Verlusts eines Tokens?
- Wie wird missbräuchliche Verwendung des Tokens verhindert?
- Wie handhaben unerfahrene Wähler/Benutzer das Token?

Dies anhand eines praktischen Einsatzes zu erforschen, war Hauptaufgabe des Wahltests e-voting2006.at, der gemeinsam von Wiener Zeitung und Wirtschaftsuniversität Wien durchgeführt wurde, wobei die Registrierung mit Lösen eines Wahltokens vom 25. 9. 0:00 bis 11. 10. 24:00 möglich war, die Stimmabgabe vom 12. 10. 0:00 bis 14. 10. 17:00.<sup>3</sup> Unmittelbar danach wurde die elektronische Urne geöffnet und das Ergebnis ermittelt. Zielgruppe waren im Ausland lebende Österreicher, abgefragt wurden Präferenzen zu verschiedenen Innovationen im Wahlrecht für diese Zielgruppe

---

2 Prosser, A., Müller-Török, R.: E-Democracy – Eine neue Qualität im demokratischen Entscheidungsprozess; *Wirtschaftsinformatik* 2002(6), 545–556.

3 Eine detaillierte technische Darstellung des Wahlprozesses findet sich in: Prosser, A., Steininger, R.: e-voting2006.at – An Electronic Voting Test Among Austrians Abroad; Institut für Informationsverarbeitung und Informationswirtschaft, Wirtschaftsuniversität Wien, 2006 (auch verfügbar unter <http://e-voting.at>).

(Abb 1). Da es sich um einen inoffiziellen Test handelte, basierte die Teilnahme auf Selbstregistrierung der Teilnehmer.

## 2. Der Wahltest

Der Fokus des Tests war es, die Usability des Systems bzw eines zweistufigen Verfahrens abzutesten. Zum Einsatz kam ein an der WU Wien vollkommen neu entwickelter Prototyp, der im Gegensatz zu den bei früheren Tests zum Einsatz gebrachten Prototypen<sup>4</sup> folgende Neuerungen im Bereich der Benutzerführung brachte:

(i) Eine optionale Wiederherstellungsfunktion für das Token (Recoveryfunktion), die es dem Wähler ermöglicht, sein Wahltoken nicht nur lokal, sondern auch am Wahlserver zu hinterlegen. Im Falle des Verlusts des Wahltokens würde dieses vom Helpdesk per E-Mail zugesandt werden. Die Gefahr einer missbräuchlichen Verwendung war dabei nicht gegeben, da das Tokenfile dezentral mit einem nur dem Wähler bekannten Passwort verschlüsselt wird.

(ii) Im Gegensatz zu den früheren Tests wurde nicht nur eine Liste von Hauptoptionen, sondern zu jeder Haupt- auch Suboptionen angeboten (s. Abb 1).

(iii) Die bislang von der WU Wien durchgeführten Wahltests wurden unter Studenten durchgeführt; dieser Versuch wandte sich an eine allgemeine Zielgruppe. Daher wurde eine umfangreiche Hilfeumgebung eingerichtet, die den Benutzer so weit wie möglich durch das System führen sollte.

Feedback bezüglich der Usability wurde über ein Usability Lab vor der Inbetriebnahme und einen Fragebogen nach Beendigung der Stimmabgabe ermittelt, außerdem wurden die Helpdesk Calls während des Tests ausgewertet. Das Usability Lab wurde mit 16 Testpersonen durchgeführt, wobei überproportional ältere Jahrgänge als Testpersonen dienten (s. Abb 2). Außer einer kurzen Einführung in die Aufgabenstellung gab es keine Inter-

---

4 Prosser, A., Kofler, R., Krimmer, R.: Deploying Electronic Democracy for Public Corporations; LNCS 2739, 234–239.

Prosser, A., Kofler, R., Krimmer, R., Unger, M.K.: e-Voting Wahltest zur Bundespräsidentenschaftswahl 2004; Institut für Informationsverarbeitung und Informationswirtschaft, Wirtschaftsuniversität Wien, 2004.

aktion zwischen dem Beobachter und den Testpersonen. Am Wahltest selbst nahmen 293 Personen teil, 19 Helpdesk-Anfragen wurden registriert, wobei während der Registrierungsphase e-Mail-Support, während der Stimmabgabe zusätzlich Telefonsupport zur Verfügung stand. 114 Teilnehmer füllten den Fragebogen nach der Stimmabgabe aus, wobei allerdings auf eine statistische Unschärfe hingewiesen sei, denn nur Personen, die den Registrierungs- und Stimmabgabeprozess vollständig durchführten, erhielten die Gelegenheit, den Fragebogen auszufüllen. Allerdings zeigte sich im Usability Lab, dass alle Testpersonen trotz punktueller Schwierigkeiten (die auch zu Änderungen am zum Einsatz kommenden System führten) letztlich selbstständig in der Lage waren, eine Stimme abzugeben. Die Webseite <http://e-voting2006.at> steht nach wie vor mit den Ergebnissen des Tests zur Verfügung.

In den folgenden Abschnitten werden die einzelnen Usability-Aspekte diskutiert und die empirisch im Test gesammelten Daten vorgestellt.

The screenshot shows a web-based voting ballot titled "STIMMZETTEL". At the top, there is a "Screenshot" button. The main heading is "STIMMZETTEL". Below it, the text reads: "Welche der folgenden Änderungen im Wahlrecht ist Ihnen am wichtigsten? Bitte wählen Sie eine Hauptoption (erste Spalte) und, wenn gewünscht, eine dazugehörige Unterauswahl:". The ballot contains several radio button options arranged in two columns. The first column options are: "Briefwahl im Inland", "Briefwahl im Ausland ohne österreichische Zeugen", "Elektronische Stimmabgabe", "Die Stimmabgabe im Inland vor dem Wahltag", and "Keine davon". The second column options are: "Auf Antrag", "Automatische Zusendung von Briefwahlunterlagen", "Mit jeglichem/r EU-BürgerIn als Zeugen", "Ohne Zeugen", "In der österreichischen Botschaft/Konsulat", "Über das Internet", "Per Briefwahl", and "Per Wahlkarte in bestimmten Wahllokalen". At the bottom of the form, there are two buttons: "OK" and "ABBRUCH".

Abbildung 1: Stimmzettel des Wahltests

Age	%	Education	%	Gender	%
15-19	0%	Compulsory school	13%	Women	56%
20-29	19%	Apprenticeship	38%	Men	44%
30-39	6%	Vocational school	0%		
40-49	13%	Secondary school	31%		
50-59	56%	University	19%		
>60	6%				

Abbildung 2: Demographische Merkmale der Personen im Usability Lab

### 3. Resultate

#### 3.1 Recoveryfunktion

Die Option auf Hinterlegung des verschlüsselten Wahltokens war standardmäßig ausgewählt, und eine der Fragen des Tests war, ob diese Funktion verstanden und angenommen würde. Nach einigen Korrekturen infolge des Usability Labs (s. dazu den folgenden Abschnitt) scheint die Funktion von den Nutzern verstanden worden zu sein, jedenfalls ergaben sich keine Anfragen beim Helpdesk während des Tests. 153 der 293 Teilnehmer nutzten diese Option. Zwei Teilnehmer nutzten auch die Recoveryfunktion, da sie ihr Tokenfile verloren hatten. Bei zwei Teilnehmern war nicht klar, ob das Passwort vergessen wurde oder das Tokenfile korrumpiert war und sich daher das Wahltoken nicht wiederherstellen ließ. Da in beiden Fällen die Recoveryoption gewählt worden war, wurde den Nutzern das Tokenfile ebenfalls zugesandt.

Dies lässt darauf schließen, dass eine solche Wiederherstellungsfunktion einem realen Bedarf der Nutzer entgegenkommt. Hier zeigt sich übrigens ein wesentlicher Mehrwert von e-Voting gegenüber der Briefwahl, da im papierbasierten System ein Verlust der Briefwahlunterlagen gleichbedeutend mit dem de facto-Ausschluss von der Stimmabgabe ist.

#### 3.2 Hilfeinformation

Bereits im Usability Lab zeigte sich, dass nur wenige Benutzer die Hilfeinformation nutzen. Von den 16 Testpersonen betrachteten 10 nur kurz die Hilfe zur Registrierung (5 Personen zur Stimmabgabe), 6 Personen nutzen sie überhaupt nicht (10 bei der Stimmabgabe), niemand im Falle der Regis-

trierung (1 Person bei der Stimmabgabe) nahm sich die Zeit, die Hilfe bzw technische Hintergrundinformation tatsächlich durchzugehen.

Ein ähnliches Bild ergab sich bei der Befragung der Teilnehmer am Wahltest am Ende der Stimmabgabe: 58 % gaben an, die Hilfeseiten nicht benutzt zu haben, 42 % benutzten sie, allerdings wurde das Ausmaß der Nutzung nicht abgefragt.

Die Schlussfolgerung daraus ist, dass umfangreiche Hilfe- und Hintergrundinformation zwar ein „Muss“ für ein derartiges System darstellen, dass aber Hilfeinformation „vor Ort“, also unmittelbar bei der betreffenden Funktion oder Auswahl angeboten werden muss. Ein Beispiel dafür war die Recoveryfunktion. Diese wurde in den Hilfeinformationen ausführlich erklärt, wurde aber im Usability Lab von 4 Personen nicht verstanden (s. weiter oben). Als Reaktion auf das Usability Lab wurde daher mehr Information an der betreffenden Stelle selbst platziert.

Diese Vorgangsweise stößt aber auf technische und vermutlich auch rechtliche Grenzen. Einerseits soll ja der Wähler im Wahlakt möglichst nicht abgelenkt werden, was bedeutet, dass verlinkte Information nur sehr begrenzt angeboten werden kann. Außerdem sind Zusatzinformationen auch ein potentielles Sicherheitsrisiko bzw kann das Verfolgen von Links aus der e-Voting Applikation zu einem ungewollten Abbruch der Wahl- bzw Registrierungshandlung des Wählers führen. In jedem Fall stellt die Benutzerführung unter diesen Rahmenbedingungen eine ernst zu nehmende Herausforderung dar.

### 3.3 Handhabung des Tokenfiles

Am Ende des Registrierungsprozesses wurde ein Tokenfile anhand eines vorab spezifizierten Dateinamens (Standard File Dialog) und Passwortes verschlüsselt und gespeichert. Bei gewählter Recoveryoption wurde das File zusätzlich an den Wahlserver gesandt.

Bemerkenswert in diesem Zusammenhang scheint, dass keine der Testpersonen Schwierigkeiten mit den File Dialogen zum Speichern und nur eine Testperson mit dem Einlesen (genauer: dem Wiederfinden) des Tokenfiles hatte. Auch im Helpdesk wurde keine einzige derartige Anfrage registriert.

Eine Schwierigkeit dürfte das „Wording“ bezüglich des Tokenfiles bereitet haben. In Analogie zum papierbasierten System wurde es nämlich als „elektronische Wahlkarte“ bezeichnet, was dazu führte, dass einige Benutzer versuchten die Wahlkarte wie ein Textdokument zu öffnen, offenbar in

der Erwartung eine graphische Repräsentation einer Wahlkarte vorzufinden. Dies gelang natürlich nicht – das Tokenfile ist eine von AES 256<sup>5</sup> erzeugte hexadezimale Zeichenkette. 4 der 19 Helpdesk-Anfragen bezogen sich auf dieses Problem. Hier muss in Zukunft die Natur des Tokens klarer kommuniziert werden.

4 der Testpersonen im Usability Lab hatten Probleme mit der Eingabe des Passwortes zum Entschlüsseln. Das grundlegende Problem an dieser Stelle ist, dass nicht erkannt werden kann, ob das Tokenfile deshalb nicht zu einem formal gültigen Token wiederhergestellt werden kann, weil das Passwort falsch oder weil das Tokenfile beschädigt ist oder gar versucht wird, die falsche Datei einzulesen. Auch kann keine Wiederherstellungsfunktion für das Passwort zur Verfügung gestellt werden, da eben nur der Berechtigte – und niemand sonst – die Möglichkeit haben soll, das Tokenfile zu entschlüsseln und für die Stimmabgabe einzusetzen. Nur so kann zuverlässlich verhindert werden, dass durch missbräuchliche Verwendung des Tokens eine Stimme de facto gestohlen wird.

### 3.4 Suboptionen am Stimmzettel

Eine – auch international gesehen – Besonderheit dieses Tests war die Möglichkeit zur Angabe von Suboptionen. Damit wurde ein mehrstufiges Auswahlverfahren, in etwa einem Präferenzwahlschema entsprechend, abgebildet. Eine Frage bei diesem Test war daher, wie die Teilnehmer mit dieser Mehrstufigkeit umgehen würden.

4 von 16 Testpersonen im Usability Lab hatten Probleme bei der Auswahl und zwar ausnahmslos indem versucht wurde, Suboptionen zu markieren, die nicht der gewählten Hauptoption entsprachen. Hier bewährte sich eine kontextsensitive Benutzeroberfläche, denn eine solche Auswahl war technisch von der Benutzersteuerung her nicht möglich. Letztlich schien jede der Testpersonen die Logik des Stimmzettels zu erkennen und gab eine korrekte Stimme ab.

Als Reaktion auf die Erfahrungen des Helpdesk wurde die Benutzerinformation am elektronischen Stimmzettel überarbeitet. Keine einzige Helpdesk-Anfrage wurde diesbezüglich registriert.

---

5 National Institute of Standards and Technology: FIPS 197: Advanced Encryption Standard (AES); Washington, 2001.

### 3.5 Generelle Usability und Akzeptanz eines zweistufigen Verfahrens

Im Fragebogen nach erfolgreicher Stimmabgabe wurde abgefragt, wie leicht Registrierung bzw Stimmabgabe zu benutzen waren. Bewertet wurde dies auf der üblichen fünfteiligen Likert Skala, wobei „1“ vollständige Zustimmung und „5“ vollständige Ablehnung der Aussage bedeutet (s. Abb 3). 85 % bzw 83 % der Antwortenden meinten, dass die Registrierung bzw die Stimmabgabe sehr leicht oder leicht verwendbar war.

90 % der Antwortenden sind bereit ein zweistufiges System zu akzeptieren, falls dies für die Sicherung des Stimmgeheimnisses nötig ist. Dies ist ein wichtiges Resultat, denn oft werden einstufige Verfahren, die die Einhaltung des Stimmgeheimnisses technisch nicht sicherstellen können, damit begründet, dass Wähler nicht bereit seien, zweistufige Verfahren zu akzeptieren, da diese zu wenig „komfortabel“ seien. Dieses Umfrageergebnis zeigt in eine andere Richtung.

Fragen	1	2	3	4	5	Sum
Die Registrierung für den e-Voting Test war einfach zu benutzen.	51 45%	46 40%	10 9%	5 4%	2 2%	114 100%
Die Stimmabgabe war einfach zu benutzen.	62 54%	33 29%	12 11%	6 5%	1 1%	114 100%
Zwei Schritte sind nötig, um eine Stimme abzugeben, Registrierung und Stimmabgabe. Ich bin bereit dies zu akzeptieren, wenn dies für die Sicherung des Stimmgeheimnisses nötig ist.	94 82%	9 8%	4 4%	3 3%	4 4%	114 100%
Ich vertraue dem System, dass es meine Stimme korrekt wertet und mein Stimmgeheimnis schützt.	48 42%	30 26%	22 19%	9 8%	5 4%	114 100%
	<b>Yes</b>	<b>No</b>	<b>Sum</b>			
Ich habe die Hilfeseiten und die Information über die Funktionsweise des Systems genutzt.	48 42%	66 58%	114 100%			

Abbildung 3: Ergebnisse des Fragebogens

Nicht im Fokus dieses Beitrages, aber ein wesentliches Ergebnis sind die Antworten zur Frage nach dem Vertrauen der Teilnehmer in das System. Zwar drückte die überwiegende Mehrheit von 68 % Vertrauen in das System aus, allerdings zeigten immerhin 12 % wenig bis kein Vertrauen in das System. Dies ist ein klarer Hinweis, dass maximale Transparenz und öffentliche Diskussion über das Thema e-Voting und dabei verwendete Sicherheitstechniken angebracht sind. Nur durch eine offene Kommunikation kann dabei langfristig Vertrauen aufgebaut werden.

#### **4. Weitere Arbeiten**

Der Test hat gezeigt, dass zweistufige Verfahren grundsätzlich akzeptiert werden und dass das damit verbundenen Handling von Tokenfile und Passwort auch für eine allgemeine Zielgruppe mit durchschnittlichen Internetfähigkeiten verständlich und ohne größere Schwierigkeiten handhabbar ist. Die erstmals eingesetzte Recoveryfunktion erwies sich sowohl in der Verwendung als auch dem Verständnis durch die Benutzer als Erfolg. In Summe konnten wertvolle Hinweise für die Entwicklung kommender e-Voting-Systeme gewonnen werden.