



Nachvollziehbarkeit und Verifizierbarkeit von Online-Wahlen an Hochschulen

Bachelorarbeit von

Adrian Keller

an der KIT-Fakultät für Informatik
Institut für Informations- und Wirtschaftsrecht (IIWR)
Institut für Informationssicherheit und Verlässlichkeit (KASTEL)

Erstgutachterin: T.T.-Prof. Dr. iur. Frederike Zufall
Zweitgutachter: Prof. Dr. Bernhard Beckert
Betreuer Mitarbeiter: Dr. Michael Kirsten
Zweiter betreuender Mitarbeiter: Paul Friedl, LL.M.

23. November 2023 – 25. März 2024

Karlsruher Institut für Technologie
KIT-Fakultät für Informatik
Postfach 6980
76128 Karlsruhe

Wahlen allein machen noch keine Demokratie.
Barack Obama, 44. Präsident der USA

Ich versichere wahrheitsgemäß, die Arbeit selbstständig verfasst, alle benutzten Hilfsmittel vollständig und genau angegeben und alles kenntlich gemacht zu haben, was aus Arbeiten anderer unverändert oder mit Änderungen entnommen wurde, sowie die Satzung des KIT zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis beachtet zu haben.

Karlsruhe, 25. März 2024

.....
(Adrian Keller)

Zusammenfassung

Online-Wahlen spielen bei der Durchführung von Wahlen eine zunehmende Rolle als Alternative zu Urnenwahlen und Briefwahlen. Weltweit werden sie bei vielen Parlamentswahlen eingesetzt, in Deutschland ist das rechtlich nicht möglich, allerdings kommen sie die letzten Jahre häufiger bei Wahlen an Hochschulen zum Einsatz.

In dieser interdisziplinären Bachelorarbeit werden Online-Wahlen rechtlich und technisch betrachtet. Dabei werden technische und rechtliche Perspektiven miteinander verbunden. Die rechtlichen Anforderungen und bestehende technische Lösungen werden analysiert und bewertet. Für eine bessere Verzahnung von Recht und Informatik wird eine neue Methodik vorgeschlagen und angewandt. Um einen Bezug zur Praxis an den Hochschulen herzustellen, werden bestehende Software-Lösungen beschrieben und bewertet. Außerdem wurden Anfragen an Hochschulen und Studierendenschaften gestellt, um die Verbreitung von Online-Wahlen und bestehender Online-Wahl-Systeme sowie den Einfluss von Online-Wahlen auf die Wahlbeteiligung und die Kosten der Wahldurchführung zu bewerten.

Der Fokus der Arbeit liegt auf der Nachvollziehbarkeit und Verifizierbarkeit von Wahlen als Teil des Grundsatzes der Öffentlichkeit der Wahl. Um eine Gesamtbetrachtung zu ermöglichen, ist allerdings auch die Betrachtung der übrigen Wahlgrundsätze erforderlich. Diese Arbeit beschränkt sich außerdem auf die rechtlichen Rahmenbedingungen für Wahlen an Hochschulen in Deutschland.

Die Bachelorarbeit zeigt, dass die rechtlichen Anforderungen an Online-Wahlen sehr komplex sind und zum Teil zu Widersprüchen führen. Die erforschten technischen Lösungen für diese schwer erfüllbaren Anforderungen sind nach aktuellem Stand auf einem hohen Sicherheitsniveau. Die Umsetzung dieser Lösungen in Software ist jedoch noch ausbaufähig. Eine große Schwierigkeit bleiben systemimmanente Probleme von Online-Wahlen, die nicht an sich gelöst werden können. Es können nur die daraus folgenden Einschränkungen von Wahlgrundsätzen begrenzt werden. Die größte Schwierigkeit von Online-Wahlen bleibt, die komplexe Technik und damit auch die Wahlergebnisse für Laien nachvollziehbar zu machen. Die Anfragen an Hochschulen und Studierendenschaften haben ergeben, dass eine dauerhafte Erhöhung der Wahlbeteiligung durch Online-Wahlen im Allgemeinen nicht eintritt und eine Reduktion von Kosten stark von der jeweiligen Organisation abhängt.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	vii
1. Einleitung	1
1.1. Thematische Einleitung	1
1.2. Zielsetzung der Arbeit	2
2. Methodik	3
3. Rechtlicher Rahmen	5
3.1. Rechtsgrundlage zur Durchführung von (Online-)Wahlen an Hochschulen	5
3.2. Bedeutung der Wahlgrundsätze im Kontext von Online-Wahlen	8
3.2.1. Allgemeinheit der Wahl	8
3.2.2. Gleichheit der Wahl	9
3.2.3. Freiheit der Wahl	10
3.2.4. Unmittelbarkeit der Wahl	10
3.2.5. Geheimheit der Wahl	11
3.2.6. Öffentlichkeit der Wahl	11
3.2.7. Zusammenfassung	12
3.3. Konflikte zwischen Wahlgrundsätzen durch Online-Wahlen	13
3.4. Einschränkung von Wahlgrundsätzen durch Online-Wahlen	14
3.4.1. Rechtsprechung des OVG Thüringen	14
3.4.2. Maßstäbe zur Einschränkung von Wahlgrundsätzen	16
4. Technische Lösungen	17
4.1. Gegenüberstellung von Wahlgrundsätzen und technische Lösungen . . .	17
4.1.1. Allgemeinheit der Wahl	17
4.1.2. Gleichheit der Wahl	18
4.1.3. Freiheit der Wahl	19
4.1.4. Geheimheit der Wahl	20
4.1.5. Öffentlichkeit der Wahl	22
4.1.6. Zusammenfassung	25
4.2. Zertifizierung von Online-Wahl-Software	28
4.3. konkrete Software-Lösungen	28
4.3.1. POLYAS CORE	29
4.3.2. uniWAHL OWS	31
4.3.3. GENOLIVE® Voting	33
4.3.4. Smartmatic TIVI/Estnisches Online-Wahl-System	34

5. Rechtliche Bewertung der technischen Lösungen	37
5.1. Vorbereitung der Bewertung	37
5.1.1. Ohne Einfluss auf die Einhaltung der Wahlgrundsätze erfüllbare Anforderungen	37
5.1.2. Konflikte zwischen Wahlgrundsätzen bei Online-Wahlen	37
5.1.3. Ermittlung des Einflusses von Online-Wahlen auf die Wahlgrundsätze	41
5.1.4. Angepasste Anforderungen an eine Online-Wahl-Software	49
5.2. Vergleich von Online-Wahlen mit Briefwahlen	49
5.2.1. Vergleich einzelner Aspekte	49
5.2.2. Vergleich in der Gesamtbetrachtung	56
5.3. Einfluss von Online-Wahlen auf Wahlbeteiligung und Kosten	57
5.3.1. Allgemeines	57
5.3.2. Wahlbeteiligung	57
5.3.3. Kosten	60
5.4. Bewertung der Rechtmäßigkeit von Online-Wahlen an Hochschulen	62
5.4.1. Einschränkung von Wahlgrundsätzen	62
5.4.2. Rechtfertigung	63
5.4.3. Ergebnis	64
6. Fazit und Ausblick	67
6.1. Fazit	67
6.2. Bewertung der Methodik	67
6.3. Durchführung von Online-Wahlen an Hochschulen	68
6.4. Ausblick	69
Literatur	71
A. Anhang: IFG-Anfragen an Hochschulen und Studierendenschaften zu Wahlbeteiligung und Kosten der Durchführung von Wahlen	79
A.1. Methodik	79
A.2. Daten	79
A.2.1. Hochschulen	79
A.2.2. Verfasste Studierendenschaften	89
A.3. Auswertung	94
A.3.1. Einsatz von Online-Wahlen	94
A.3.2. eingesetzte Software	94
A.3.3. Wahlbeteiligung und Kosten	94

Abbildungsverzeichnis

5.1. Wahlbeteiligung in der zeitlichen Entwicklung.	58
5.2. Wahlbeteiligung vor und nach der Einführung von Online-Wahlen: absolute Werte.	58
5.3. Wahlbeteiligung vor und nach der Einführung von Online-Wahlen: normiert mit dem Durchschnitt der jeweiligen Organisation.	59
5.4. Kosten der Wahldurchführung in der zeitlichen Entwicklung.	60

Tabellenverzeichnis

3.1.	Aus Wahlgrundsätzen abgeleitete Anforderungen an Online-Wahlen.	12
3.2.	(Potentielle) Vorteile von Online-Wahlen für Wahlgrundsätze.	13
3.3.	(Potentielle) Risiken von Online-Wahlen für Wahlgrundsätze.	13
4.1.	Gegenüberstellung von Wahlgrundsätzen, Anforderungen und technischen Lösungen.	27
5.1.	Ohne Einfluss auf die Einhaltung der Wahlgrundsätze erfüllbare Anforderungen.	38
5.2.	Einfluss von Online-Wahlen auf die Wahlgrundsätze.	43
5.3.	Angepasste Anforderungen an eine Online-Wahl-Software.	51
5.4.	Vergleich der Einschränkungen von Wahlgrundsätzen durch Briefwahlen und Online-Wahlen.	55
5.5.	Vergleich der Wahlbeteiligung zwischen Urnenwahlen und Online-Wahlen.	59
5.6.	Vergleich der Kosten der Wahldurchführung zwischen Urnenwahlen und Online-Wahlen.	60

1. Einleitung

1.1. Thematische Einleitung

Wahlen sind das Fundament der repräsentativen Demokratie. Sie werden traditionell durch Urnenwahl oder Briefwahl durchgeführt.

1999 wurden in Deutschland mit der Änderung der Bundeswahlgeräteverordnung¹ die rechtlichen Voraussetzungen für den Einsatz von Wahlcomputern in Wahllokalen bei Wahlen auf Bundesebene geschaffen. Seit über 20 Jahren sind im politischen Raum auch Online-Wahlen im Gespräch.² In Estland sind Online-Wahlen seit 2005 gelebte Realität (Springall u. a., 2014, S. 1). Das Bundesverfassungsgericht erklärte die Bundeswahlgeräteverordnung 2009 für verfassungswidrig, da die Nachvollziehbarkeit der Wahlen nicht hinreichend gegeben war.³ Dieses Urteil hat die Entwicklung von Online-Wahlen in Deutschland stark gebremst. In den letzten Jahren, gerade in der Pandemie, hat die Durchführung von Online-Wahlen in Deutschland insbesondere an Hochschulen zugenommen.⁴ Bei den Sozialwahlen 2023 konnte neben der Briefwahl auch online gewählt werden.⁵

Online-Wahlen müssen, genauso wie andere Wahlmodi, die Wahlgrundsätze einhalten. Neben den fünf geschriebenen Wahlgrundsätzen ist auch der ungeschriebene Grundsatz der Öffentlichkeit der Wahl einzuhalten.⁶

Trotz vielfacher Einführung von Online-Wahlen an Hochschulen in den letzten Jahren gibt es bis heute nur wenige Gerichtsurteile, die bei der rechtlichen Bewertung einbezogen werden können. In der Rechtsprechung gibt es bisher nur Urteile, die Wahlen und Wahlordnungen für ungültig erklärt haben, die Bestätigung der Rechtmäßigkeit von Online-Wahlen hat es bisher nicht gegeben. Das führt zu einer großen Rechtsunsicherheit.

In der Informatik wird mittlerweile seit mehreren Jahrzehnten an Lösungen für Online-Wahlen geforscht. Richter (2012, S. 70) schrieb 2012 „Während die Informatik insbesondere in den letzten zehn Jahren eine Fülle wissenschaftlicher Arbeiten zu Internetwahlen hervorgebracht hat, bleibt die rechtswissenschaftliche Arbeit am Thema noch überschaubar“. Zwölf Jahre später bleibt dieses Missverhältnis bestehen, allerdings gibt es zunehmend interdisziplinäre Forschung zu dem Thema. Das Problem dieser interdisziplinären Forschungsprojekte ist, dass Informatik und Rechtswissenschaft fundamental verschiedene

¹Verordnung über den Einsatz von Wahlgeräten bei Wahlen zum Deutschen Bundestag und der Abgeordneten des Europäischen Parlaments aus der Bundesrepublik Deutschland (Bundeswahlgeräteverordnung - BWahlGV) 1975.

²Drucksache 14/6318 des Deutschen Bundestags 2001.

³BVerfGE 123, 39 2009.

⁴Siehe Anhang A.

⁵Sichere Online-Sozialwahlen 2024.

⁶Siehe Wahlgrundsätze in Abschnitt 3.1.

1. Einleitung

Wissenschaften sind und deshalb eine entsprechende Verzahnung der beiden Disziplinen häufig nicht gelingt. Die zentrale Herausforderung ist die Verbindung zwischen abstrakten rechtlichen Anforderungen und konkreten technischen Lösungen herzustellen und dabei Abwägungsentscheidungen zu treffen.

1.2. Zielsetzung der Arbeit

Ziel dieser interdisziplinären Bachelorarbeit ist, Online-Wahlen rechtlich und technisch zu betrachten und dabei technische und rechtliche Perspektiven miteinander zu verbinden.

Zuerst sollen die rechtlichen Anforderungen und die daraus entstehenden Zielkonflikte zwischen den Wahlgrundsätzen herausgearbeitet werden. Dann sollen technische Lösungsansätze betrachtet und deren Einhaltung der rechtlichen Anforderungen bewertet werden.

Dabei soll herausgearbeitet werden, welche Lösungsansätze geeignet sein könnten, nachvollziehbare Online-Wahlen zu ermöglichen.

Aufgrund der Breite dieser Thematik liegt der Fokus dieser Bachelorarbeit auf der Nachvollziehbarkeit und Verifizierbarkeit von Wahlen als Teil des Grundsatzes der Öffentlichkeit der Wahl. Um eine Gesamtbetrachtung zu ermöglichen, ist allerdings auch die Betrachtung der übrigen Wahlgrundsätze erforderlich.

Wegen der aktuellen Zunahme von Online-Wahlen an Hochschulen, wird das Beispiel der Hochschulwahlen herangezogen. Das umfasst die Wahlen der Hochschule selbst, aber auch die Wahlen der Studierendenschaften als eigenständige Gliedkörperschaften.

2. Methodik

Problematik bestehender Verfahren In der interdisziplinären Forschung zu Online-Wahlen wird - vereinfacht dargestellt - häufig folgendermaßen gearbeitet:

1. Rechtliche Anforderungen feststellen (juristisch)
2. Aus rechtlichen Anforderungen technische Anforderungen ableiten (juristisch und technisch)
3. Technische Lösungen zu technischen Anforderungen suchen (technisch)

Technische Anforderungen in der Informatik haben eine starre Struktur: Kann eine Anforderung nicht erfüllt werden kann, müssen die Anforderungen angepasst werden. Ist eine Anforderung erfüllt, besteht kein Bedarf einer Übererfüllung. Rechtliche Anforderungen sind eher Zielbeschreibungen, die zwar auch zu einem Mindestmaß erfüllt werden müssen, im Übrigen aber unter bestimmten Voraussetzungen eine Unterschreitung zulassen. Eine Übererfüllung der Anforderungen wird angestrebt.

Im beschriebenen Verfahren findet ein Bruch zwischen Recht und Informatik statt. Dadurch sind bei der Auswahl technischer Lösungen keine rechtlichen Abwägungsentscheidungen möglich.

Verfahren bei dieser Arbeit Um diesen Umstand zu lösen, wird folgendes Verfahren vorgeschlagen:

1. Rechtliche Anforderungen feststellen¹ (juristisch)
2. Technische Lösungen direkt zu rechtlichen Anforderungen suchen² (juristisch und technisch)
3. Konflikte zwischen Anforderungen mit möglichen technischen Lösungen und juristischen Maßstäben auflösen³ (juristisch und technisch)
4. Einfluss auf Wahlgrundsätze bewerten⁴ (juristisch und technisch)
5. Aus rechtlichen Anforderungen technische Anforderungen ableiten⁵ (juristisch und technisch)

¹Siehe Abschnitte 3.1 und 3.2.

²Siehe Abschnitt 4.1.

³Siehe Abschnitt 5.1.2.

⁴Siehe Abschnitte 5.1.1 und 5.1.3.

⁵Siehe Abschnitt 5.1.4.

2. Methodik

6. Rechtmäßigkeit prüfen⁶ (juristisch)

Der entscheidende Unterschied zwischen den Verfahren ist, dass der Bruch zwischen Recht und Informatik in diesem Verfahren erst am Schluss stattfindet. Bis zum vorletzten Schritt werden rechtliche und technische Fragestellungen gemeinsam gelöst.

Hinzu kommt bei dieser Methodik der Vorteil, dass bei der rechtlichen Bewertung einer technischen Lösung die Verbindung zwischen der Technik und dem zugrundeliegendem Recht direkt möglich ist. Üblicherweise muss diese Verbindung erst aufwändig hergestellt werden.

Praxisbezug Um zwischen der hier beschriebenen Theorie und der Praxis an den Hochschulen eine Verbindung herzustellen, wird in dieser Bachelorarbeit auf bestehende Software-Lösungen eingegangen.⁷

Zudem wurden von Hochschulen und Studierendenschaften Daten zur Wahlbeteiligung und zu Kosten angefragt, um in der rechtlichen Bewertung Bezug zur praktischen Realität herstellen zu können.⁸ Die Methodik dieser Anfragen ist im Anhang A beschrieben.

⁶Siehe Abschnitt 5.4.

⁷Siehe Abschnitt 4.3.

⁸Siehe Abschnitt 5.3 und Anhang A.

3. Rechtlicher Rahmen

In diesem Kapitel wird der rechtliche Rahmen für die Durchführung von Online-Wahlen betrachtet. Ziel dessen ist, daraus Anforderungen an eine Online-Wahl-Software zu ermitteln. Der Fokus liegt dabei auf dem Grundsatz der Öffentlichkeit der Wahl. Da die Wahlgrundsätze jedoch miteinander interagieren, werden auch die übrigen Wahlrechtsgrundsätze betrachtet.

3.1. Rechtsgrundlage zur Durchführung von (Online-)Wahlen an Hochschulen

Hochschulen sind zur Sicherstellung der Wissenschaftsfreiheit als Selbstverwaltungskörperschaften verfasst.¹ Wahlen finden an Hochschulen sowohl im Rahmen der akademischen Selbstverwaltung der Hochschulen als auch im Rahmen der studentischen Selbstverwaltung der Verfassten Studierendenschaften statt. Da die Gesetzgebungskompetenz für Hochschulrecht gemäß Art. 70 Abs. 1 i.V.m. Art. 72 bis 74 GG² den Ländern obliegt, gelten zu Wahlen an Hochschulen unterschiedliche gesetzliche Regelungen. Diese sind in den jeweiligen Hochschulgesetzen der Länder³ zu finden. In den meisten Bundesländern

¹Baden-Württemberg: Art. 20 Abs. 2 *Verfassung des Landes Baden-Württemberg (LV)* 1953; Bayern: Art. 138 Abs. 2 S. 1 *Verfassung des Freistaates Bayern (BayVerf)* 1998; Berlin: § 2 Abs. 1 S. 2 *Gesetz über die Hochschulen im Land Berlin (BerlHG)* 2011; Brandenburg: Art. 32 Abs. 1 *Verfassung des Landes Brandenburg (BbgVerf)* 1992; Bremen: § 2 Abs. 1 S. 2 *Bremisches Hochschulgesetz (BremHG)* 2007; Hamburg: § 5 *Hamburgisches Hochschulgesetz (HmbHG)* 2001; Hessen: Art. 60 Abs. 1 S. 2 *Verfassung des Landes Hessen (Verf)* 1946; Mecklenburg-Vorpommern: Art. 7 Abs. 3 S. 2 *Verfassung des Landes Mecklenburg-Vorpommern (Verf M-V)* 1993; Niedersachsen: Art. 5 Abs. 3 *Niedersächsische Verfassung (NV)* 1993; Nordrhein-Westfalen: Art. 16 Abs. 1 *Verfassung für das Land Nordrhein-Westfalen (Verf NRW)* 1950; Rheinland-Pfalz: Art. 39 Abs. 1 S. 1 *Verfassung für Rheinland-Pfalz (RhPfVerf)* 1947; Saarland: Art. 33 S. 2 *Verfassung des Saarlandes (SVerf)* 1947; Sachsen: Art. 107 Abs. 2 S. 1 *Verfassung des Freistaates Sachsen (SächsVerf)* 1992; Sachsen-Anhalt: Art. 31 Abs. 2 *Verfassung des Landes Sachsen-Anhalt (Verf ST)* 1992; Schleswig-Holstein: § 2 Abs. 1 S. 2 *Gesetz über die Hochschulen und das Universitätsklinikum Schleswig-Holstein (HSG)* 2016; Thüringen: Art. 28 Abs. 1 S. 2 *Verfassung des Freistaats Thüringen (Verf TH)* 1993.

Die Stadtstaaten Berlin, Bremen und Hamburg sowie Schleswig-Holstein unterscheiden sich von den anderen Ländern dadurch, dass hier das Recht auf Selbstverwaltung nur einfachgesetzlich vorgesehen wird und nicht wie in allen anderen Ländern in der Landesverfassung festgeschrieben wurde.

²*Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland (GG)* 1949.

³Baden-Württemberg: *Gesetz über die Hochschulen in Baden-Württemberg (LHG)* 2005; Bayern: *Bayerisches Hochschulinnovationsgesetz (BayHIG)* 2023 Berlin: *Gesetz über die Hochschulen im Land Berlin (BerlHG)* 2011; Brandenburg: *Brandenburgisches Hochschulgesetz (BbgHG)* 2014; Bremen: *Bremisches Hochschulgesetz (BremHG)* 2007; Hamburg: *Hamburgisches Hochschulgesetz (HmbHG)* 2001; Hessen: *Hessisches Hochschulgesetz (HessHG)* 2021; Mecklenburg-Vorpommern: *Gesetz über die Hochschulen des Landes Mecklenburg-Vorpommern (LHG M-V)* 2011; Niedersachsen: *Niedersächsisches Hochschulgesetz (NHG)* 2007; Nordrhein-Westfalen: *Gesetz über die Hochschulen des Landes Nordrhein-Westfalen*

3. Rechtlicher Rahmen

gelten unterschiedliche Grundsätze für Hochschulen und für Verfasste Studierendenschaften. Mit Ausnahme von Bayern sind in allen Bundesländern Verfasste Studierendenschaften als eigenständige Selbstverwaltungskörperschaften der Studierenden eingerichtet.⁴ An allen Hochschulen gilt gleichermaßen, dass die Wahlen eine besondere Bedeutung haben, da sie essenziell für die innere Verfassung sind und damit der Sicherstellung der Wissenschaftsfreiheit dienen. Gleichzeitig besteht durch die Wissenschaftsfreiheit und das in den Landesverfassungen vorgesehene Recht auf Selbstverwaltung im Rahmen der geltenden Gesetze eine weitreichende Freiheit in der konkreten Ausgestaltung der Wahlen. Für die Studierendenschaften gilt das Recht auf Selbstverwaltung genauso, als Gliedkörperschaften der Hochschulen fallen sie unter die Wissenschaftsfreiheit, wenn auch in eingeschränkter Form.⁵

Wahlgrundsätze Für alle Wahlen an Hochschulen werden in den Landeshochschulgesetzen die Wahlgrundsätze der Freiheit, der Gleichheit und der Geheimheit explizit geregelt.⁶

Der Wahlgrundsatz der Allgemeinheit wird nur für Verfasste Studierendenschaften in Baden-Württemberg, Mecklenburg-Vorpommern und Nordrhein-Westfalen explizit im Gesetz vorgesehen.⁷ Der Grundsatz der Allgemeinheit der Wahl findet bei allen Wahlen an Hochschulen sinngemäß für die jeweilige Mitgliedergruppe Anwendung, da alle Mitglieder der Mitgliedergruppe wahlberechtigt sind und aufgrund des Grundsatzes der Gleichheit der Wahl gleich behandelt werden müssen (Richter, 2012, S. 164). In Hamburg, Hessen,

(HG) 2014; Rheinland-Pfalz: *Hochschulgesetz Rheinland-Pfalz (HochSchG)* 2020; Saarland: *Saarländisches Hochschulgesetz (SHSG)* 2016, *Gesetz über die Hochschule der Bildenden Künste Saar (KhG)* 2010, *Gesetz über die Hochschule für Musik Saar (MhG)* 2010; Sachsen: *Sächsisches Hochschulgesetz (SächsHSG)* 2023; Sachsen-Anhalt: *Hochschulgesetz des Landes Sachsen-Anhalt (HSG LSA)* 2021; Schleswig-Holstein: *Gesetz über die Hochschulen und das Universitätsklinikum Schleswig-Holstein (HSG)* 2016; Thüringen: *Thüringer Hochschulgesetz (ThürHG)* 2018.

⁴Baden-Württemberg: § 65 Abs. 1 LHG; Berlin: § 18 Abs. 1 BerlHG; Brandenburg: § 16 Abs. 1 BbgHG; Bremen: § 45 Abs. 1 BremHG; Hamburg: § 102 Abs. 1 HmbHG; Hessen: § 83 Abs. 1 S. 1 und 2 sowie § 84 Abs. 1 S. 1 HessHG; Mecklenburg-Vorpommern: § 24 Abs. 1 LHG M-V; Niedersachsen: § 20 Abs. 1 S. 2 und 3 NHG; Nordrhein-Westfalen: § 53 Abs. 1 HG; Rheinland-Pfalz: § 107 Abs. 1 und 2 HochSchG; Saarland: § 83 Abs. 1 S. 1 SHSG; § 74 Abs. 1 KhG, § 75 Abs. 1 MhG; Sachsen: § 25 Abs. 1 SächsHSG; Sachsen-Anhalt: § 65 Abs. 1 S. 1 und 2 sowie Abs. 2 S. 1 HSG LSA; Schleswig-Holstein: § 72 Abs. 1 HSG; Thüringen: § 79 Abs. 1 und Abs. 2 S. 1 ThürHG.

⁵BVerfGE 35, 79 1973, (157).

⁶Baden-Württemberg: § 9 Abs. 8 S. 1 Ts. 1, § 65a Abs. 2 S. 1 LHG; Bayern: Art. 48 Abs. 1 S. 1 Ts. 1 BayHIG; Berlin: § 48 Abs. 1 S. 1, § 18 Abs. 3 S. 1 i. V. m. § 48 Abs. 1 S. 1 BerlHG; Brandenburg: § 62 Abs. 1 S. 1, § 16 Abs. 2 S. 1 i. V. m. § 62 Abs. 1 S. 1 BbgHG; Bremen: § 99 Abs. 1 S. 1, § 45 Abs. 8 S. 1 i. V. m. § 99 Abs. 1 S. 1 BremHG; Hamburg: § 99 Abs. 1 S. 1 HmbHG; Hessen: § 40 S. 1, § 85 Abs. 1 S. 2 HessHG; Mecklenburg-Vorpommern: § 53 Abs. 1 S. 1, § 25 Abs. 2 S. 1 LHG M-V; Niedersachsen: § 16 Abs. 5 S. 1, § 20 Abs. 2 S. 2 NHG; Nordrhein-Westfalen: § 13 Abs. 1 S. 1, § 54 Abs. 1 S. 3 HG; Rheinland-Pfalz: § 39 Abs. 1, § 109 Abs. 3 S. 3 i. V. m. § 39 Abs. 1 HochSchG; Saarland: § 17 Abs. 1 S. 1, § 83 Abs. 3 S. 3 SHSG; § 16 Abs. 1 S. 1, § 75 Abs. 2 S. 3 i. V. m. § 16 Abs. 1 S. 1 KhG, § 16 Abs. 1 S. 1, § 76 Abs. 2 S. 2 Ts. 2 i. V. m. § 16 Abs. 1 S. 1 MhG; Sachsen: § 52 Abs. 1, § 27 Abs. 1 SächsHSG; Sachsen-Anhalt: § 62 Abs. 1 S. 1, § 65 Abs. 2 S. 4 i. V. m. § 62 Abs. 1 S. 1 HSG LSA; Schleswig-Holstein: § 17 Abs. 1, § 73 Abs. 4 i. V. m. § 17 Abs. 1 HSG; Thüringen: § 23 Abs. 1 S. 1, § 80 Abs. 2 S. 2 i. V. m. § 23 Abs. 1 S. 1 ThürHG.

⁷Baden-Württemberg: § 65a Abs. 2 S. 1 LHG; Mecklenburg-Vorpommern: § 25 Abs. 2 S. 1 LHG M-V; Nordrhein-Westfalen: § 54 Abs. 1 S. 3 HG.

Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein schreiben die Hochschulgesetze zudem vor, dass auf eine möglichst hohe Wahlbeteiligung hingewirkt werden soll.⁸

Der Wahlgrundsatz der Unmittelbarkeit gilt für Wahlen an Hochschulen in Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein sowie in Hessen nur für die Wahlen zu Hochschulgremien, nicht jedoch für Wahlen zu Organen der Studierendenschaft.⁹

Der ungeschriebene Wahlgrundsatz der Öffentlichkeit ergibt sich sowohl aus dem Demokratieprinzip als auch aus dem Rechtsstaatsprinzip. Das Demokratieprinzip findet für Wahlen in der funktionalen Selbstverwaltung nicht unmittelbar Anwendung, das Rechtsstaatsprinzip hingegen schon. Daher gilt der Grundsatz der Öffentlichkeit der Wahl auch ohne explizite Erwähnung in den Hochschulgesetzen für sämtliche Wahlen an Hochschulen (Dreier, 2015, Art. 38, Rn. 64, 126).

Wahlmodus Zum Wahlmodus enthalten die meisten Hochschulgesetze keine Bestimmungen. In Baden-Württemberg und Mecklenburg-Vorpommern nur bei Hochschulen sowie in Rheinland-Pfalz nur bei Verfassten Studierendenschaften ist zwingend Briefwahl zu ermöglichen und entsprechend eine reine Online-Wahl nach derzeitiger Gesetzeslage nicht möglich.¹⁰ Bayern, Berlin, Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt und Schleswig Holstein regeln explizit, dass elektronische Wahlen zulässig sind.¹¹ Nur Nordrhein-Westfalen geht besonders auf Online-Wahlen ein. Hier gibt es eine entsprechende Verordnung¹², die Näheres zur Durchführung von Online-Wahlen regelt. In Baden-Württemberg wird für die Wahlen der Hochschulgremien geregelt, dass bei der Durchführung von elektronischen Wahlen die Einhaltung der Wahlrechtsgrundsätze durch technische und organisatorische Maßnahmen sichergestellt werden muss.¹³ In Hessen ist geregelt, dass zur Erhöhung der Wahlbeteiligung insbesondere elektronische Wahlen berücksichtigt werden können, sofern dabei die Wahlrechtsgrundsätze „vollumfänglich gewahrt sind und die Manipulationssicherheit gewährleistet ist“¹⁴.

Im Rahmen dieser gesetzlichen Bestimmungen legt jede Hochschule selbst in ihrer Wahlordnung das Wahlverfahren fest. Das umfasst auch die Entscheidung zur Durchfüh-

⁸Hamburg: § 99 Abs. 3 S. 2 HmbHG; Hessen: § 40 S. 3, § 85 Abs. 1 S. 3 HessHG; Sachsen-Anhalt: § 62 Abs. 2 S. 2, § 65 Abs. 2 S. 4 i. V. m. § 62 Abs. 2 S. 2 HSG LSA; Schleswig-Holstein: § 17 Abs. 3 S. 4, § 73 Abs. 4 i. V. m. § 17 Abs. 3 S. 4 HSG.

⁹Bremen: § 99 Abs. 1 S. 1, § 45 Abs. 8 S. 1 i. V. m. § 99 Abs. 1 S. 1 BremHG; Hamburg: § 99 Abs. 1 S. 1 HmbHG; Hessen: § 40 S. 1 HessHG; Mecklenburg-Vorpommern: § 53 Abs. 1 S. 1, § 25 Abs. 2 S. 1 LHG M-V; Nordrhein-Westfalen: § 13 Abs. 1 S. 1, § 54 Abs. 1 S. 3 HG; Sachsen-Anhalt: § 62 Abs. 1 S. 1, § 65 Abs. 2 S. 4 i. V. m. § 62 Abs. 1 S. 1 HSG LSA; Schleswig-Holstein: § 17 Abs. 1, § 73 Abs. 4 i. V. m. § 17 Abs. 1 HSG.

¹⁰Baden-Württemberg: § 9 Abs. 8 S. 4 LHG, Sandberger, 2022, § 9, Rn. 18; Rheinland-Pfalz: § 109 Abs. 3 S. 2 Ts. 2 HochSchG; Mecklenburg-Vorpommern: § 53 Abs. 2 S. 2 LHG M-V.

¹¹Bayern: Art. 48 Abs. 2 S. 2 BayHIG; Berlin: § 48 Abs. 4, § 18 Abs. 3 S. 1 i. V. m. § 48 Abs. 4 BerlHG; Nordrhein-Westfalen: § 13 Abs. 1 S. 4, § 54 Abs. 3 S. 4 HG; Sachsen-Anhalt: § 62 Abs. 2 S. 1, § 65 Abs. 2 S. 4 i. V. m. § 62 Abs. 2 S. 1 HSG LSA; Schleswig-Holstein: § 17 Abs. 3 S. 2, § 73 Abs. 4 i. V. m. § 17 Abs. 3 S. 2 HSG.

¹²Verordnung zur Durchführung online gestützter Wahlen der Hochschulen und der Studierendenschaften in Nordrhein-Westfalen (Onlinewahlverordnung) 2020.

¹³§ 9 Abs. 8 S. 2 LHG.

¹⁴§ 40 S. 4, § 85 Abs. 1 S. 4 HessHG.

3. Rechtlicher Rahmen

rung von Online-Wahlen. Eine explizite gesetzliche Ermächtigung zur Durchführung von Online-Wahlen ist nicht erforderlich.¹⁵

3.2. Bedeutung der Wahlgrundsätze im Kontext von Online-Wahlen

Die oben beschriebenen Wahlgrundsätze werden nun nacheinander genauer beschrieben und ihre Bedeutung im Kontext von Online-Wahlen betrachtet.

3.2.1. Allgemeinheit der Wahl

Die Allgemeinheit der Wahl bedeutet, dass alle Wahlberechtigten die Möglichkeit zur Wahl haben müssen (Dreier, 2015, Art. 38, Rn. 69). Jegliche Einschränkungen sind unzulässig und Hürden möglichst gering zu halten. Jede Maßnahme, die den Wahlvorgang vereinfacht oder erschwert, hat unmittelbaren Einfluss auf die Allgemeinheit der Wahl (Richter, 2012, S. 88). Die Möglichkeit an einem beliebigen Ort mit Internetverbindung und mit einem beliebigen Gerät mit Webbrowser zu wählen, erleichtert den Wahlvorgang signifikant. Durch diese Vereinfachung des Zugangs zur Wahl wird die Allgemeinheit der Wahl gestärkt. Bei reinen Online-Wahlen muss sichergestellt sein, dass das Fehlen eines internetfähigen Endgeräts oder einer Internetverbindung keine zusätzliche Hürde darstellt. An Hochschulen ist es üblich, dass Rechner mit Internetverbindung beispielsweise in der Bibliothek verwendet werden können. Damit wäre diese Anforderung bereits erfüllt.

Der wichtigste Aspekt zur Erfüllung der allgemeinen Wahl ist die Korrektheit des Wählendenverzeichnisses. Das ist allerdings unabhängig vom Wahlmodus.

Bei Online-Wahlen liegt das Risiko für die Allgemeinheit der Wahl in der Benutzbarkeit der Wahlsoftware. Das gilt sowohl in der Hinsicht, dass die Software intuitiv und ohne unnötige Hürden genutzt werden kann, als auch in der Hinsicht, dass zum Zeitpunkt des Wahlvorgangs keine technischen Fehler oder Angriffe auf die Wahlsoftware dazu führen, dass keine Wahl möglich ist. Durch einen Denial-of-Service (DoS) Angriff können Wahlberechtigte beispielsweise daran gehindert werden, ihre Stimme abzugeben (Bernhard u. a., 2017, S. 6).

Die Allgemeinheit der Wahl ist formell bereits dadurch erfüllt, dass alle Wahlberechtigten Zugang zur Wahl haben (Dreier, 2015, Art. 38, Rn. 70). Wenn man den Wahlgrundsatz im materiellen Sinn¹⁶ versteht, gebietet dieser auch, für eine möglichst hohe Wahlbeteiligung zu sorgen (Gutjahr, Spiecker Gen. Döhmann und Volkamer, 2023, S. 4).¹⁷ Wie bereits

¹⁵ OVG Thüringen v. 30.05.2013 – 1 N 240/12 2013, Rn. 121; VG Gera v. 24.05.2017 – 2 K 606/16 Ge 2017, Rn. 28; OVG Thüringen v. 23.05.2017 – 4 N 124/15 2017, Rn. 122; OVG Thüringen v. 25.03.2021 – 4 KO 395/19 2021, Rn. 62.

¹⁶ Materielles Recht regelt das Bestehen von Rechtsverhältnissen. Das formelle Rechte dient zur Durchsetzung des materiellen Rechts. Wird also die Allgemeinheit der Wahl im formellen Sinn betrachtet, genügt es, dass von staatlicher Seite keine Hürden zur Teilnahme an der Wahl bestehen. Im materiellen Sinn betrachtet, stellt die Allgemeinheit eine Verpflichtung für den Staat dar.

¹⁷ BVerfGE 59, 119 1981, (125).

erwähnt ist in 4 Bundesländern darüber hinaus gesetzlich explizit vorgesehen, dass das Wahlverfahren die Wahlbeteiligung steigern soll.¹⁸

3.2.2. Gleichheit der Wahl

Die Gleichheit der Wahl sieht vor, dass alle Wahlberechtigten bei der Wahl gleich behandelt werden. Es ist die Konkretisierung des Gleichbehandlungsgrundsatzes nach Art. 3 GG auf Wahlen (Dreier, 2015, Art. 38, Rn. 99, 103).

Die Gleichheit der Wahl verlangt insbesondere die Gleichheit der Stimmen der Wähler. Hierbei wird zwischen gleichem Zählwert und gleichem Erfolgswert unterschieden. Gleicher Zählwert bedeutet, dass alle Wahlberechtigten die selbe Anzahl an Stimmen haben. Gleicher Erfolgswert liegt vor, wenn alle abgegebenen Stimmen den gleichen Einfluss auf das Ergebnis nehmen (Dreier, 2015, Art. 38, Rn. 102). Diese Anforderung bezieht sich auf die Ermittlung des Wahlergebnisses bei Anwendung des Verhältniswahlrechts und ist dementsprechend unabhängig vom Wahlmodus.¹⁹

Die Erfolgswertgleichheit hat verschiedene Ausprägungen. Es muss primär sichergestellt werden, dass niemand doppelt abstimmen kann. Dazu ist eine sichere Authentifizierung erforderlich und es muss vor der Stimmabgabe sichergestellt werden, dass noch nicht abgestimmt wurde. Es muss auch verhindert werden, dass durch technische Fehler oder Angriffe entweder die Stimmabgabe gesperrt wurde, die Stimme aber verloren ging oder die Stimme abgegeben wurde, aber eine erneute Stimmabgabe noch möglich ist. Bei Online-Wahlen besteht wie bei jeder Fernwahl²⁰ besonders das Risiko für einen Man-in-the-middle-Angriff²¹. Durch diesen können abgegebene Stimmen abgefangen und verworfen werden. Außerdem können Stimmen ersetzt werden (Richter, 2012, S. 132 - 133). Online-Wahlen können die Gleichheit der Wahl dadurch stärken, dass sie einen Hinweis geben können, wenn ein Stimmzettel ungültig ist und dadurch versehentlich ungültige Stimmzettel reduziert oder sogar komplett verhindert werden können (Gutjahr, Spiecker Gen. Döhmann und Volkamer, 2023, S. 7 - 8). Zudem kann bei Online-Wahlen ausgeschlossen werden, dass menschliche Fehler bei der Wahlauszählung das Wahlergebnis verändern (Richter, 2012, S. 109 - 110).

Sehr wichtig für eine Gleichbehandlung der Wähler ist zudem, dass nicht während der Wahl schon Zwischenstände des Wahlergebnisses festgestellt werden können. Die Stimmen müssen derart verschlüsselt gespeichert werden, dass sie erst nach Abschluss der Wahl entschlüsselt und ausgezählt werden können.

Wenn bei einer Wahl mehrere Wahlmodi parallel zum Einsatz kommen, muss auf Einheitlichkeit hingewirkt werden. Unterschiede für die Wahlberechtigten zwischen Wahlmodi

¹⁸Siehe *Wahlgrundsätze* in Abschnitt 3.1.

¹⁹BVerfGE 95, 335 1996, (353 f.) BVerfGE 121, 266 2008, (295 f.)

²⁰Eine Fernwahl zeichnet sich dadurch aus, dass nicht vor Ort gewählt wird. Der Begriff umfasst Briefwahlen und Online-Wahlen.

²¹Bei einem Man-in-the-Middle-Angriff wird die Datenkommunikation angegriffen. Angreifende versuchen auf einem ungeschützten Kommunikationskanal Daten zu stehlen oder zu manipulieren. Mit diesem Angriff werden unmittelbar die Vertraulichkeit und die Integrität der Daten angegriffen. Wenn die Kommunikation abgefangen oder blockiert wird, wird die Verlässlichkeit angegriffen. Damit sind alle klassischen Schutzziele der Informationssicherheit durch diese Angriffsart potentiell betroffen.

3. Rechtlicher Rahmen

müssen gering gehalten werden und gerechtfertigt sein (Rüß, 2001, S. 519) (Dreier, 2015, Art. 38, Rn. 103).

3.2.3. Freiheit der Wahl

Freiheit der Wahl bedeutet, dass die Wahlberechtigten frei ohne Zwänge und Beeinflussung ihre Wahlentscheidung treffen können (Dreier, 2015, Art. 38, Rn. 86).²² Das umfasst jegliche Beeinflussung, egal ob von staatlicher Seite, von politischen Parteien oder von Privaten. Die Freiheit der Wahl wird primär durch das Wahlgeheimnis geschützt. Bei Urnenwahlen dient zudem das Wahllokal als geschützter, sicherer Ort zum Wählen.²³ Bei Online-Wahlen ist es sehr schwierig die Wählenden vor Beeinflussung oder gar Bedrohung zu schützen, da ihre Wahlhandlung nicht in einem öffentlichen Wahllokal stattfindet. Diese Problematik ist dem Konzept der Online-Wahl inhärent (Bernhard u. a., 2017, S. 5).

Ein besonders wichtiger Teil der Freiheit der Wahl, der bei Online-Wahlen stark gefährdet ist, ist die Trennung von Wahlwerbung und Wahlhandlung. Bei Urnenwahlen gelten üblicherweise Bannmeilen um Wahllokale, in denen Wahlwerbung verboten ist. Bei Online-Wahlen könnte Wahlwerbung einen direkten Link zur Online-Wahl-Software beinhalten, wodurch die Wählenden bei ihrer Wahlhandlung stark einseitig beeinflusst würden (Gutjahr, Spiecker Gen. Döhmann und Volkamer, 2023, S. 7).

Zur Freiheit der Wahl gehört es auch, das Recht zur ungültigen Stimme zu haben (Richter, 2012, S. 91) (Rüß, 2000, S. 74). Das muss in einer Online-Wahl-Software entsprechende Berücksichtigung finden.

3.2.4. Unmittelbarkeit der Wahl

Die Unmittelbarkeit der Wahl fordert, dass das Wahlergebnis direkt durch die abgegebenen Stimmen der Wählenden entsteht (Dreier, 2015, Art. 38, Rn. 80). Insbesondere die Übertragung der Stimme auf Wahlleute ist nicht zulässig.²⁴

Die Unmittelbarkeit der Wahl betrifft grundsätzlich zunächst das Wahlverfahren und ist unabhängig vom Wahlmodus. Für Menschen mit Behinderung kann die Unmittelbarkeit der Wahl dadurch eingeschränkt werden, dass sie zur Wahrnehmung ihres Wahlrechts eine Hilfsperson benötigen. Der Einfluss von Online-Wahlen auf die Unmittelbarkeit der Wahl hängt von der Behinderung der Person und der eingesetzten Software ab. Beispielsweise kann eine Person mit motorischen Einschränkungen, die einen Stimmzettel nicht von Hand ankreuzen kann, online über einen Computer wählen, aber eine andere Person kann in der Lage sein im Wahllokal selbstständig einen Stimmzettel auszufüllen, aber online mit einem Computer Schwierigkeiten haben u. a. mit der Authentifizierung.

Insgesamt betrachtet wird dieser Wahlgrundsatz jedenfalls nur in sehr geringfügigem Maße durch den Wahlmodus beeinflusst. Daher wird dieser Wahlgrundsatz nicht näher betrachtet.

²² BVerfGE 7, 63 1957, (69).

²³ Diese Aussage gilt für Demokratien. In Autokratien kann es häufig für die Freiheit der Wahl hilfreich sein, nicht im Wahllokal zu wählen.

²⁴ BVerfGE 7, 63 1957.

3.2.5. Geheimheit der Wahl

Die Geheimheit der Wahl sieht vor, dass es unmöglich sein muss, zu wissen, wie die einzelnen Wahlberechtigten abgestimmt haben. Das bedeutet, dass sichergestellt werden muss, dass keine Verbindung zwischen einer Person und ihrer Stimme hergestellt werden kann (Dreier, 2015, Art. 38, Rn. 123). Dieser Wahlgrundsatz stellt sogar eine Pflicht für alle Wählenden dar, die von ihnen abgegebene Stimme während des Wahlvorgangs nicht zu offenbaren (Richter, 2012, S. 93 f.) (Dreier, 2015, Art. 38, Rn. 122). Die Geheimheit der Wahl dient der Sicherstellung der Freiheit der Wahl (Dreier, 2015, Art. 38, Rn. 121). Das Wahlgeheimnis gilt auch nach der Wahlhandlung fort, mindestens für die Lebzeiten der Wählenden (Gutjahr, Spiecker Gen. Döhmann und Volkamer, 2023, S. 10).

Bei Online-Wahlen ist das Wahlergebnis dadurch gefährdet, dass die Wahlhandlung nicht im Wahllokal stattfindet. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Wahlhandlung beobachtet wird. Außerdem besteht das Risiko eines Angriffs auf das Endgerät, das zur Wahl dient. Durch entsprechende Schadsoftware könnte die abgegebene Stimme ausgespäht werden (Richter, 2012, S. 133 - 135).

Bei komplexen Wahlverfahren, bei denen viele Stimmen vergeben werden können, kann ein sogenannter *sicilian attack* möglich sein. Dabei wird durch gewisse Muster bei der Stimmabgabe das Wahlgeheimnis gebrochen. Eine Person kann einer anderen Person die Vorgabe machen, ihre Stimmen nach einem vorgegebenen Schema abzugeben, dass so spezifisch ist, dass es voraussichtlich nur einmal in der Urne vorkommt. Ein Teil der Stimmen dient dem angestrebten Wahlergebnis, während ein Teil der Stimmen nur der Identifikation dient. Wenn kein Stimmzettel mit dem vorgegebenen Schema in der Urne zu finden ist, hat die Person offenbar nicht entsprechend der Vorgabe abgestimmt. Dieses Problem ist an sich unabhängig vom Wahlmodus. Allerdings wird dieser Angriff auf das Wahlgeheimnis leichter, wenn z. B. zum Zwecke der Nachvollziehbarkeit der Wahl alle Stimmzettel anonymisiert veröffentlicht werden. Sollte ein solches Wahlverfahren bestehen, muss diese Problematik bei der technischen Gestaltung einer Online-Wahl berücksichtigt werden.

3.2.6. Öffentlichkeit der Wahl

Der ungeschriebene Wahlgrundsatz der Öffentlichkeit leitet sich aus Art. 38 i. V. m. Art. 20 Abs. 1 und Abs. 2 GG ab (Dreier, 2015, Art. 38, Rn. 126). Er gebietet, dass alle wesentlichen Schritte der Wahl öffentlich überprüfbar sein müssen, soweit nicht andere verfassungsrechtliche Belange eine Ausnahme rechtfertigen.²⁵ Dieser Wahlgrundsatz hat den Zweck, sicherzustellen, dass die anderen Wahlgrundsätze ordnungsgemäß erfüllt werden. Aufgrund des Rechtsstaatsprinzips muss es möglich sein, Verstöße gegen Wahlgrundsätze festzustellen und entsprechend ein Wahlprüfungsverfahren einzuleiten. Die Öffentlichkeit der Wahl dient letztlich dazu, das Vertrauen in die Wahl zu sichern (Gutjahr, Spiecker Gen. Döhmann und Volkamer, 2023, S. 10 - 12) (Dreier, 2015, Art. 38, Rn. 126) (Seedorf, 2016, S. 29 f.). Bei einer elektronischen Wahl bedeutet dieser Grundsatz insbesondere, dass die eingesetzte Technik nachvollziehbar sein muss.

²⁵ BVerfGE 123, 39 2009, (39).

3. Rechtlicher Rahmen

Seedorf (2016, S. 28 f.) betont, dass das Bundesverfassungsgericht mit seiner Beschreibung des Grundsatzes der Öffentlichkeit der Wahl in Deutschland eine stark von anderen Ländern abweichende rechtliche Situation geschaffen hat und damit die Rechtslage in Deutschland insbesondere den Empfehlungen für Standards zu elektronischen Wahlen widerspricht.

3.2.7. Zusammenfassung

Die folgenden Tabellen 3.1, 3.2 und 3.3 fassen die Ergebnisse der letzten Abschnitte zusammen. Dabei wird zwischen Anforderungen an Online-Wahl-Systeme²⁶ einerseits sowie (potentiellen) Vorteilen²⁷ und Risiken²⁸ von Online-Wahlen andererseits unterschieden. Die ermittelten Anforderungen sind die Grundlage für das nächste Kapitel. Die Vorteile und Risiken finden in Kapitel 5 Berücksichtigung.

Wahlgrundsatz	Anforderung
Allgemeinheit der Wahl	einfache und intuitive Benutzbarkeit
	Erreichbarkeit
	Möglichkeit zur Teilnahme auch ohne eigenes internetfähiges Endgerät
Gleichheit der Wahl	Gleichbehandlung der Wählenden
	Authentifizierung der Wählenden
	Abgleich mit dem Wählerverzeichnis
	Schutz vor verfrühter Auszählung
	Integrität
	Schutz vor Man-in-the-middle-Angriffen
	Verhinderung versehentlich ungültiger Stimmzettel
Freiheit der Wahl	Einheitlichkeit bei verschiedenen Wahlmodi
	Schutz vor Beeinflussung
Unmittelbarkeit der Wahl	Recht zur ungültigen Stimme
	-
Geheimheit der Wahl	Vertraulichkeit der Stimme/Unverknüpfbarkeit von Person und Stimme
	dauerhaftes Wahlgeheimnis
	Belegfreiheit
	Ausspähung von Daten durch Schadsoftware
	Schutz vor <i>sicilian attack</i>
Öffentlichkeit der Wahl	öffentliche Überprüfbarkeit

Tabelle 3.1.: Aus Wahlgrundsätzen abgeleitete Anforderungen an Online-Wahlen.

²⁶Siehe Tabelle 3.1.

²⁷Siehe Tabelle 3.2.

²⁸Siehe Tabelle 3.3.

Wahlgrundsatz	(Potentieller) Vorteil
Allgemeinheit der Wahl	Zugang zur Wahl, Steigerung der Wahlbeteiligung
Gleichheit der Wahl	Ausschluss menschlicher Fehler bei der Auszählung
Freiheit der Wahl	-
Unmittelbarkeit der Wahl	-
Geheimheit der Wahl	-
Öffentlichkeit der Wahl	-

Tabelle 3.2.: (Potentielle) Vorteile von Online-Wahlen für Wahlgrundsätze.

Wahlgrundsatz	(Potentielles) Risiko
Allgemeinheit der Wahl	-
Gleichheit der Wahl	-
Freiheit der Wahl	fehlende Trennung von Wahlwerbung und Wahlhandlung
Unmittelbarkeit der Wahl	-
Geheimheit der Wahl	Beobachtung der Wahlhandlung
Öffentlichkeit der Wahl	fehlende Nachvollziehbarkeit der eingesetzten Technik

Tabelle 3.3.: (Potentielle) Risiken von Online-Wahlen für Wahlgrundsätze.

3.3. Konflikte zwischen Wahlgrundsätzen durch Online-Wahlen

Die Wahlgrundsätze scheinen, unabhängig nebeneinander zu stehen. Sie haben aber verschiedene Ausprägungen, die sich teilweise stärken und zum Teil stark im Widerspruch zueinander stehen. So wird beispielsweise die Gleichheit der Wahl dadurch gefördert, dass alle Wahlberechtigten gleichberechtigt ohne Hürden Zugang zur Wahl haben müssen (Allgemeinheit der Wahl) und alle Wahlberechtigten gleichermaßen ohne Zwänge und Beeinflussung ihre Wahlentscheidung frei treffen können (Freiheit der Wahl). Das Wahlgeheimnis fördert die Freiheit der Wahl, da Zwang nur möglich ist, wenn herausgefunden werden kann, wie eine Person gewählt hat. Die Öffentlichkeit der Wahl dient als Wahlgrundsatz *sui generis* dazu, alle anderen Wahlgrundsätze sicherzustellen. Sie fördert entsprechend alle anderen Wahlgrundsätze.

Sonderfall im Zusammenwirken der Wahlgrundsätze sind die Geheimheit und die Öffentlichkeit der Wahl. Diese konfigurieren besonders, da sie grundsätzlich im Widerspruch zueinander stehen. Um die Öffentlichkeit vollständig sicherzustellen, müsste offen abgestimmt werden. Damit wäre das Wahlgeheimnis aufgehoben mit entsprechend starken Einschränkungen für die Freiheit der Wahl. Eine vollständig geheime Wahl, wäre in keiner Weise nachvollziehbar. Die Einhaltung der Wahlrechtsgrundsätze könnte nicht mehr sichergestellt werden.

Bei Online-Wahlen ist neben dem Konflikt zwischen Öffentlichkeit und Geheimheit der Wahl ein zentraler Zielkonflikt gleichzeitig sicherzustellen, dass Wahlberechtigte nur einmal wählen (Gleichheit der Wahl) und gleichzeitig sicherzustellen, dass keine Verbindung

zwischen Person und Stimme möglich ist (Wahlgeheimnis). Wenn das Wahlgeheimnis in seiner Absolutheit sichergestellt werden soll, darf in keiner Weise eine Verbindung zwischen einer Stimme und einer Person möglich sein. Dann kann beim Eingang einer Stimme nicht bekannt sein, wer sie abgibt und damit gar nicht geprüft werden, ob diese Stimme von einer Person stammt, die wahlberechtigt ist und, ob diese Person schon abgestimmt hat. Andererseits führt die Überprüfbarkeit der Person, die für Wahlberechtigung und Gleichheit der Wahl erforderlich ist, dazu, dass unter gewissen Umständen die Stimmabgabe einer Person nachvollzogen werden kann.

3.4. Einschränkung von Wahlgrundsätzen durch Online-Wahlen

Bei einer Online-Wahl kommt es immer zur Einschränkung von Wahlgrundsätzen.²⁹ Es stellt sich die Frage nach dem zulässigen Maß der Einschränkung von Wahlgrundsätzen und möglicher Rechtfertigung dieser Einschränkungen. Bei einer sinnvollen Gestaltung einer Online-Wahl kommt es auch zur Stärkung von Wahlgrundsätzen. Diese Stärkung ist ein wichtiger Teil der Rechtfertigung.

3.4.1. Rechtsprechung des OVG Thüringen

Das Oberverwaltungsgericht Thüringen hat 2021 in einem Urteil die Rechtswidrigkeit der Wahlordnung der Universität Jena festgestellt. Das Urteil enthält unter anderem folgende allgemeinen Feststellungen:

1. keine gesetzliche Grundlage erforderlich

Es bedarf keiner expliziten gesetzlichen Grundlage zur Einführung von Online-Wahlen an Hochschulen.³⁰

2. kein grundsätzlicher Verstoß gegen Wahlgrundsätze

Die Einführung von Online-Wahlen verstößt nicht grundsätzlich gegen die Wahlgrundsätze der Freiheit, Gleichheit und Geheimheit der Wahl.³¹

3. Rechtfertigung der Einschränkung von Wahlgrundsätzen

Eine Einschränkung eines Wahlgrundsatzes führt nicht direkt zur Verletzung dieses Wahlgrundsatzes, es bedarf vielmehr einer hinreichenden Rechtfertigung der Einschränkung. Mögliche Rechtfertigungen sind die Stärkung anderer Wahlgrundsätze, Gegebenheiten, die sich aus der Wissenschaftsfreiheit ergeben³², Einschränkungen

²⁹Siehe *Wahlgrundsätze* in Abschnitt 3.1.

³⁰OGV Thüringen v. 25.03.2021 – 4 KO 395/19 2021, Rn. 62 - 65.

³¹Das Gericht stellt dies nur für die genannten Wahlgrundsätze fest, da § 23 Abs. 1 S. 1 ThürHG nur diese 3 Wahlgrundsätze vorschreibt.

³²BVerfG v. 09.04.1975 – 1 BvL 6/74 1975.

aufgrund bestimmter Besonderheiten der Hochschulen, die Steigerung der Wahlbeteiligung³³ und die Einsparung von Kosten der Urnen- und Briefwahl.³⁴

4. minimale Einschränkung der Wahlgrundsätze und Wesensgehaltsgarantie

In der Wahlordnung muss bei der Abwägung der widerstreitenden Interessen immer gegeben sein, dass die Einschränkungen von Wahlgrundsätzen auf ein Mindestmaß reduziert werden und zugleich einen maximalen Schutz des Wesensgehalts der Wahlrechte sichergestellt wird.³⁵

5. Verpflichtung zum Erlass wesentlicher Regelungen in der Wahlordnung

Hochschulen sind auf Grundlage der gesetzlichen Bestimmungen, die einen weiten Gestaltungsspielraum eröffnen, nicht nur berechtigt, sondern auch verpflichtet, in der Wahlordnung die wesentlichen Regelungen zu treffen, die eine Einhaltung der Wahlgrundsätze gewährleisten. Das erfordert bei der Einführung von Online-Wahlen hinsichtlich einzelner Wahlgrundsätze, unabhängig davon, ob die bei der Wahl tatsächlich eingesetzte Software die Wahlgrundsätze einhält, klare Vorgaben durch die Formulierung technikneutraler abstrakter Ziele.³⁶

- a) In der Wahlordnung muss geregelt sein, wie die Authentifizierung der Wahlberechtigten am Wahlportal erfolgt.³⁷
- b) Zur Einhaltung des Wahlgeheimnisses und des Grundsatzes der Selbstorganisation ist eine rechtliche Grundlage zur Beteiligung von Dritten an der Durchführung der Wahl erforderlich. Diese Grundlage kann in der Wahlordnung geschaffen werden. Dies ist insbesondere dann erforderlich, wenn die Wahl durch eine Firma durchgeführt wird.³⁸
- c) Um Geheimheit und Freiheit der Wahl einzuhalten, muss die Wahlordnung den Wählenden vorschreiben, bei der Wahl eine Erklärung abzugeben, dass sie ihre Stimme persönlich abgegeben haben.³⁹

6. zulässige Einschränkung des Wahlgeheimnisses

Es stellt keinen Verstoß gegen das Wahlgeheimnis dar, dass der Bildschirm des bei der Wahlhandlung verwendeten Geräts möglicherweise einsehbar ist oder ein Bildschirmausdruck möglich ist.⁴⁰

7. Mindestanforderungen an die Öffentlichkeit

Eine Online-Wahl ist im Einklang mit der Öffentlichkeit der Wahl, wenn die im

³³Dies kann als Stärkung der Allgemeinheit gesehen werden und ist in manchen Ländern im Hochschulgesetz vorgesehen (Siehe Wahlgrundsätze in Abschnitt 3.1 und Abschnitt 3.2.1).

³⁴OVG Thüringen v. 25.03.2021 – 4 KO 395/19 2021, Rn. 66 - 71; OVG Thüringen v. 30.05.2013 – 1 N 240/12 2013, (53 ff.).

³⁵OVG Thüringen v. 25.03.2021 – 4 KO 395/19 2021, Rn. 85.

³⁶OVG Thüringen v. 25.03.2021 – 4 KO 395/19 2021, Rn. 80.

³⁷OVG Thüringen v. 25.03.2021 – 4 KO 395/19 2021, Rn. 81 - 93.

³⁸OVG Thüringen v. 25.03.2021 – 4 KO 395/19 2021, Rn. 94 - 96.

³⁹OVG Thüringen v. 25.03.2021 – 4 KO 395/19 2021, Rn. 97.

⁴⁰OVG Thüringen v. 25.03.2021 – 4 KO 395/19 2021, Rn. 74.

3. Rechtlicher Rahmen

Wahlcomputer-Urteil des Bundesverfassungsgerichts aus dem Jahr 2009⁴¹ beschriebenen Mindestanforderungen erfüllt sind. Das umfasst die Möglichkeit der Kontrolle der eigenen Wahlhandlung und Stimmabgabe durch alle Wählenden (individuelle Überprüfbarkeit) sowie die Möglichkeit für alle Wählenden, den Auszählungsprozess zu reproduzieren (universelle Überprüfbarkeit). Das Gericht betont, dass es die Einhaltung dieser Anforderungen bei der tatsächlichen Durchführung der Wahlen durch die Universität Jena nicht geprüft hat.⁴²

Dieses Urteil bezieht sich insgesamt auf die Wahlordnung der Universität Jena⁴³, in der abstrakt die Durchführung der Wahl geregelt ist. Die Wahlen werden dann im Rahmen der Regelungen der Wahlordnung durchgeführt. Die konkrete Durchführung der Wahl und die Einhaltung der Regelungen der Wahlordnung waren nicht Gegenstand der Prüfung durch das Gericht.

3.4.2. Maßstäbe zur Einschränkung von Wahlgrundsätzen

Neben der Feststellung, dass die Abwägungsentscheidung durch eine Satzung zu treffen ist und welche Bestimmungen zwingend in dieser Satzung enthalten sein müssen, konkretisiert das Gericht die Prüfungsmaßstäbe für die Einschränkung von Wahlgrundsätzen. Die Einschränkungen von Wahlgrundsätzen müssen auf ein Mindestmaß reduziert und der Wesensgehalt der Wahlgrundsätze maximal geschützt werden. Konfliktierende Wahlgrundsätze müssen mittels praktischer Konkordanz in schonenden Ausgleich gebracht werden.⁴⁴ Letztlich muss geprüft werden, ob nach Abwägung der einzelnen Konflikte zwischen Wahlgrundsätzen in der Gesamtschau die Einschränkung von Wahlgrundsätzen gerechtfertigt werden können. Als Rechtfertigung können insbesondere die vom Oberverwaltungsgericht Thüringen aufgezeigten Rechtfertigungen dienen.

⁴¹ *BVerfGE* 123, 39 2009.

⁴² *OVG Thüringen v. 25.03.2021 – 4 KO 395/19 2021*, Rn. 78.

⁴³ *Wahlordnung der Uni Jena 2021*.

⁴⁴ Ständige Rechtsprechung des Bundesverfassungsgerichts u. a. *BVerfGE* 41, 29 1975; *BVerfGE* 89, 214 1993; *BVerfG v. 24.09.2003 – 2 BvR 1436/02 2003*.

4. Technische Lösungen

4.1. Gegenüberstellung von Wahlgrundsätzen und technische Lösungen

Nachdem im letzten Kapitel auf den rechtlichen Rahmen für die Durchführung von Online-Wahlen eingegangen wurde, soll nun für die beschriebenen Anforderungen¹ auf konkrete technische Lösungen für Online-Wahlen eingegangen werden.

Die Anforderungen an eine Wahlsoftware sind hochgradig komplex. Durch die diversen widerstreitenden Interessen der verschiedenen Wahlgrundsätze ergeben sich technische Gestaltungsziele, die nur sehr schwer miteinander in Einklang gebracht werden können. Neben diesen Konflikten muss eine Wahlsoftware dazu dienen, die Einschränkung von Wahlgrundsätzen auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Bernhard u. a. (2017, S. 2) spricht von der Herausforderung mit fragiler Technologie einen vertrauenswürdigen, überzeugenden Nachweis über die Korrektheit des Ergebnisses zu bieten ohne das Wahlgeheimnis zu brechen in einer Welt, wo keinem Menschen und keiner Maschine vertraut werden kann. Die resultierende Software muss durch die Wählenden dennoch benutzbar sein.

Ziel dieses Kapitels ist, technische Lösungen zu finden, welche die rechtlichen Anforderungen erfüllen und bei Zielkonflikten mögliche Lösungsansätze aufzuzeigen, zwischen denen eine Auswahl getroffen werden muss. Auch in diesem Kapitel liegt der Fokus auf der Öffentlichkeit der Wahl. Die übrigen Wahlgrundsätze werden der Vollständigkeit halber dennoch betrachtet. Ausgenommen ist lediglich die Unmittelbarkeit der Wahl, da hier keine besonderen Anforderungen bestehen.

4.1.1. Allgemeinheit der Wahl

einfache und intuitive Benutzbarkeit Um sicherzugehen, dass alle Wahlberechtigten möglichst geringe Hürden bei der Wahl haben, muss die Online-Wahl-Software einfach und intuitiv benutzbar sein (Bernhard u. a., 2017, S. 6). Das umfasst das Ausfüllen und Absenden des Stimmzettels, was z. B. durch Hilfstexte einfacher gestaltet werden kann als bei einer Urnenwahl.

Besonders wichtig ist allerdings eine einfache Authentifizierung. Aufwändige Authentifizierungsmethoden stellen eine Hürde dar, die Wahlberechtigte dazu bringen könnte, den Wahlvorgang abzubrechen und auf ihr Wahlrecht zu verzichten.

Erreichbarkeit Die größte Hürde für die Teilnahme an einer Online-Wahl wäre, dass die Online-Wahl-Software zum Zeitpunkt der Wahl nicht erreichbar ist. Dabei ist unerheblich,

¹Siehe Tabelle 3.1.

4. Technische Lösungen

ob dies durch einen technischen Fehler oder durch einen Angriff bedingt ist. Zur Sicherung der Erreichbarkeit dienen die klassischen Maßnahmen wie redundante Server und eine Lastenverteilung zwischen den Servern. Es empfiehlt sich bei Online-Wahlen, einen Wahlzeitraum von mehreren Tagen, am Besten von einer Woche zu haben. Da Ausfälle nie vollständig auszuschließen sind, müssen durch ein entsprechendes Monitoring Ausfälle erkannt werden. Die Wahlleitung muss darauf reagieren können. Es ist ratsam, in der Wahlordnung für einen solchen Ausfall Möglichkeiten zur Reaktion zu geben, z. B., dass die Wahlleitung den Wahlzeitraum verlängern kann.

Neben der Erreichbarkeit der Online-Wahl-Website benötigen alle Wahlberechtigten ein internethfähiges Gerät. Der Zugang dazu z. B. über die Bibliothek muss ebenfalls sichergestellt werden. Es ist nicht erforderlich, dass dieser Zugang durchgängig besteht, allerdings muss im Sinne eines gleichberechtigten Zugangs zur Wahl die Nutzung zu üblichen und öffentlich einsehbaren Öffnungszeiten und zu einem überwiegenden Teil des Wahlzeitraums möglich sein.

4.1.2. Gleichheit der Wahl

Authentifizierung der Wählenden Die Authentifizierung der Wählenden ist eines der großen Probleme bei der Durchführung von Online-Wahlen. Es muss sichergestellt werden, dass alle Wahlberechtigten, aber auch nur die Wahlberechtigten wählen können. Bei einer regulären Urnenwahl wird durch die Prüfung eines amtlichen Lichtbildausweises die Identität festgestellt und damit sichergestellt, dass das Wahlrecht als höchstpersönliches Recht ausgeübt wird. Es ist technisch nicht möglich, dieses Sicherheitsniveau bei einer Online-Wahl zu erreichen (Gutjahr, Spiecker Gen. Döhmann und Volkamer, 2023, S. 8 - 9).

Die technischen Lösungen für die Authentifizierung der Wählenden sind vielfältig. Denkbar ist der klassische Einsatz eines Nutzernamens z. B. der Matrikelnummer und eines Passworts; möglich ist die Ergänzung eines zweiten Faktors z. B. durch einen Token in einer App auf dem Smartphone oder einen Bestätigungscode per E-Mail oder SMS. Sicherere Verfahren wären unter anderem mit Biometrie (z. B. Fingerabdruck, Gesichtscan etc.) oder neuem Personalausweis. Bei Hochschuldiensten sind zur Authentifizierung Lösungen mit Single-Sign-On üblich. Damit kann über ein Benutzerkonto bei der Hochschule auf verschiedene Dienste zugegriffen werden. Dahinter steht in der Regel die Authentifizierung mit Nutzernamen und Passwort. Es ist je nach Hochschule möglich, eine Zwei-Faktor-Authentifizierung einzurichten.

Wenn Wahlberechtigte vorsätzlich ihre Zugangsdaten weitergeben möchten, können sie technisch kaum davon abgehalten werden (Gutjahr, Spiecker Gen. Döhmann und Volkamer, 2023, S. 8). Die Hürden, um im fremden Namen abzustimmen ohne das Wissen der betroffenen Person, müssen allerdings durch geeignete technische Maßnahmen möglichst hoch sein.

Abgleich mit dem Wählerverzeichnis Um die Zählwertgleichheit als Ausfluss der Gleichheit der Wahl sicherzustellen, muss nach der Authentifizierung der Wählenden überprüft werden, ob die Person bereits gewählt hat. Dieses Verfahren ist derart von der Stimmabgabe zu trennen, dass im Sinne der Geheimheit der Wahl keine Verbindung

zwischen der Person und ihrer Stimme hergestellt werden kann. Die entsprechenden Verfahren sind im Abschnitt zur Geheimheit der Wahl² beschrieben.

Schutz vor verfrühter Auszählung Um sicherzustellen, dass nicht während der Wahl schon Zwischenstände des Wahlergebnisses festgestellt werden können, müssen die Stimmen verschlüsselt in der digitalen Wahlurne gespeichert werden. Außerdem muss sichergestellt werden, dass die Entschlüsselung erst nach der Wahl stattfindet. Die technische Umsetzung erfolgt im Rahmen der Anforderung der Vertraulichkeit der Stimme/Unverknüpfbarkeit von Person und Stimme. Näheres wird im Abschnitt zur Geheimheit der Wahl³ beschrieben.

Integrität, Schutz vor Man-in-the-middle-Angriffen Die Integrität von Daten ist eines der klassischen Schutzziele der Datensicherheit. Bei Online-Wahlen muss unterschieden werden zwischen der Datenintegrität bei der Kommunikation über das Internet und der Integrität, der auf Wahlservern gespeicherten Daten (Konsistenz). Auf der Kommunikationsebene genügen die üblichen Methoden zur Kommunikation über das Internet auf dem jeweils aktuellen Stand der Technik (derzeit klassischerweise TCP und TLS). Hierfür können auch asymmetrische Verschlüsselungsverfahren zum Einsatz kommen, die nicht quantensicher sind, wenn die Daten selbst auf andere Weise quantensicher verschlüsselt wurden. Die Konsistenz der gespeicherten Daten kann durch Verifizierbarkeit sichergestellt werden.

Bei Online-Wahlen besteht, wie bei anderen Anwendungen, die über das Internet kommunizieren, das Risiko eines Man-in-the-Middle-Angriffs⁴ (Richter, 2012, S. 132 - 133). Dabei wird der Netzwerkverkehr der Betroffenen manipuliert. Es können zum einen Netzwerddaten abgefangen, mitgelesen und verändert werden. Derartige Angriffe können durch verschlüsselte Kommunikation (z. B. TLS) verhindert werden. Die Möglichkeit, den Eingang der eigenen Stimme zu überprüfen (individuelle Verifizierbarkeit), fördert auch den Schutz vor diesen Angriffen.

4.1.3. Freiheit der Wahl

Schutz vor Beeinflussung (*coercion resistance*) Durch die Freiheit der Wahl soll verhindert werden, dass Wählende bei ihrer Wahl beeinflusst werden, sei es durch Versprechen (z. B. eine Geldzahlung, wenn eine bestimmte Wahl erfolgt), Bedrohung oder anderweitige Beeinflussung. Bei Online-Wahlen fehlt der bei Wahlen im Wahllokal übliche Schutz durch die Wahlhelfenden. Um dies bei einer Online-Wahl sicherzustellen, muss es Wählenden möglich sein, vorzutäuschen, dass sie der Anweisung Dritter gefolgt sind. Es darf also für Dritte nicht unterscheidbar sein, ob entsprechend ihrer Anweisung gewählt wurde oder nicht (Juels, Catalano und Jakobsson, 2005, S. 65).

Das OVG Thüringen verlangt in seinem Urteil vom 25.03.2021 ausdrücklich, dass beim Wahlvorgang eine Erklärung abgegeben wird, dass die Stimme persönlich abgegeben

²Siehe *Vertraulichkeit der Stimme/Unverknüpfbarkeit von Person und Stimme* in Abschnitt 4.1.4.

³Siehe *Vertraulichkeit der Stimme/Unverknüpfbarkeit von Person und Stimme* in Abschnitt 4.1.4.

⁴Siehe Abschnitt 3.2.2.

4. Technische Lösungen

wurde.⁵ Dies muss aus rechtlichen Gründen in der Wahlsoftware umgesetzt werden, stellt aber technisch gesehen keine Lösung dar.

Eine Idee, um einerseits die persönliche Abgabe der Stimme sicherzustellen und andererseits die Beeinflussung durch Dritte zu verhindern, ist eine Kameraaufnahme während des Wahlvorgangs (Richter, 2012, S. 335 ff.). Diese Lösung ist mit hohem Aufwand verbunden, da die Videoaufzeichnungen zumindest in Stichproben gesichtet werden müssen. Außerdem greift die Videoaufzeichnung in die Persönlichkeitsrechte der Wählenden⁶ und, sofern die Person in ihrer Wohnung wählt, in die Unverletzbarkeit der Wohnung⁷ ein. Diese Lösungsidee erscheint nicht zielführend.

Weitere Lösungsmöglichkeiten sind, die Möglichkeit zur Abgabe mehrerer Stimmen, wovon nur die letzte Stimme zählt, (*re-voting*) oder eine Stimmabgabe vorzutäuschen (*fake-voting*). Wenn die Online-Wahl parallel zu einer Urnenwahl stattfindet, sind auch technische Lösungen möglich, wo die Stimmabgabe an der Urne Vorrang vor der Online-Wahl hat. Diese Verfahren erhöhen die Hürden zur Beeinflussung der Wählenden, keines dieser Verfahren kann jedoch vollständigen Schutz gewährleisten. Mit dem Wissen über die bestehenden technischen Möglichkeiten, kann immer ein Weg gefunden werden, Einfluss zu üben. Auch die Benutzbarkeit der Wahlsoftware und die Nachvollziehbarkeit des Wahlergebnisses werden durch derartige Verfahren eingeschränkt. Ein bedeutendes Risiko bei *re-voting* ist, dass eine Person Zugangsdaten missbraucht und an Stelle der Person ohne ihr Wissen eine neue Stimme abgibt.

Die Wahlsoftware Civitas (Clarkson, Chong und Myers, 2008) ermöglicht sowohl *re-voting* als auch *fake-voting*. Alle Wählenden haben die Möglichkeit, falsche Zugangsdaten zu generieren. Diese funktionieren wie korrekte Zugangsdaten, der Eingang der Stimmen in die digitale Wahlurne kann verifiziert werden. Bei der Auszählung und Entschlüsselung der Stimmen, werden diese Stimmen allerdings verworfen. Beim *re-voting* wird nicht einfach die letzte Stimme gewertet. Die Stimme muss die anderen bisher abgegebenen Stimmen wiederholen, um zu verhindern, dass nach Abgabe der Stimme von Dritten die Stimme verändert wird. Dieses System zeigt sehr gut beispielhaft die genannten Schwierigkeiten auf. Es ist sehr komplex und damit nur für wenige Personen zum Schutz vor Beeinflussung nutzbar. Zudem hat auch dieses System Voraussetzungen. In diesem Fall ist zwingend notwendig, dass die Generierung von Zugangsdaten unbeeinflusst stattfinden kann. Sofern hier ungenügende Maßnahmen ergriffen werden, wird dies zum schwächsten Kettenglied, an dem ein Angriff weiterhin möglich ist.

4.1.4. Geheimheit der Wahl

Vertraulichkeit der Stimme/Unverknüpfbarkeit von Person und Stimme Technisch betrachtet, bedeutet das Wahlgeheimnis die Vertraulichkeit der abgegebenen Stimme. Konkret darf für eine beliebige Person nicht feststellbar sein, wie sie gewählt hat (Benaloh, 1987, S. 74 - 75). Das umfasst insbesondere, dass keine Verbindung zwischen einer Person und ihrer Stimme möglich sein darf.

⁵ OVG Thüringen v. 25.03.2021 – 4 KO 395/19 2021, (Rn. 97).

⁶ Art. 2 GG.

⁷ Art. 13 Abs. 1 GG.

Eine Möglichkeit besteht darin, dass beim Verschicken der Stimme an den Wahlserver bereits die Stimme anonymisiert ist. Eine mögliche Lösung, die z. B. in der Software Civitas (Clarkson, Chong und Myers, 2008, S. 6) eingesetzt wird, ist, bei der Authentifizierung einen anonymen Wahltoken zurückzugeben. Es wird im weiteren Verfahren durch diesen Token die Gleichheit der Wahl sichergestellt. Neben der Tatsache, dass ein solches Verfahren durch Weitergabe des Tokens eine Stimmabgabe durch Dritte erleichtert, führt dieses Verfahren dazu, dass nicht verifiziert werden kann, dass die einzelnen Stimmen von Wahlberechtigten abgegeben wurden. Damit ist mit einem solchen Verfahren keine universelle Verifizierbarkeit mehr möglich.

Eine Alternative ist, die Stimme bei der Stimmabgabe direkt zu verschlüsseln, wie von Benaloh (1987, S. 83 - 86) vorgeschlagen. Die Verbindung zur Person besteht dann weiterhin, nicht unbedingt direkt, aber zumindest über ein Pseudonym. In diesem Fall kann durch Auszählen einzelner Stimmen oder von Teilen der digitalen Wahlurne das Wahlgeheimnis gebrochen werden. Um das zu verhindern, muss sichergestellt werden, dass mehrere Schlüssel zum entschlüsseln benötigt werden. Dabei kann eine Verschlüsselung mit mehreren Schlüsseln oder ein sogenanntes Schwellwert-Kryptosystem zum Einsatz kommen. Bei einem Schwellwert-Kryptosystem werden mehrere private Schlüssel durch verschiedene Vertrauenspersonen generiert und zu einem öffentlichen Schlüssel kombiniert. Zur Entschlüsselung eines mit dem öffentlichen Schlüssel verschlüsselten Datensatzes müssen mindestens eine bestimmte Anzahl dieser Personen ihren Schlüssel dafür einsetzen (Benaloh, 2006, S. 1 - 2). Der Schutz basiert also auf dem Vertrauen darin, dass unter den Vertrauenspersonen keine Teilmenge, die groß genug ist, um das Ergebnis zu entschlüsseln, dies missbräuchlich tut.⁸ Die Einhaltung der Anforderung des Schutzes vor verfrühter Auszählung⁹ fußt in diesem Fall ebenfalls auf dem Vertrauen in diese Gruppe von Vertrauenspersonen. Die Zahl dieser Personen und die Auswahl passender Personen ist entscheidend für die objektive Sicherheit des Verfahrens und das subjektive Vertrauen der Wählenden in das Verfahren.

dauerhaftes Wahlgeheimnis Da das Wahlgeheimnis auf Dauer gilt¹⁰, darf die Einhaltung des Wahlgeheimnisses nicht auf kryptografischen Verfahren beruhen, die zukünftig z. B. durch Quantencomputer gebrochen werden können (Moran und Naor, 2006, S. 2 - 3). An Standards für quantensicherer asymmetrische Kryptografie wird derzeit noch gearbeitet, sie dürften aber in absehbarer Zeit zur Verfügung stehen (Strand, 2021). Auch für komplexe Verschlüsselungsmethoden, wie Schwellwert-Kryptosysteme, gibt es quantensichere Lösungen (Qin u. a., 2012). Dementsprechend dürfte diese Anforderung zumindest in der Zukunft keine Hürde darstellen.

Belegfreiheit (*receipt freeness*) Um das Wahlgeheimnis zu wahren, muss die Wahlsoftware verhindern, dass Wählende Dritten nachweisen können, wie sie gewählt haben (Benaloh und Tuinstra, 1994, S. 544). Die Herausforderung hinter dieser Anforderung ergibt sich erst

⁸Das Vertrauen in diese Personen bezieht sich nicht nur darauf, dass diese Personen das Wahlgeheimnis nicht aus eigenem Interesse brechen. Die Personen müssen das Wahlgeheimnis auch dann wahren, wenn sie durch Dritte unter Druck gesetzt werden.

⁹Siehe *Schutz vor verfrühter Auszählung* in Abschnitt 4.1.2.

¹⁰Siehe Abschnitt 3.2.5.

4. Technische Lösungen

durch die Kombination mit der Anforderung der individuellen Verifizierbarkeit. Lösungen, um diesen Konflikt aufzulösen, werden im folgenden Abschnitt zu Verifizierbarkeit beschrieben.¹¹

Um zu verhindern, dass durch Bildschirmfotos oder -videos Belege über das Wahlverhalten möglich sind, kann *re-voting* und *fake-voting* eingesetzt werden.¹²

Ausspähung von Daten durch Schadsoftware Da bei Online-Wahlen die privaten Geräte der Wählenden verwendet werden, lässt sich nicht sicherstellen, dass die verwendeten Geräte sicher sind. Korrumptierte Geräte können zu einem Datenabfluss führen. Aus diesem Grund ist es wichtig die Wählenden darauf hinzuweisen, ihre Geräte vor Schadsoftware zu schützen.

4.1.5. Öffentlichkeit der Wahl

Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit Wie im letzten Kapitel beschrieben¹³, ist es zur Wahrung der Öffentlichkeit der Wahl erforderlich, dass die Wählenden die Wahl in allen wesentlichen Schritten verifizieren können.

Eine Lösung dafür ist die Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit. Diese besteht laut der Definition von Benaloh, Rivest u. a. (2015, S. 3) aus den folgenden drei Stufen:

1. Wählende können überprüfen, ob ihr jeweiliger Stimmzettel-Datensatz so abgegeben wurde, wie sie es wollen (*cast as intended*).
2. Wählende können überprüfen, ob ihr Stimmzettel-Datensatz so in der digitalen Wahlurne gespeichert wurde, wie sie ihn abgegeben haben (*recorded as cast*).
3. Jede beliebige Person kann überprüfen, dass das Wahlergebnis der Summe aller gültigen Stimmzettel-Datensätze, die in der digitalen Wahlurne gespeichert sind, entspricht (*tallied as recorded*).

Durch die ersten beiden Stufen können alle Wählenden jeweils für sich verifizieren, dass ihre eigene abgegebene Stimme am Ende bei der Auszählung der Wahl korrekt mitgezählt wurde (individuelle Überprüfbarkeit). Die letzte Stufe ermöglicht allen Personen, zu verifizieren, dass die Wahl korrekt aufgrund der in der digitalen Wahlurne gespeicherten Stimmzettel ausgezählt wurde (universelle Überprüfbarkeit) (Richter, 2012, S. 140 - 141). Wichtiger Teil als Ergänzung der universellen Verifizierbarkeit ist die Verifizierbarkeit der Wahlberechtigung aller Personen, die an der Wahl teilgenommen haben (*eligibility verifiability*) (Bernhard u. a., 2017, S. 3). Die primäre Schwierigkeit bei der Entwicklung von Lösungen für Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit ist die Einhaltung des Wahlgeheimnisses, besonders der Belegfreiheit.

¹¹Siehe *Umsetzung der Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit* in Abschnitt 4.1.5.

¹²Siehe 4.1.3.

¹³Siehe Abschnitte 3.2.6 und 3.4.1.

Umsetzung der Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit Eine einfache Lösung für Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit bei Wahlen mit Wahlgeräten ist, dass beim Wahlvorgang ein Beleg gedruckt wird, der von den einzelnen Wählenden überprüft werden kann, bevor er in eine physische Wahlurne fällt (individuelle Verifizierbarkeit). So wird die Stimme redundant sowohl elektronisch als auch auf Papier gezählt. Durch manuelle Auszählung der Papierstimmzettel kann so das Ergebnis verifiziert werden (universelle Verifizierbarkeit) (Bernhard u. a., 2017, S. 1). Diese Lösung ist allerdings bei Online-Wahlen nicht anwendbar, da der Papierstimmzettel höchstens durch eine Kamera überprüft werden könnte und damit das Wahlgeheimnis gebrochen würde.

Online-Wahl-Systeme verwenden häufig sogenannte kryptografische *public bulletin boards*. Diese dienen dazu, Informationen zu veröffentlichen, ohne, dass Teile dieser Informationen unbemerkt geändert oder gelöscht werden können. Das ist für die Veröffentlichung von allgemeinen Informationen zur Wahl nützlich, wird aber vor allem bei Verifikationsverfahren eingesetzt. Abhängig vom Wahlsystem haben diese *bulletin boards* zusätzliche Eigenschaften, wie die Prüfung der Korrektheit eingehender Nachrichten, bevor diese veröffentlicht werden (Hauser und Haenni, 2016, S. 1). Zur Verhinderung unbemerker Änderungen oder Löschungen kann unter anderem das von Heather und Lundin (2009) vorgeschlagene Verfahren zur kryptografischen Verkettung der Nachrichten im *bulletin board* mit Prüfsummen und Signaturen. Dieses Verfahren ermöglicht nur den Schutz vor Manipulationen von Daten im Vergleich zum letzten Zugriff. Es ist allerdings weder möglich zu prüfen, ob Daten vor dem ersten Zugriff verändert wurden, noch, ob seit dem letzten Zugriff die neu hinzugefügten Nachrichten verändert wurden.

Lösungen für Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit bei Online-Wahlen unter Einhaltung der Belegfreiheit bestehen üblicherweise darin, dass allen Wählenden bei der Stimmabgabe ein geschützter Beleg in Form eines eindeutigen Codes bereitgestellt wird. Dieser Code wird aus den Stimmdaten und den Daten zur Person generiert, um die Eindeutigkeit sicherzustellen. Alle gespeicherten Stimmen werden nach der Wahl in verschlüsselter Form auf einem kryptografischen *public bulletin board* veröffentlicht. Anhand des Codes können die Wählenden eindeutig ihre jeweilige Stimme erkennen und damit prüfen, dass ihre Stimme in der digitalen Wahlurne enthalten ist (*recorded as cast*) (Bernhard u. a., 2017, S. 7).

Die universelle Verifizierbarkeit wird dadurch erreicht, dass jede Person die korrekte Zählung der Stimmen verifizieren kann. Dazu werden auf einem kryptografischen *public bulletin board* die einzelnen verschlüsselten Stimmen veröffentlicht. Anhand der Stimmen und verfahrensspezifisch zusätzlichen Informationen, kann geprüft werden, dass das ermittelte Ergebnis den abgegebenen Stimmen entspricht. Dabei kommen im Wesentlichen 2 Verfahren zum Einsatz, einsereits die homomorphe Verschlüsselung, die es erlaubt ohne Entschlüsselung das Ergebnis zu ermitteln (Benaloh und Fischer, 1985) und andererseits Entschlüsselungsverfahren mit *verifiable shuffling*, die beim Entschlüsseln die Stimmdaten so vermischen, dass kein Rückschluss zu den Wählenden möglich ist (Neff, 2001, S. 123 f.) (Bayer und Groth, 2012).

Zur Verifikation, dass die abgegebene Stimme dem Wählerwillen entspricht (*cast as intended*), ist eine mögliche Lösung, die Stimme bei der Stimmabgabe zu verschlüsseln und die korrekte Verschlüsselung verifizierbar zu machen. Eine Möglichkeit für die Verifikation ist, dass Wählende beliebig viele Stimmen verschlüsseln und testweise wieder entschlüsseln

4. Technische Lösungen

können. Die entschlüsselten Stimmen müssen dann wieder verworfen werden. Es kann also nicht die tatsächlich abgeschickte Stimme entschlüsselt werden, aber das System an sich überprüft werden. Dieses Verfahren wird als Benaloh-Challenge bezeichnet (Benaloh, 2006, S. 5 - 6). Sofern die Verifikation erst nach dem Abschicken erfolgt, muss eine Möglichkeit bestehen, den Stimmzettel zurückzuziehen und durch einen gültigen zu ersetzen z. B. durch *re-voting*.

Nur weil eine Wahlsoftware Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit implementiert hat, ist damit noch nicht die einzelne Wahl mit dieser Software verifiziert. Es bedarf einer Verifizierung durch hinreichend viele Wählende, die sich die Zeit nehmen, Verifikationsprozesse sorgfältig und vollständig durchzuführen und dabei gegebenenfalls entstehende Fehler der Wahlbehörde melden. Nur so ist dann die Wahl tatsächlich verifiziert (Kusters, T. Truderung und A. Vogt, 2011, S. 9 - 12).

Blockchain-Technologie Es gibt Ansätze zur Erfüllung der Nachvollziehbarkeit von Online-Wahlen, die auf Blockchain-Technologie bauen. Allein technisch betrachtet, ergibt der Einsatz dieser im Vergleich zu anderen Lösungen sehr rechenintensiven Technologie wenig Sinn. Bei der organisatorischen Betrachtung von Wahlen, die durch eine zentrale Autorität¹⁴ durchgeführt werden, ist eine dezentrale Struktur wenig zielführend. Blockchain-Technologie führt eher zu neuen Problemen und ist daher keine hilfreiche Lösung (Bernhard u. a., 2017, S. 8 - 9).

Zertifizierung Verifikation ersetzt keine Zertifizierung. Wie Volkamer, Schryen u. a. (2009) beschreiben, ist sowohl Verifikation als auch Zertifizierung erforderlich, um eine gute Grundlage für eine vertrauenserweckende Online-Wahl zu schaffen. Die Verifikation ermöglicht im Nachhinein die Prüfung der Korrektheit des Ergebnisses, während die Zertifizierung im Vorhinein sicherstellt, dass die eingesetzte Technik ordnungsgemäß ist. Näheres zur Zertifizierung von Online-Wahl-Software ist in Abschnitt 4.2 beschrieben.

Nachweisbarkeit der Stimmabgabe (collection accountability) Durch die individuelle Überprüfbarkeit können Wählende feststellen, ob ihre Stimme einging. Die Wahlsoftware muss so gestaltet werden, dass Wählende, wenn sie feststellen, dass ihre Stimme nicht eingegangen ist, dafür einen Nachweis erbringen können. So kann sichergestellt werden, dass die Behauptung, dass die Stimme nicht gezählt wurde, nicht ohne jegliche Grundlage aufgestellt werden kann (Bernhard u. a., 2017, S. 3).

Eine Nachweisbarkeit von *cast as intended* ist nicht möglich. Zum einen ist es unmöglich, nachzuweisen, was der tatsächliche Wille der Person war. Außerdem müsste das Wahlgeheimnis gebrochen werden, damit geprüft werden kann, ob eine dem Willen entsprechenden Stimme abgegeben wurde.

Ein Nachweis über die Stufe *recorded as cast* ist nicht von derartigen Problemen betroffen, aber technisch schwierig umzusetzen. Wenn eine Person bei der Wahlhandlung einen

¹⁴Dabei ist bei verifizierbarer Wahlsoftware unerheblich, ob dieser zentralen Autorität vertraut wird oder nicht.

geschützten Beleg¹⁵ erhält, kann mit diesem Beleg nachgewiesen werden, dass ein Stimmzettel nicht in der digitalen Wahlurne einging, wenn der entsprechende Code nicht auf dem kryptografischen *public bulletin board* auftaucht. Bisher bestehende Lösungsansätze (Chaum u. a., 2009, S. 613) (Benaloh, 2008, S. 2) (Bell u. a., 2013, S. 19 - 22) basieren auf gedruckten Belegen. Eine Übertragung auf Online-Wahlen ist daher nicht ohne weiteres möglich. Hier besteht noch Forschungsbedarf. Sofern die Stufe *recorded as cast* universell verifizierbar wäre, würde sich daraus die Nachweisbarkeit ergeben.

Streitauflösung (*dispute resolution*) Wenn es bei einer Wahlsoftware Verifikationsmechanismen gibt, kann es Personen geben, bei denen diese Verifikation scheitert. Damit fehlerhafte Wahlen wiederholt werden und das Vertrauen in die Wahlen gewahrt bleibt, muss es möglich sein, zu unterscheiden, ob die Verifikation bei dieser Person tatsächlich scheitert oder, ob es sich um eine Falschbehauptung handelt (Bernhard u. a., 2017, S. 3). Verfahren zur Streitauflösung sind untrennbar mit den Verfahren zur Verifikation und zur Nachweisbarkeit der Stimmabgabe verbunden. Hier besteht dementsprechend ebenfalls noch Forschungsbedarf.

Softwareunabhängigkeit Software enthält immer Fehler. Damit das zu keinem Problem wird, hat Rivest (2008, S. 3761) das Konzept der softwareunabhängigen Wahlsoftware vorgeschlagen, bei der die Korrektheit des Ergebnisses nicht darauf beruht, dass der Korrektheit der Software vertraut werden muss. Er definiert Softwareunabhängigkeit so, dass unentdeckte Veränderungen oder Fehler in der Software das Wahlergebnis nicht verändern dürfen oder anders gesagt, jede Veränderung und jeder Fehler, die das Wahlergebnis verändern können, immer erkannt werden müssen. Wenn das Wahlergebnis verifiziert werden kann, spielt die darunterliegende Software keine Rolle und muss nicht geprüft werden.

Bei strenger Softwareunabhängigkeit werden Fehler nicht nur festgestellt, es besteht auch immer die Möglichkeit das Wahlergebnis zu korrigieren, ohne die Wahl wiederholen zu müssen (Rivest, 2008, S. 3762). Strenge Softwareunabhängigkeit beinhaltet zwingend Nachweisbarkeit der Stimmabgabe und Streitauflösung.

Es existieren bisher nur Verfahren zur Sicherstellung von Softwareunabhängigkeit, die auf Papierbelegen basieren. Diese stellen dann auch strenge Softwareunabhängigkeit sicher. Für Fernwahlen¹⁶ sind auch für schwache Softwareunabhängigkeit keine Lösungsansätze bekannt.

4.1.6. Zusammenfassung

Die folgende Tabelle 4.1 gibt eine zusammenfassende Übersicht der aus Wahlgrundsätzen abgeleiteten Anforderungen und der entsprechenden technischen Lösungsansätze.

¹⁵Siehe *Umsetzung der Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit* in Abschnitt 4.1.5.

¹⁶Fernwahlen zeichnen sich dadurch aus, dass nicht vor Ort gewählt wird. Der Begriff umfasst Briefwahlen und Online-Wahlen.

Wahlgrundsatz	Anforderung	konkrete Lösungen
Allgemeinheit der Wahl	einfache und intuitive Benutzbarkeit	muss berücksichtigt werden, benötigt keine besondere technische Lösung
	Erreichbarkeit	redundante Server, Lastenverteilung (<i>load balancing</i>), Monitoring der Verfügbarkeit, langer Wahlzeitraum, Regelung zum Umgang mit Ausfällen
	Möglichkeit zur Teilnahme auch ohne eigenes internetfähiges Endgerät	öffentlicher Zugang zu internetfähigen Geräten (z. B. über die Bibliothek)
Gleichheit der Wahl	Gleichbehandlung der Wählenden	muss berücksichtigt werden, benötigt keine besondere technische Lösung
	Authentifizierung der Wählenden	Authentifizierung mit Single-Sign-On, Token, mehreren Faktoren, Biometrie, neuem Personalausweises
	Abgleich mit dem Wählerverzeichnis	anonyme Authentifizierungstoken, verschlüsselte Stimmabgabe bei bestehender Verbindung zwischen Stimme und Person; muss zwingend kombiniert mit Unverknüpfbarkeit von Person und Stimme gelöst werden (siehe Vertraulichkeit der Stimme/Unverknüpfbarkeit von Person und Stimme)
	Schutz vor verfrühter Auszählung	Verschlüsselung mit mehreren Schlüsseln oder einem Schwellwert-Kryptosystem (siehe Vertraulichkeit der Stimme/Unverknüpfbarkeit von Person und Stimme)
	Integrität, Schutz vor Man-in-the-middle-Angriffen	TCP, verschlüsselte Kommunikation (z. B. TLS), Verifizierbarkeit
	Verhinderung versehentlich ungültigen Stimmzettel	Simple zu setzen, keine besondere technische Lösung benötigt. Erfordert die Prüfung der Gültigkeit der Abstimmungsdaten und das Anzeigen einer Fehlermeldung bei Bedarf.
	Einheitlichkeit bei verschiedenen Wahlmodi	muss berücksichtigt werden, benötigt keine besondere technische Lösung

Wahlgrundsatz	Anforderung	konkrete Lösungen
Freiheit der Wahl	Schutz vor Beeinflussung (<i>coercion resistance</i>)	Abgabe einer Erklärung über die persönliche Stimmabgabe, Kameraaufnahme während des Wahlvorgangs, <i>re-voting</i> , <i>fake-voting</i> , Vorrang einer parallelen Urnenwahl
	Recht zur ungültigen Stimme	Simple zu setzen, keine besondere technische Lösung benötigt. Erfordert im Stimmzettel eine Feld oder einen Button, mit dem ungültig abgestimmt werden kann.
Unmittelbarkeit der Wahl	keine besonderen Anforderungen an Online-Wahlen	
Geheimheit der Wahl	Vertraulichkeit der Stimme/Unverknüpfbarkeit von Person und Stimme	anonyme Authentifizierungstoken, verschlüsselte Stimmabgabe bei bestehender Verbindung zwischen Stimme und Person (Verschlüsselung mit mehreren Schlüsseln oder einem Schwellwert-Kryptosystem)
	dauerhaftes Wahlgeheimnis	Post-Quanten-Kryptographie
	Belegfreiheit (<i>receipt freeness</i>)	geschützte Belege, homomorphe Verschlüsselung, <i>verifyable shuffling</i> (siehe öffentliche Überprüfbarkeit)
	Ausspähung von Daten durch Schadsoftware	Hinweis auf Schutz vor Schadsoftware
	Schutz vor <i>sicilian attack</i>	muss berücksichtigt werden, benötigt keine besondere technische Lösung
Öffentlichkeit der Wahl	öffentliche Überprüfbarkeit	Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit (geschützte Belege, Veröffentlichung aller Stimmen auf kryptografischem <i>public bulletin board</i> , homomorphe Verschlüsselung, <i>verifyable shuffling</i> , Überprüfung verschlüsselter Stimmen vor der Abgabe (Benaloh-Challenge))
		Blockchain-Technologie
		Nachweisbarkeit der Stimmabgabe (<i>collection accountability</i>), Streitauflösung (<i>dispute resolution</i>), Softwareunabhängigkeit

Tabelle 4.1.: Gegenüberstellung von Wahlgrundsätzen, Anforderungen und technischen Lösungen.

4.2. Zertifizierung von Online-Wahl-Software

Ein wichtiger Aspekt für das Vertrauen in eine Online-Wahl ist der Einsatz zertifizierter Software. Das gilt für alle eingesetzten Software-Bestandteile sowohl seitens der Wählenden als auch auf Wahlservern für Stimmabgabe, Auszählung der Stimmen und Verifikationssoftware. Neben Industriestandards wie ISO 27001¹⁷ für die IT-Sicherheit des Systems, ist auch spezielle Zertifizierung für Online-Wahl-Software erforderlich. An dieser Stelle wird auf die Zertifizierung nach Common Criteria-Schutzprofilen des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) zurückgegriffen.

Das BSI hat 2008 das Schutzprofil *Basissatz von Sicherheitsanforderungen an Online-Wahlprodukte*¹⁸ unter der Kennung BSI-CC-PP-0037 zertifiziert. Nach diesem Schutzprofil ist ausschließlich die Software POLYAS CORE 2.5.4 zertifiziert worden.¹⁹ Neue Software wird vom BSI nicht mehr zertifiziert.²⁰

Das BSI hat allerdings kürzlich ein neues Schutzprofil für Online-Wahl-Systeme für nicht-politische Wahlen zertifiziert. Dieses wird zeitnah veröffentlicht.²¹ Bisher ist nur die zur Zertifizierung eingereichte Version öffentlich zu finden.²² Die sechs Wahlgrundsätze werden als Anforderungen zugrunde gelegt und auf technische Einzelziele heruntergebrochen. In Bezug auf die Öffentlichkeit der Wahl wird insbesondere die Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit gefordert. Es wird nicht beschrieben, welche Wahlen unter „nicht-politische Wahlen“ fallen. Als Beispiel wird wiederholt die Wahl von Gleichstellungsbeauftragten genannt. Ob Wahlen an Hochschulen darunter fallen, ist fraglich, gerade bei den Wahlen der Studierendenschaften und den Wahlen der Gruppe der Studierenden im Senat, zu denen häufig politische Listen gegeneinander antreten.

4.3. konkrete Software-Lösungen

Nachdem auf abstrakte Lösungen zu einzelnen technischen Anforderungen eingegangen wurde, sollen nun konkrete Software-Lösungen betrachtet werden.

Aus einer Landtagsanfrage zu Online-Wahlen an Hochschulen²³ ergibt sich, dass Hochschulen in Baden-Württemberg 2021 überwiegend die Software POLYAS CORE der POLYAS GmbH verwendet haben. Es wurden auch uniWAHL, Moodle, QuestorPro, EvaSys und eine von einer Hochschule selbst programmierte Software eingesetzt. Die im Rahmen dieser Bachelorarbeit erfolgten Anfragen bei Hochschulen und Studierendenschaften haben ergeben, dass neben POLYAS zunehmend die Software uniWAHL verwendet wird.

¹⁷https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Unternehmen- und -Organisationen/Standards- und -Zertifizierung/Zertifizierung- und -Anerkennung/Zertifizierung-von-Managementsystemen/ISO-27001-Basis-IT-Grundschutz/iso-27001-basis-it-grundschutz_node.html (besucht am 14.03.2024).

¹⁸Volkamer und R. Vogt, 2008.

¹⁹Zertifikat für POLYAS CORE 2.5.0 (BSI-DSZ-CC-0862-V2-2021) 2021.

²⁰<https://fragdenstaat.de/anfrage/zertifizierung-von-wahlsoftware-nach-bsi-cc-pp-0037-2008/> (besucht am 14.03.2024).

²¹<https://fragdenstaat.de/anfrage/zertifizierung-von-wahlsoftware-nach-bsi-cc-pp-0037-2008/> (besucht am 14.03.2024).

²²Protection Profile for E-Voting Systems for non-political Elections (BSI-CC-PP-0121) 2023.

²³Drucksache 17/1345 des Landtags von Baden-Württemberg 2021.

Außerdem kamen bzw. kommen GENOLIVE® Voting, EvaSys und Artologik Survey & Report zum Einsatz.²⁴ Moodle, EvaSys, QuestorPro und Artologik Survey & Report sind laut der eigenen Websites für Umfragen oder Lehrevaluationen vorgesehen. Sie haben jedoch allesamt keinen Anspruch als Wahlsoftware zu dienen und sind entsprechend technisch nicht vergleichbar mit den anderen genannten Software-Produkten.²⁵ Aus diesem Grund wird die nähere Betrachtung von Software-Lösungen auf POLYAS, uniWAHL und GENOLIVE® Voting beschränkt. Des Weiteren wird die unter anderem in Estland und bei der Sozialwahl 2023 eingesetzte Software Smartmatic TIVI betrachtet.

4.3.1. POLYAS CORE

Die POLYAS GmbH entwickelt und vertreibt ausschließlich Software zur Durchführung von Online-Wahlen.²⁶ POLYAS ist unter den im Rahmen dieser Bachelorarbeit befragten Hochschulen und Studierendenschaften führender Anbieter von Online-Wahl-Software.²⁷

Es sind im Wesentlichen zwei Versionen der Software zu unterscheiden: POLYAS CORE 2.5.4 und POLYAS CORE 3.0. Letztere gibt es auch als Ende-zu-Ende-verifizierbare Variante POLYAS CORE 3.0 VERIFIABLE. POLIAS CORE ist *closed source*, der Quellcode ist also nicht öffentlich einsehbar und überprüfbar.

Zur Authentifizierung bietet POLYAS die Anmeldung mittels ID (z. B. Matrikelnummer oder E-Mail-Adresse) und Einweg-Passwort an. Diese Zugangsdaten werden den Wählenden per E-Mail oder Brief zugesandt. Alternativ besteht die Möglichkeit per Single-Sign-On über ein pseudonymisiertes Währendenverzeichnis zu wählen. POLYAS bietet auch die Möglichkeit, sich mittels neuem Personalausweis oder einer Zwei-Faktor-Authentifizierung zu authentifizieren.²⁸ Die Software stellt im Rahmen des Authentifizierungsverfahrens sicher, dass die Wahlberechtigten nur einmal ihre Stimme abgeben können. Das konkrete Verfahren hängt von der Software-Version ab.

Die Firma POLYAS verspricht einen Schutz vor DDoS-Angriffen²⁹ über deren Hosting-Anbieter und gewährleistet eine Verfügbarkeit der Wahlsoftware „von mind. 98% oder bis maximal 60 Minuten Ausfall“.³⁰

Um zu verhindern, dass Belege über die abgegebene Stimme möglich sind, zeigt POLYAS auf der Seite zur Bestätigung des Abschickens der Stimmdaten nicht erneut die Abstimmungsdaten.³¹ Dadurch besteht nur ein sehr geringer Schutz der Belegfreiheit, da

²⁴Siehe Abschnitt A.3.2 in Anhang A.

²⁵Moodle: <https://docs.moodle.org/403/de/Umfrage> (besucht am 11.02.2024); EvaSys: <https://evasys.de/evasys/> (besucht am 11.02.2024); QuestorPro: <https://www.blubbsoft.de/Befragungen/Loesung/>; QuestorPro (besucht am 11.02.2024); Artologik Survey & Report: <https://www.artologik.com/de/survey-report> (besucht am 11.02.2024).

²⁶<https://www.polyas.de/produkte> (besucht am 22.03.2024).

²⁷Siehe Abschnitt A.3.2 in Anhang A.

²⁸<https://www.polyas.de/sicherheit/sichere-authentifizierung> (besucht am 26.02.2024).

²⁹DDoS steht für Distributed Denial of Service. Bei DDoS-Angriffen werden Server zur Überlastung gebracht, indem viele Geräte gleichzeitig viele Anfragen stellen. Dieser Angriff soll die Erreichbarkeit einer Online-Wahl-Software einschränken.

³⁰<https://www.polyas.de/sicherheit/systemsicherheit> (besucht am 26.02.2024).

³¹<https://www.polyas.de/sicherheit/wahlgrundsaetze> (besucht am 11.02.2024).

4. Technische Lösungen

durch eine Videoaufzeichnung der Abstimmung dennoch sehr einfach ein Beleg über die abgegebene Stimme erfolgen kann.

Möglichkeiten zur Verifikation der Wahl durch die Wählenden können optional hinzugebucht werden. POLYAS bietet zur individuellen Verifikation eine Lösung mit Verifikations-Codes, die durch die Wahlleitung auf einem kryptografischen *public bulletin board* veröffentlicht werden. POLYAS betont, dass diese Verifikationsmethode keinen umfassenden Schutz gegen alle denkbaren Risiken bietet und vor allem dann eingesetzt werden kann, wenn dem Wahlverfahren im Grundsatz vertraut wird.³² Das Verfahren stellt insbesondere keine Verifikation der Stufe *cast as intended* sicher.

POLYAS bietet alternativ die Möglichkeit einer Verifikation der Stimme mit einem zweiten Gerät, um zu verhindern, dass durch Schadsoftware auf dem ersten Gerät eine Manipulation der Stimme erfolgt (Müller und Tomasz Truderung, 2023).³³ Das erste Gerät zeigt einen QR-Code, der den verschlüsselten Beweis für die korrekte Übertragung des abgegebenen Stimmzettels in die digitale Wahlurne beinhaltet. Gemeinsam mit dem zweiten Gerät wird dann der Stimmzettel entschlüsselt und die abgegebene Stimme als Klartext angezeigt. Um zu verhindern, dass der angezeigte Stimmzettel als Beleg über die abgegebene Stimme verwendet werden kann, ist dieser in der Ansicht veränderbar, ohne das Ergebnis in der digitalen Wahlurne zu verändern.³⁴ Auch dieser Schutzmechanismus kann dadurch durchbrochen werden, dass eine Videoaufzeichnung des zweiten Geräts passiert oder der Verifikationsprozess von einer anderen Person beobachtet wird. Außerdem können die Zugangsdaten weitergegeben werden, sodass eine andere Person die Stimme abgibt oder verifiziert.

POLYAS CORE 2.5.4 POLYAS CORE 2.5.4 ist die einzige vom Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik nach dem Schutzprofil *Basissatz von Sicherheitsanforderungen an Online-Wahlprodukte*³⁵ von 2008 zertifizierte Wahlsoftware.³⁶

Bei der Authentifizierung wird ein alterner Token zurückgegeben, der dann zur Wahl dient. Die Stimmabgabe erfolgt über diesen Token anonymisiert. Wählendenverzeichnis und Stimmabgabe laufen auf getrennten Teilsystemen.³⁷

POLYAS bietet außerdem ein Verifikationstool mit dem die Integrität und Authentizität der einzelnen Komponenten des Wahlsystems nach der Wahl überprüft werden können. Außerdem kann mit diesem Tool eine Nachzählung des Wahlergebnisses vorgenommen werden.³⁸ Diese Verifikation allein hat einen geringen Nutzen, da zwar die digitale Wahlurne nachgezählt werden kann, aber für eine vollständige Verifikation ebenfalls verifiziert werden muss, dass die in der Urne enthaltenen Stimmen den abgegebenen Stimmen entsprechen. Kombiniert mit der individuellen Verifikation kann allerdings die Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit sichergestellt werden.

³²<https://www.polyas.de/sicherheit/individuelle-verifikation> (besucht am 11.02.2024).

³³<https://www.polyas.de/sicherheit/individuelle-verifikation> (besucht am 11.02.2024).

³⁴<https://www.polyas.de/sicherheit/individuelle-verifikation> (besucht am 11.02.2024).

³⁵Volkamer und R. Vogt, 2008.

³⁶Siehe Abschnitt 4.2.

³⁷<https://www.polyas.de/sicherheit/wahlgeheimnis> (besucht am 11.02.2024).

³⁸<https://www.polyas.de/sicherheit/wahlergebnisse-ueberpruefen> (besucht am 11.02.2024).

POLYAS CORE 3.0 Bei POLYAS CORE 3.0 werden die Stimmen der Personen direkt auf dem Endgerät der Wählenden verschlüsselt und signiert. Die Stimmdaten werden gesichert über TLS versandt. Bei der Auszählung werden die Stimmen durch *verifiable shuffling* entschlüsselt³⁹ und ausgezählt.

Auch für POLYAS CORE 3.0 bietet POLYAS ein Verifikationstool. Dabei kommen Zero-Knowledge-Beweise⁴⁰ und kryptografische *public bulletin boards*⁴¹ zum Einsatz.⁴² Die Verifikation beruht auf dem Vertrauen in die Korrektheit des Verifikationstools.

POLYAS CORE 3.0 VERIFIABLE bietet Methoden, die sowohl die korrekte Übermittlung und Speicherung als auch die korrekte Auszählung überprüfbar machen, ohne dass technische Vorkenntnisse benötigt werden.⁴³ Die konkrete Funktionsweise wird von POLYAS auf der Website nicht beschrieben und kann daher nicht nachvollzogen und bewertet werden.

Bewertung Nach eigener Aussage der Firma POLYAS hält deren Software „nachweislich die geltenden Wahlgrundsätze ein“⁴⁴. Gleichzeitig beschreibt POLYAS großen Forschungsbedarf.⁴⁵ Beckert u. a. (2021) haben verschiedene Sicherheitslücken in den System von POLYAS aufgezeigt. Es ist insbesondere unter gewissen Umständen möglich im fremden Namen abzustimmen und die Verifikationsverfahren genügen nicht, um Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit sicherzustellen. POLYAS setzt bei seiner Wahlsoftware Technologie nach dem aktuellen Stand der Technik ein und beteiligt sich an der Forschung nach neuen Lösungen, die besser zur Erfüllung der Anforderungen der Wahlgrundsätze beitragen. POLYAS CORE erfüllt durchaus in hohem Maße die Anforderungen an eine Online-Wahl-Software. Ob die geltenden Wahlgrundsätze tatsächlich auch eingehalten wurden, kann nicht abschließend bewertet werden.

4.3.2. uniWAHL OWS

Das uniWAHL OWS⁴⁶ wird von der Firma Electric Paper Informationssysteme GmbH vertrieben.⁴⁷ Die Firma bietet mit dem uniWAHL core-Programm eine Softwarelösung zur Organisation von Wahlen, insbesondere Hochschulwahlen, an. Dies umfasst unter anderem das Management verschiedener Personenkreise, die an verschiedenen Wahlen teilnehmen, die Unterstützung bei der Einhaltung der Fristen aus der Wahlordnung und die automatisierte Erstellung von Stimmzetteln.⁴⁸ Zu dieser Kernsoftware bietet Electric

³⁹Siehe *Umsetzung der Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit* in Abschnitt 4.1.5.

⁴⁰Durch einen Zero-Knowledge-Beweis kann nachgewiesen werden, dass man ein geheime Information kennt, ohne dieses Geheimnis zu offenbaren.

⁴¹Siehe *Umsetzung der Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit* in Abschnitt 4.1.5.

⁴²<https://www.polyas.de/sicherheit/wahlergebnisse-ueberpruefen> (besucht am 11.02.2024).

⁴³<https://www.polyas.de/sicherheit/wahlergebnisse-ueberpruefen> (besucht am 11.02.2024).

⁴⁴<https://www.polyas.de/sicherheit/wahlgrundsaezze> (besucht am 11.02.2024).

⁴⁵<https://www.polyas.de/ueber-polyas/forschung> (besucht am 27.02.2024).

⁴⁶OWS steht für Online-Wahlsystem.

⁴⁷<https://wahlen-organisieren.de/software/online-wahlen-mit-uniwahl-ows/> (besucht am 17.02.2024).

⁴⁸<https://wahlen-organisieren.de/software/uniwahl-die-komplettloesung-fuer-wahlen/> (besucht am 17.02.2024).

4. Technische Lösungen

Paper verschiedene Ergänzungen. Dazu gehört neben der Dienstleistung Papierstimmzettel einzuscannen und automatisiert auszuzählen⁴⁹ seit Sommer 2021 das uniWAHL OWS.⁵⁰

Auf der Website von Electric Paper sind die Informationen zum Wahlsystem überschaubar. Auf Anfrage wurde umfangreiche Dokumentation zum OWS⁵¹ zur Verfügung gestellt. Daraus ergibt sich folgendes:

Das Modul uniWAHL OWS basiert auf der Software Sequent.⁵² Diese ist open source unter der AGPL-3.0-Lizenz⁵³. Der Quellcode ist auf GitHub zu finden.⁵⁴ Der Quellcode des uniWAHL OWS ist nicht öffentlich einsehbar.

Die Authentifizierung erfolgt außerhalb von uniWAHL OWS. Die Authentifizierungs-komponente gibt nur ein Pseudonym, nicht jedoch die Identität der Person zurück, was dem Datenschutz dient und eine zusätzliche Schutzschicht bietet. Es sind verschiedene Authentifizierungsverfahren möglich. Üblicherweise wird *Single Sign On*⁵⁵ über die Hochschule verwendet. Es wird insbesondere eine Integration für die an Hochschulen verbreitete Campus-Verwaltungssoftware HISinOne⁵⁶ angeboten.

Sequent ermöglicht *re-voting*⁵⁷. uniWAHL OWS setzt diese Möglichkeit bisher aber nicht ein.⁵⁸

Die Software ist Ende-zu-Ende-verschlüsselt, erfüllt jedoch kein dauerhaftes Wahlgeheimnis⁵⁹. Nach eigener Aussage besteht sogar ein hohes Risiko, dass auf lange Zeit das Wahlgeheimnis gebrochen wird.⁶⁰

Electric Paper rät dazu, Wählenden einen Hinweis anzuzeigen, dass sie die Wahl allein oder mittels einer Hilfsperson durchführen müssen.⁶¹ Es wird empfohlen, auf dem Campus digitale Wahlurnen einzurichten. Dieses Angebot wird in der Praxis selten in Anspruch genommen.⁶²

Die Auszählung erfolgt durch ein *mixnet*, also über ein Verfahren mit *verifiable shuffling*⁶³. Die Stimmen sind sicher verschlüsselt, wenn das darunterliegende kryptografische System nicht gebrochen wird⁶⁴ und mindestens eine der Vertrauenspersonen, die das *mixnet* betreiben, vertrauenswürdig ist.

⁴⁹<https://wahlen-organisieren.de/software/uniwahl-wahlraum/> (besucht am 25.02.2024).

⁵⁰<https://blog.electricpaper.de/neue-online-loesung-fuer-gremienwahlen-an-hochschulen/> (besucht am 21.02.2024).

⁵¹Kommentar zur Einhaltung der Wahlgrundsätze bei einer Online-Wahl o. D.; uniWAHL OWS Kryptografisches Protocol DE o. D.; uniWAHL OWS Voting System Threat Model E-Voting Aspect o. D.

⁵²<https://sequentech.io/> (besucht am 17.02.2024).

⁵³<https://www.gnu.org/licenses/agpl-3.0.de.html> (besucht am 24.02.2024).

⁵⁴<https://github.com/sequentech/> (besucht am 25.02.2024).

⁵⁵Siehe Authentifizierung der Wählenden in Abschnitt 4.1.2.

⁵⁶<https://www.his.de/hisinone/pruefungen-und-veranstaltungen> (besucht am 25.02.2024).

⁵⁷Siehe Abschnitt 4.1.3.

⁵⁸uniWAHL OWS Kryptografisches Protocol DE o. D., S. 5.

⁵⁹Siehe dauerhaftes Wahlgeheimnis in Abschnitt 4.1.4.

⁶⁰uniWAHL OWS Voting System Threat Model E-Voting Aspect o. D., S. 10, 17.

⁶¹Kommentar zur Einhaltung der Wahlgrundsätze bei einer Online-Wahl o. D., S. 2.

⁶²Kommentar zur Einhaltung der Wahlgrundsätze bei einer Online-Wahl o. D., S. 1.

⁶³Siehe Umsetzung der Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit in Abschnitt 4.1.5.

⁶⁴Wie bereits erwähnt, ist zu erwarten, dass das System mit der Zeit gebrochen wird.

Für die individuelle Verifikation des Merkmals *cast as intended* wird die Benaloh-Challenge⁶⁵ eingesetzt.

Zur individuellen Verifikation des Merkmals *stored as cast* wird bei der Stimmabgabe ein Tracking-Token als geschützter Beleg zurückgegeben, der auf den verschlüsselten Abstimmungsdaten basiert.⁶⁶ Diese Token werden nach der Wahl veröffentlicht.

Mit einem *proof of shuffle*⁶⁷ und einem Nachweis der korrekten Entschlüsselung kann das Merkmal *tallied as stored* universell verifiziert werden. Dabei werden Zero-Knowledge-Beweise verwendet.

Die Software ist Ende-zu-Ende-verifizierbar. Nach eigener Aussage besteht allerdings ein hohes Risiko, dass die Wahl nicht Ende-zu-Ende-verifiziert ist, weil zu wenig Wählende die Verifikationsverfahren durchführen.⁶⁸ Die Verifikation, dass die abgegebenen Stimmen von Wahlberechtigten stammen, ist bisher nicht möglich, soll aber in naher Zukunft ermöglicht werden.⁶⁹

Bewertung Electric Paper stellt fest, seine Software entspräche „volumfänglich den Anforderungen an die Einhaltung der Wahlgrundsätze“⁷⁰. uniWAHL OWS erfüllt zwar in hohem Maße die Anforderungen an eine Online-Wahl-Software, in dieser Absolutheit lässt sich die Aussage allerdings nicht bestätigen.

4.3.3. GENOLIVE® Voting

Die Software GENOLIVE® Voting wird von der Conventex Gesellschaft für Softwareentwicklung mbH entwickelt.⁷¹ Es handelt sich primär um eine Software für digitale Events und Versammlungen.⁷² Für digitale Versammlungen, bei denen Wahlen durchgeführt werden, wurde ein Online-Wahl-System implementiert. Die Firma wirbt damit, dass diese Software für Wahlen zum Studierendenparlament genutzt werden kann.⁷³ Wahlen zu Gremien der akademischen Selbstverwaltung der Hochschulen werden nicht erwähnt.

Zu eingesetzten Technologien ist wenig zu finden. Das Unternehmen erklärt, die Software entsprechend der Vorgaben des Common Criteria Schutzprofils *Basissatz von Sicherheitsanforderungen an Online-Wahlprodukte*⁷⁴ des BSI von 2008⁷⁵ entwickelt zu haben.

Die Wählenden erhalten einen Wahlcode mit dem sie abstimmen können. Bei der Stimmabgabe wird zur Einhaltung des Wahlgeheimnisses der Inhalt der Stimme von den Informationen zur abstimmenden Person getrennt. Es besteht die Möglichkeit *re-voting*⁷⁶

⁶⁵Siehe *Umsetzung der Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit* in Abschnitt 4.1.5.

⁶⁶Siehe *Umsetzung der Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit* in Abschnitt 4.1.5.

⁶⁷Nachweis des Mischens bei *verifiable shuffling*; siehe *Umsetzung der Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit* in Abschnitt 4.1.5.

⁶⁸*uniWAHL OWS Voting System Threat Model E-Voting Aspect* o.D., S. 10, 14.

⁶⁹*uniWAHL OWS Voting System Threat Model E-Voting Aspect* o.D., S. 17.

⁷⁰Kommentar zur Einhaltung der Wahlgrundsätze bei einer Online-Wahl o.D., S. 4.

⁷¹<https://conventex.com/impressum/> (besucht am 23.02.2024).

⁷²<https://conventex.com/> (besucht am 22.03.2024).

⁷³<https://conventex.com/digitale-wahlen/> (besucht am 23.02.2024).

⁷⁴Volkamer und R. Vogt, 2008.

⁷⁵Siehe Abschnitt 4.2.

⁷⁶Siehe Abschnitt 4.1.3.

4. Technische Lösungen

zu aktivieren.⁷⁷ Zur Nachvollziehbarkeit wird ein Protokoll der Wahl zur Verfügung gestellt. Ob dadurch Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit erfüllt ist, lässt sich nicht bewerten.

Bewertung Die Informationsgrundlage zur Bewertung der Software ist sehr gering. Die Angaben, dass einerseits *re-voting* möglich ist und andererseits zur Wahrung des Wahlgeheimnisses vorgesehen ist, dass die Abstimmungsdaten keinen Rückschluss auf die wählende Person ermöglichen soll, sind widersprüchlich. *Re-voting* macht es erforderlich, eine Stimme zumindest in pseudonymisierter Form einer Person zuordnen zu können. Mangels zusätzlicher Informationen lässt sich dies nicht abschließend bewerten, doch es besteht Grund zur Annahme, dass entweder Wahlgeheimnis oder Wahlgleichheit durch diese Software verletzt werden.

4.3.4. Smartmatic TIVI/Estnisches Online-Wahl-System

Smartmatic ist ein amerikanisches Unternehmen im Bereich der IT-Sicherheit, das sich auf elektronische Wahlen spezialisiert hat. Das Unternehmen führt weltweit im Auftrag von Regierungen Wahlen vor Ort mit Wahlgeräten und online durch.⁷⁸ Für Online-Wahlen bietet das Unternehmen das Online-Wahl-System TIVI, das in Canada, Norwegen, Chile, Albanien, bei Vorwahlen in den USA und den Sozialwahlen 2023 in Deutschland⁷⁹ eingesetzt wird bzw. wurde.⁸⁰

Estland hat 2005 erstmals auf kommunaler Ebene die Möglichkeit zur Online-Wahl gegeben. 2007 bestand zum ersten Mal bei der Wahl zum nationalen Parlament diese Möglichkeit. Bei der Wahl zum estnischen Parlament im vergangenen Jahr wurden erstmals mehr als die Hälfte der Stimmen online abgegeben.⁸¹ Das in Estland verwendete Online-Wahl-System wird seit der Einführung von Online-Wahlen laufend weiterentwickelt.⁸² Seit 2014 ist Smartmatic an der Weiterentwicklung des Systems beteiligt. Es basiert mittlerweile auf TIVI.⁸³ Ältere wissenschaftliche Beiträge zum estnischen Wahlsystem⁸⁴ entsprechen zum Teil nicht mehr dem heutigen Stand des Systems.

Es werden nun die Eigenschaften der Software TIVI vorgestellt. Auf Unterschiede zwischen TIVI und dem estnischen System wird nicht eingegangen.

Zur Authentifizierung bestehen bei TIVI vielfältige Möglichkeiten. Dazu gehören *public-key*-basierte eID-Verfahren, Single-Sign-On, Biometrie und Multifaktor-Authentifizierung⁸⁵.⁸⁶

Die Abstimmungsdaten werden bei der Stimmabgabe auf den Geräten der Wählenden verschlüsselt und mit einer digitalen Signatur versehen. Eine Verbindung zwischen Person

⁷⁷<https://conventex.com/digitale-wahlen/> (besucht am 23.02.2024).

⁷⁸<https://www.smartmatic.com/about/our-history/> (besucht am 24.03.2024).

⁷⁹<https://www.smartmatic.com/> (besucht am 24.03.2024).

⁸⁰<https://www.smartmatic.com/elections/remote-voting/online-voting/> (besucht am 24.03.2024).

⁸¹<https://www.smartmatic.com/featured-case-studies/estonia-the-worlds-longest-standing-most-advanced-internet-voting-solution/> (besucht am 24.03.2024).

⁸²<https://www.smartmatic.com/about/our-history/> (besucht am 24.03.2024).

⁸³<https://vimeo.com/666898283> (besucht am 24.03.2024).

⁸⁴Siehe u. a. Springall u. a. (2014); Heiberg, Laud und Willemsen (2012).

⁸⁵Siehe *Authentifizierung der Wählenden* in Abschnitt 4.1.2.

⁸⁶Smartmatic: *Online Voting* 2024, S. 3.

und verschlüsselter Stimme bleibt bis zur Auszählung bestehen. Vor der Auszählung werden die Stimmen mittels *verifiable shuffling*⁸⁷ anonymisiert.⁸⁸ Verschlüsselt wird mit einem Schwellwert-Kryptosystem⁸⁹. Zur Entschlüsselung wird eine Mindestzahl an Mitgliedern des Wahlvorstands benötigt.⁹⁰ Zur Quantensicherheit der Verschlüsselung⁹¹ ist nichts zu finden, es liegt nahe, dass diese nicht gegeben ist.

Die Software ist Ende-zu-Ende-verifizierbar. Dabei kommen geschützte Belege zum Einsatz, die über eine Smartphone-App und über ein Blockchain-basiertes kryptografisches *public bulletin board* verifiziert werden können. Außerdem ist die korrekte Ausführung der wichtigen Schritte der Wahl durch Zero-Knowledge-Beweise verifizierbar.⁹²⁹³

Zum Schutz vor Beeinflussung bietet Smartmatic die Möglichkeit zum *re-voting*⁹⁴. Dabei wird immer nur die letzte Stimme gewertet.⁹⁵

Der Quellcode der Software ist nicht öffentlich einsehbar. Smartmatic legt ihn aber zur Prüfung durch unabhängige Stellen offen.⁹⁶

Bewertung Smartmatic TIVI ist unter den vorgestellten Systemen das älteste und am weitesten verbreitete. Dabei kommen Lösungen auf dem aktuellen Stand der Technik und von hohem Sicherheitsniveau zum Einsatz. Auch diese Software ist allerdings noch ausbaufähig, z. B. in Bezug auf die Quantensicherheit. Die Software erfüllt in hohem Maße die Anforderungen an eine Wahlsoftware. Dennoch kann die Einhaltung der Wahlgrundsätze nicht bestätigt werden. Für parlamentarische Wahlen in Deutschland wäre die Verwendung dieser Software unzulässig. Die Tatsache, dass diese Software seit Jahren weltweit zur Durchführung von Wahlen rechtssicher eingesetzt werden kann, zeigt, wie hoch die rechtlichen Anforderungen in Deutschland verglichen mit anderen Ländern sind.

⁸⁷Siehe *Umsetzung der Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit* in Abschnitt 4.1.5.

⁸⁸Smartmatic: *Secure & Verifiable Online Voting – TIVI Features & Benefits* 2022, S. 2.

⁸⁹Siehe *Vertraulichkeit der Stimme/Unverknüpfbarkeit von Person und Stimme* in Abschnitt 4.1.4.

⁹⁰Smartmatic: *Online Voting* 2024, S. 3.

⁹¹Siehe *dauerhaftes Wahlgheimnis* in Abschnitt 4.1.4.

⁹²Siehe *Umsetzung der Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit* in Abschnitt 4.1.5.

⁹³Smartmatic: *Secure & Verifiable Online Voting – TIVI Features & Benefits* 2022, S. 2, 3.

⁹⁴Siehe Abschnitt 4.1.3.

⁹⁵Smartmatic: *Secure & Verifiable Online Voting – TIVI Features & Benefits* 2022, S. 3.

⁹⁶Smartmatic: *Online Voting* 2024, S. 7.

5. Rechtliche Bewertung der technischen Lösungen

In dieser Arbeit wurden bisher die rechtlichen Anforderungen an Online-Wahlen und technische Lösungsansätze sowie existierende Software-Lösungen, welche die beschriebenen Lösungsansätze implementieren, betrachtet. In diesem Kapitel wird nun geprüft, ob mit den technischen Lösungen die rechtlichen Anforderungen erfüllt werden können.

5.1. Vorbereitung der Bewertung

Ein Teil der im Kapitel zum rechtlichen Rahmen beschriebenen Problematiken konnte durch technische Lösungen abschließend geklärt werden. Weitere Anforderungen sind nur beschränkt erfüllbar, was zu einer Einschränkung der Wahlgrundsätze führt, oder bieten zusätzliche Möglichkeiten Wahlgrundsätze zu erfüllen, was zu einer Stärkung dieser Wahlgrundsätze führen kann. Und schließlich führen manche Anforderungen zu Zielkonflikten, die aufgelöst werden müssen. An den Hochschulen ist diese Abwägung in der jeweiligen Wahlordnung zu treffen.

Diese verschiedenen Fragen werden zunächst einzeln betrachtet, bevor sie gemeinsam für eine Online-Wahl-Software als Gesamtheit diskutiert werden können.

5.1.1. Ohne Einfluss auf die Einhaltung der Wahlgrundsätze erfüllbare Anforderungen

Aus der im letzten Kapitel ermittelten Liste der Anforderungen¹ wurden diejenigen, die ohne die Einhaltung der Wahlgrundsätze zu beeinflussen, erfüllbar sind, in der Tabelle 5.1 aufgeführt. Darin sind der Vollständigkeit halber auch die Anforderungen aufgeführt, die beachtet werden müssen, aber keine gesonderte technische Lösung benötigen.

5.1.2. Konflikte zwischen Wahlgrundsätzen bei Online-Wahlen

Bevor der Einfluss von Online-Wahlen auf Wahlgrundsätze bewertet werden kann, müssen zunächst die Konflikte zwischen Wahlgrundsätzen aufgelöst werden.

Die Wahlgrundsätze gelten vorbehaltlos. Sie gelten aber nicht absolut. Bei Kollisionen mit anderen Wahlgrundsätzen, anderen verfassungsrechtlichen Zielen oder der technischen Realität ist mittels praktischer Konkordanz ein möglichst schonender Ausgleich der widerstreitenden Rechtsgüter zu finden (Dreier, 2015, Art. 38, Rn. 64, 65). Dies muss im Rahmen des technisch Möglichen erfolgen.

¹Siehe Tabelle 4.1.

Wahlgrundsatz	Anforderung	konkrete Lösungen
Allgemeinheit der Wahl	Erreichbarkeit	redundante Server, Lastenverteilung (<i>load balancing</i>), Monitoring der Verfügbarkeit, langer Wahlzeitraum, Regelung zum Umgang mit Ausfällen
	Möglichkeit zur Teilnahme auch ohne eigenes internetfähiges Endgerät	organisatorische Maßnahme, keine technische Lösung benötigt
Gleichheit der Wahl	Gleichbehandlung der Wählenden	muss berücksichtigt werden, benötigt keine besondere technische Lösung
	Schutz vor verfrühter Auszählung	Verschlüsselung mit mehreren Schlüsseln oder einem Schwellwert-Kryptosystem
	Integrität, Schutz vor Man-in-the-middle-Angriffen	TCP, verschlüsselte Kommunikation (z. B. TLS), Verifizierbarkeit
	Verhinderung versehentlich ungültigen Stimmzettel	Simpel umzusetzen, keine besondere technische Lösung benötigt. Erfordert die Prüfung der Gültigkeit der Abstimmungsdaten und das Anzeigen einer Fehlermeldung bei Bedarf.
	Einheitlichkeit bei verschiedenen Wahlmodi	muss berücksichtigt werden, benötigt keine besondere technische Lösung
Freiheit der Wahl	Recht zur ungültigen Stimme	Simpel umzusetzen, keine besondere technische Lösung benötigt. Erfordert im Stimmzettel eine Feld oder einen Button, mit dem ungültig abgestimmt werden kann.
Unmittelbarkeit der Wahl		
Geheimheit der Wahl	dauerhaftes Wahlgeheimnis	Post-Quanten-Kryptographie
	Ausspähung von Daten durch Schadsoftware	Hinweis auf Schutz vor Schadsoftware
	Schutz vor <i>sicilian attack</i>	muss berücksichtigt werden, benötigt keine besondere technische Lösung
Öffentlichkeit der Wahl		

Tabelle 5.1.: Ohne Einfluss auf die Einhaltung der Wahlgrundsätze erfüllbare Anforderungen.

Öffentlichkeit der Wahl (öffentliche Überprüfbarkeit – Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit) & Geheimheit der Wahl (Belegfreiheit) Wählende müssen die Wahl in allen wesentlichen Schritten verifizieren können.² Dabei darf es allerdings nicht möglich sein, einen Beleg über den Inhalt der abgegebenen Stimme zu geben.³

Eine mögliche Lösung ist eine Anonymisierung der Stimme bei der Stimmabgabe. In diesem Fall ist eine individuelle Verifikation der eigenen Stimme nicht mehr möglich. Dadurch wird zwar erfolgreich die Belegfreiheit nicht gefährdet, der Grundsatz der Öffentlichkeit der Wahl ist dann jedoch verletzt.⁴

Die Alternative sind Abstimmungsverfahren, bei denen die Stimmen bei der Stimmabgabe verschlüsselt werden, eine Verbindung zwischen Stimme und Person bestehen bleibt und dann bei der Auszählung eine Anonymisierung erfolgt.⁵ Bei diesen Verfahren lässt sich die Verifikation der Stufe *stored as cast* dennoch einfach lösen, weil eine direkte Verbindung zwischen (verschlüsselter) Stimme und Person möglich ist. In diesem Fall sind auch Auszählungsverfahren möglich, die das Wahlgeheimnis wahren und eine Verifikation der Stufe *tallied as stored* zulassen.⁶

Dementsprechend lassen sich die vermeintlich gegensätzlichen Anforderungen der Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit und der Belegfreiheit dank entsprechender kryptografischer Verfahren technisch miteinander in Einklang bringen. Dabei kommt es zur einer leichten Einschränkung der Geheimheit der Wahl. Der Wesensgehalt des Wahlgeheimnis ist gewahrt.

Gleichheit der Wahl (Abgleich mit dem Wählerverzeichnis) & Geheimheit der Wahl (Vertraulichkeit der Stimme/Unverknüpfbarkeit von Person und Stimme) Bei einer Online-Wahl muss ein Abgleich mit dem Wählerverzeichnis stattfinden⁷ und zugleich sichergestellt werden, dass keine Verbindung zwischen einer Person und der von ihr abgegebenen Stimme besteht.⁸ Für diese Problematik wurden in Abschnitt 4.1.4 zwei technische Lösungsansätze beschrieben. Dabei wird vorausgesetzt, dass quantensichere kryptografische Verfahren⁹ verwendet werden.

Zum einen kann die Wahl mit anonymen Wahltoken durchgeführt werden.¹⁰ Dabei besteht allerdings die Problematik, dass eine Verifikation, dass die Stimmen nur von Wahlberechtigten abgegeben wurden (*eligibility verifiability*), nicht möglich ist. Außerdem kann der Server eine Verbindung zwischen einer Stimme und einer IP-Adresse herstellen. Dadurch kann potenziell das Wahlgeheimnis gebrochen werden.

Zum anderen besteht die Möglichkeit, die Stimme bei der Stimmabgabe direkt zu verschlüsseln. In diesem Fall bleibt die Verbindung zwischen einer Person und ihrer Stimme zumindest indirekt über ein Pseudonym bestehen. Dementsprechend kann die Wahl-

²Siehe Abschnitt 3.2.6.

³Siehe Abschnitt 3.2.5.

⁴Siehe *Vertraulichkeit der Stimme/Unverknüpfbarkeit von Person und Stimme* in Abschnitt 4.1.4.

⁵Siehe *Vertraulichkeit der Stimme/Unverknüpfbarkeit von Person und Stimme* in Abschnitt 4.1.4.

⁶Siehe *Vertraulichkeit der Stimme/Unverknüpfbarkeit von Person und Stimme* in Abschnitt 4.1.4.

⁷Siehe Abschnitt 3.2.2.

⁸Siehe Abschnitt 3.2.5.

⁹Siehe Abschnitt 3.2.5.

¹⁰Siehe *Vertraulichkeit der Stimme/Unverknüpfbarkeit von Person und Stimme* in Abschnitt 4.1.4.

5. Rechtliche Bewertung der technischen Lösungen

berechtigung überprüft werden. Es ist also auch *eligibility verifiability* gegeben.¹¹ Das Wahlgeheimnis wird in diesen Fällen dadurch gewahrt, dass zur Entschlüsselung mehrere Schlüssel benötigt werden. Um das Wahlgeheimnis zu brechen, müsste eine für das jeweilige Verschlüsselungsverfahren hinreichende Zahl an Vertrauenspersonen gemeinsam bösartig handeln.¹² Daher ist in diesem Verfahren das Wahlgeheimnis nicht gesichert gegeben.

Das zweite Verfahren führt zu einer geringeren Einschränkung von Wahlgrundsätzen, da der Abgleich mit dem Wählendenverzeichnis vollständig gesichert ist und das Wahlgeheimnis nur durch einen bestimmten Personenkreis gebrochen werden kann. Entsprechend lassen sich der Abgleich mit dem Wählendenverzeichnis und die Vertraulichkeit der Stimme durch ein Verfahren unter Anwendung von Verschlüsselung bei der Stimmabgabe mit mehreren Schlüsseln am Besten in Ausgleich bringen. Dabei kommt es zu einer Einschränkung der Geheimheit der Wahl. Bei entsprechender Wahl der Vertrauenspersonen ist diese Einschränkung als gering anzusehen und der Wesensgehalt des Wahlgrundsatzes der Geheimheit der Wahl ist gewahrt.

Gleichheit der Wahl (Authentifizierung der Wählenden) & Allgemeinheit der Wahl (einfache und intuitive Benutzbarkeit) Wie bereits in Abschnitt 4.1.2 beschrieben, ist die Authentifizierung der Wählenden eines der großen Probleme bei der Durchführung von Online-Wahlen. Technisch ist es nicht möglich, online die Identität einer Person eindeutig festzustellen. Die Hürden, um im fremden Namen ohne das Wissen der betroffenen Person abzustimmen, muss durch geeignete technische Maßnahmen möglichst hoch sein. Dementsprechend wird ein sicheres Authentifizierungsverfahren benötigt, das möglichst gut sicherstellt, dass eine wahlberechtigte Person ihre Stimme als höchstpersönliches Recht persönlich ausübt¹³, aber zugleich möglichst einfach und intuitiv benutzbar ist¹⁴.

Von besonders sicheren Verfahren, die besondere zusätzliche Geräte erfordern, ist abzusehen. Diese führen neue Hürden ein und führen zu einer übermäßigen Einschränkung der Allgemeinheit der Wahl. Das umfasst z. B. Authentifizierung mittels Biometrie oder Authentifizierung mittels des neuen Personalausweises.¹⁵ Verfahren wie eine Zwei-Faktor-Authentifizierung mit Token oder einem Code per SMS erhöhen den Aufwand. Sie sind zumutbar, bieten aber das Risiko, dass es Wählenden den Aufwand nicht wert ist uns sie deshalb nicht an der Wahl teilnehmen.

Andererseits ist im Sinne der Sicherheit des Authentifizierungsverfahrens ein Verfahren, dass nur das Wissen eines Passworts erfordert, nicht als hinreichend sicher anzusehen. Auch der Einsatz von *Single-Sign-On*¹⁶ bietet Risiken. Hochschulangehörige sind im Alltag häufig mit ihren Geräten eingeloggt. Etwas Unachtsamkeit genügt, damit das Gerät unüberwacht und entsperrt ist. So könnte eine kurze Abwesenheit genügen, damit Kolleg:innen im Büro oder Kommiliton:innen im fremden Namen abstimmen.

¹¹Siehe *Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit* in Abschnitt 4.1.5.

¹²Siehe *Vertraulichkeit der Stimme/Unverknüpfbarkeit von Person und Stimme* in Abschnitt 4.1.4.

¹³Siehe Abschnitt 3.2.2.

¹⁴Siehe Abschnitt 3.2.1.

¹⁵Siehe *Authentifizierung der Wählenden* in Abschnitt 4.1.2.

¹⁶Siehe *Authentifizierung der Wählenden* in Abschnitt 4.1.2.

Eine die Interessen ausgleichende Lösung erscheint eine Kombination mehrerer Zugangsdaten, z. B. *Single-Sign-On* bei der Hochschule kombiniert mit einem zusätzlichen Token zum Wählen. Dieser Token kann per E-Mail, SMS oder Brief verteilt werden. Allerdings sollte dabei nicht die dienstliche E-Mail-Adresse verwendet werden, die auch über *Single-Sign-On* eingesehen werden kann. Dabei wird die Allgemeinheit der Wahl geringfügig eingeschränkt, bei der Gleichheit der Wahl kommt es zu einer bedeutenden Einschränkung. Die stärkere Einschränkung des Gleichheit der Wahl ist gerechtfertigt, da alternativ eine noch stärkere Einschränkung der Allgemeinheit der Wahl notwendig wäre. Der Wesensgehalt der Wahlgrundsätze ist gewahrt.

Allgemeinheit der Wahl (Erreichbarkeit) & Gleichheit der Wahl (Gleichbehandlung der Wählenden) Zur Sicherstellung der Erreichbarkeit des Wahlsystems ist es ratsam einen langen Wahlzeitraum zu wählen.¹⁷ Gleichzeitig ist es im Sinne der Gleichbehandlung der Wählenden wichtig, keinen zu langen Wahlzeitraum zu wählen.¹⁸ Bei parlamentarischen Wahlen gilt dies in besonderer Weise, da neue Informationslagen das Wahlergebnis beeinflussen könnten. Derartige Situationen sind an Hochschulen nicht zu erwarten. Dementsprechend besteht bei Online-Wahlen an Hochschulen kein besonderes Risiko. Eine Einschränkung der Wahlgrundsätze ist im Hochschulkontext nicht gegeben.

5.1.3. Ermittlung des Einflusses von Online-Wahlen auf die Wahlgrundsätze

Die im vorherigen Kapitel beschriebenen Anforderungen¹⁹, die nicht ohne Einfluss auf Wahlgrundsätze erfüllt werden können²⁰, sind in der Tabelle 5.2 zu finden. Ergänzt wurden die in Abschnitt 3.2.7 beschriebenen Vorteile und Risiken von Online-Wahlen²¹. Die Ergebnisse des Abschnitts 5.1.2 zu Konflikten zwischen Wahlgrundsätzen wurden berücksichtigt. Auf dieser Grundlage werden nun Einschränkung und Stärkung von Wahlgrundsätzen bewertet.

Zur Bewertung der Einschränkung und Stärkung von Wahlgrundsätzen dient nicht der Vergleich mit anderen Wahlmodi wie Urnenwahl oder Briefwahl, es wird allein mit den rechtlichen Anforderungen verglichen. Vergleiche zu anderen Wahlmodi dienen lediglich der Verdeutlichung. Für die Rechtmäßigkeit eines Wahlverfahrens ist unerheblich, ob es besser ist als ein anderes.

Neumann u. a. (2013) beschreiben eine Modell, um die Erfüllung der Wahlgrundsätze eines Online-Wahl-Systems zu bewerten. Dabei wird in einem Diagramm mit sechs Achsen für jeden der sechs Wahlgrundsätze der Grad der Erfüllung eingezeichnet. Daran lässt sich dann ablesen, wie stark die Stärkung oder Einschränkung einzelner Wahlgrundsätze ist. Die Erfüllung von Wahlgrundsätzen kann jedoch nicht numerisch ausgedrückt werden. Auch die Berechnung eines Werts für die Erfüllung der Wahlgrundsätze insgesamt ist nicht möglich. Zur Veranschaulichung ist dieses Modell hilfreich und kann auch bei der

¹⁷Siehe *Erreichbarkeit* in Abschnitt 4.1.1.

¹⁸Siehe Abschnitt 3.2.2.

¹⁹Siehe Tabelle 4.1.

²⁰Siehe Abschnitt 5.1.1.

²¹Siehe Tabellen 3.2 und 3.3.

5. Rechtliche Bewertung der technischen Lösungen

Auswahl eines Wahlsystems verwendet werden. Zur Bewertung der Rechtmäßigkeit eines Wahlsystems ist es jedoch nicht dienlich.

Die einzelnen Aspekte lassen sich in drei Kategorien aufteilen: diejenigen, die ausschließlich zu einer Einschränkung von Wahlgrundsätzen führen oder führen können, diejenigen, die ausschließlich zu einer Stärkung von Wahlgrundsätzen beitragen oder beitragen können und diejenigen, die sowohl zu einer Einschränkung als auch zu einer Stärkung von Wahlgrundsätzen beitragen können.

Allgemeinheit der Wahl: einfache und intuitive Benutzbarkeit Die einfache und intuitive Benutzbarkeit einer Online-Wahl-Software ist entscheidend, um die Hürden bei der Stimmabgabe möglichst gering zu halten.²² Eine Benutzeroberfläche, die nach aktuellem Stand der Technik entwickelt wurde und die Wählenden z. B. mit Hilfstexten unterstützt, stärkt in geringem Maße die Allgemeinheit der Wahl. Je nach Komplexität der Verfahren für die Stimmabgabe und insbesondere der Authentifizierung kann eine Online-Wahl-Software auch zu einer starken Einschränkung der Allgemeinheit der Wahl führen. Diese Problematik wurde im Abschnitt 5.1.2 beschrieben. Insgesamt kann in der Regel von einem vernachlässigbaren Einfluss der Benutzbarkeit auf die Allgemeinheit der Wahl ausgegangen werden.

Allgemeinheit der Wahl: Zugang zur Wahl, Steigerung der Wahlbeteiligung Eine Online-Wahl erleichtert als Fernwahl²³ den Zugang zur Wahl, da es nicht erforderlich ist, physisch in einem Wahllokal an der Wahl teilzunehmen. Das stellt eine Stärkung des Grundsatzes der allgemeinen Wahl dar.²⁴ Der Grad dieser Stärkung lässt sich anhand der Entwicklung der Wahlbeteiligung in der jeweiligen Organisation bemessen.

Eine Online-Wahl erfordert ein internetfähiges Endgerät, eine Internetverbindung und grundlegende Kenntnisse in der Verwendung von Anwendungssoftware. Wie bereits erwähnt, müssen Geräte zur Verfügung stehen, um auch ohne eigenes Gerät an der Wahl teilnehmen zu können.²⁵ An Hochschulen ist zudem davon auszugehen, dass alle Wahlberechtigten aller Gruppen hinreichende Kenntnisse in der Verwendung von Anwendungssoftware haben. Eine Einschränkung des Zugangs zur Wahl durch eine Online-Wahl ist an Hochschulen kein Problem.

Gleichheit der Wahl: Authentifizierung der Wählenden Bei einer Online-Wahl kann nicht sichergestellt werden, dass das Wahlrecht als höchstpersönliches Recht von den Wahlberechtigten selbst ausgeübt wird (Gutjahr, Spiecker Gen. Döhmann und Volkamer, 2023, S. 8.). Um an der Online-Wahl teilnehmen zu können, bedarf es lediglich der Zugangsdaten einer Person. Ihre Identität wird damit nicht sicher nachgewiesen. Dadurch greift eine Online-Wahl in den Grundsatz der Gleichheit der Wahl ein.²⁶ Wie tief die Einschränkung in die Gleichheit der Wahl ist, hängt vom Sicherheitsniveau der Authentifizierung ab.

²²Siehe Abschnitt 3.2.1 und *einfache und intuitive Benutzbarkeit* in Abschnitt 4.1.1.

²³Eine Fernwahl zeichnet sich dadurch aus, dass nicht vor Ort gewählt wird. Der Begriff umfasst Briefwahlen und Online-Wahlen.

²⁴Siehe Abschnitt 3.2.1.

²⁵Siehe Abschnitt 3.2.1 und *Erreichbarkeit* in Abschnitt 4.1.1.

²⁶Siehe Abschnitt 3.2.2 und *Authentifizierung der Wählenden* in Abschnitt 4.1.2.

Wahlgrundsatz	(potentielle) Einschränkung	(potentielle) Stärkung
Allgemeinheit der Wahl		einfache und intuitive Benutzbarkeit Zugang zur Wahl, Steigerung der Wahlbeteiligung
Gleichheit der Wahl	Authentifizierung der Wählenden	Ausschluss menschlicher Fehler bei der Auszählung
Freiheit der Wahl	Schutz vor Beeinflussung (<i>coercion resistance</i>) fehlende Trennung von Wahlwerbung und Wahlhandlung	
Unmittelbarkeit der Wahl		
Geheimheit der Wahl	Vertraulichkeit der Stimme/Unverknüpfbarkeit von Person und Stimme Belegfreiheit (<i>receipt freeness</i>) Ausspähung von Daten durch Schadsoftware Beobachtung der Wahlhandlung	
Öffentlichkeit der Wahl	öffentliche Überprüfbarkeit (Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit; Nachweisbarkeit der Stimmabgabe (<i>collection accountability</i>), Streitauflösung (<i>dispute resolution</i>), Softwareunabhängigkeit) fehlende Nachvollziehbarkeit der eingesetzten Technik	

Tabelle 5.2.: Einfluss von Online-Wahlen auf die Wahlgrundsätze.

5. Rechtliche Bewertung der technischen Lösungen

Hier muss eine Abwägung mit der Benutzbarkeit erfolgen. Auch bei Anwendung der im Abschnitt 5.1.2 beschriebenen Lösung liegt noch eine bedeutende Einschränkung in die Gleichheit der Wahl vor.

Gleichheit der Wahl: Ausschluss menschlicher Fehler bei der Auszählung Sowohl bei einer Urnenwahl als auch bei einer Briefwahl werden Stimmen von Menschen händisch ausgezählt. Dabei kann es zu Fehlern kommen. Fehler bei einzelnen Stimmzetteln sind unerheblich. Strukturelle Fehler wie z. B. bei der Bewertung der Gültigkeit eines Stimmzettels können jedoch vereinzelt Einfluss auf das Wahlergebnis haben. Bei einer Online-Wahl sind zum einen die Möglichkeiten bei der Stimmabgabe eingeschränkt, was das Risiko einer Fehlinterpretation verhindert. Zum anderen lassen sich mit einer überprüften und zertifizierten Wahlsoftware, bei der das Wahlergebnis durch Verifizierbarkeit der Stufe *tallied as stored* überprüft werden kann, Auszählungsfehler ausschließen. Daraus ergibt sich eine geringfügige Stärkung der Gleichheit der Wahl.

Freiheit der Wahl: Schutz vor Beeinflussung (*coercion resistance*) Da Online-Wahlen nicht in einem Wahllokal stattfinden, ist es nicht möglich zu verhindern, dass Wählende bei ihrer Wahlentscheidung beeinflusst werden. Dies führt zu einer starken Einschränkung der Freiheit der Wahl.²⁷ Um das Maß dieser Einschränkung zu reduzieren, ist es erforderlich, Wählenden die Möglichkeit zu geben, vorzutäuschen, dass sie der Anweisung Dritter gefolgt sind. Es darf also für Dritte nicht unterscheidbar sein, ob entsprechend ihrer Anweisung gewählt wurde oder nicht. Wie im letzten Kapitel beschrieben²⁸, gibt es dafür als Lösungsmöglichkeiten *re-voting*, *fake-voting* und bei parallel online und als Urnenwahl stattfindenden Wahlen, die Möglichkeit des Vorrangs der Stimmabgabe an der Urne vor der Online-Wahl.

Bei *re-voting* haben Wählende die Möglichkeit, ihre Stimme durch eine erneute Stimmabgabe zu überschreiben. Dadurch ist es möglich, einer Anweisung von Dritten scheinbar zu folgen und anschließend frei seine eigene Stimme abzugeben. Bei dieser technischen Lösung ergeben sich insbesondere zwei Probleme: Zum einen könnten Dritte verlangen, die Abstimmung am Ende des Wahlzeitraums durchzuführen und sicherstellen, dass danach keine erneute Stimmabgabe mehr möglich ist. Zum anderen besteht das Risiko, dass nachdem eine Person ihre Stimme abgegeben hat, diese Stimme ohne ihr Wissen durch Dritte wieder ersetzt wird, sofern diese über die Zugangsdaten verfügen. Maßnahmen, um dem entgegenzuwirken, führen allerdings zu einem deutlich komplexeren System. Die Wahlsoftware Civitas (Clarkson, Chong und Myers, 2008) verlangt beispielsweise als Schutz vor dem zweiten beschriebenen Problem beim *re-voting* die Angabe aller anderen bisher abgegebenen Stimmen.²⁹ Die dadurch erreichte Erhöhung der Sicherheit des Verfahrens zum Schutz vor Beeinflussung steht nicht im Verhältnis zur Einschränkung der Benutzbarkeit durch die erhöhte Komplexität. Entsprechend ist eine einfach benutzbare Implementierung zu bevorzugen.

²⁷Siehe Abschnitte 3.2.3 und 4.1.3.

²⁸Siehe Abschnitt 4.1.3.

²⁹Siehe Abschnitt 4.1.3.

Bei *fake-voting* können Wählende sich falsche Zugangsdaten generieren, die normal zum Wählen benutzt werden können. Bei der Auszählung werden diese Stimmen verworfen. Dieses Verfahren erfordert ein Verschlüsselungsverfahren mit *verified shuffling*³⁰. Ein Vorteil von *fake-voting* ist, dass es das Verfahren zur Stimmabgabe an sich nicht verändert.

Die beiden beschriebenen Lösungen können nur einen geringen Beitrag zur Reduzierung der Einschränkung des Schutzes vor Beeinflussung leisten. Im Hinblick darauf, dass *fake-voting* das übrige Abstimmungsverfahren nicht berührt und die beim *re-voting* bestehenden Risiken nicht bestehen, erscheint *fake-voting* die bessere Lösung. Sollte beim Verschlüsselungsverfahren kein *verified shuffling* zum Einsatz kommen, ist stattdessen die Verwendung von *re-voting* sinnvoll. Findet parallel eine Urnenwahl statt, sollte eine dort abgegebene Stimme Vorrang vor einer online abgegebenen Stimme haben.

Freiheit der Wahl: fehlende Trennung von Wahlwerbung und Wahlhandlung Eine weitere bedeutende Einschränkung der Freiheit der Wahl, ist die fehlende Trennung von Wahlwerbung und Wahlhandlung, da beide auf dem selben Gerät stattfinden können.³¹ Bei Online-Wahlen besteht z. B. die Möglichkeit, auf Wahlkampfmaterialien die URL zur Wahlwebsite oder einen entsprechenden QR-Code anzubringen mit dem man direkt zur Wahlseite gelangt. Damit wäre die zwischen Wahlwerbung und Wahlhandlung übliche Distanz³² durchbrochen. Noch deutlich problematischer für die Freiheit der Wahl ist die Möglichkeit, dass der Wahlvorgang an einem Wahlkampfstand begleitet von Kandidierenden oder Wahlkämpfenden der Parteien stattfindet.

Geheimheit der Wahl: Vertraulichkeit der Stimme/Unverknüpfbarkeit von Person und Stimme Eine Online-Wahl-Software muss technisch sicherstellen, dass das Wahlgeheimnis gewahrt ist. Es darf also keine Verbindung zwischen einer unverschlüsselten Stimme und einer Person möglich sein.³³ Die dafür verfügbaren Verfahren wurden im Abschnitt 4.1.4 beschrieben. Wichtig ist dabei zu berücksichtigen, dass das Wahlgeheimnis auf Dauer gilt³⁴ und eine Lösung im Einklang mit der Anforderung der Authentifizierung der Wählenden gefunden werden muss. Die im Abschnitt 5.1.2 beschriebene abwägende Lösung führt zu einer geringen Einschränkung des Wahlgeheimnisses.

Geheimheit der Wahl: Belegfreiheit (*receipt freeness*), Beobachtung der Wahlhandlung Bei Online-Wahlen kann nicht vollständig sichergestellt werden, dass das Wahlgeheimnis gewahrt ist. Unter anderem kann beim Wahlvorgang der Bildschirm eingesehen oder je nach Wahlsystem mit einem Bildschirmfoto oder -video ein Nachweis über die Stimmabgabe erstellt werden.³⁵ Durch *re-voting* und *fake-voting*³⁶ lässt sich dem in geringem Maße entgegenwirken. Dazu kommt der im Abschnitt 5.1.2 beschriebene Konflikt zwischen

³⁰Siehe *Umsetzung der Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit* in Abschnitt 4.1.5.

³¹Siehe Abschnitt 3.2.3.

³²Siehe Abschnitt 3.2.3.

³³Siehe Abschnitt 3.2.5.

³⁴Siehe Abschnitt 3.2.5.

³⁵Siehe Abschnitt 3.2.5 und *Belegfreiheit (*receipt freeness*)* in Abschnitt 4.1.4.

³⁶Siehe Abschnitt 3.2.3.

5. Rechtliche Bewertung der technischen Lösungen

Belegfreiheit und öffentlicher Überprüfbarkeit. Das Ergebnis, das sich aus der Abwägung ergibt, führt zu einer leichten Einschränkung des Wahlgeheimnisses.

Das OVG Thüringen hat zwar entschieden, dass dieser Aspekt von Online-Wahlen für sich keinen Verstoß gegen den Grundsatz der geheimen Wahl darstellt.³⁷ Dennoch handelt es sich dabei zum einen um eine Einschränkung des Wahlgrundsatzes, die in der Gesamtbetrachtung berücksichtigt werden muss. Zum anderen bleibt die vom Gericht festgestellte Verpflichtung zur Reduktion der Einschränkung von Wahlgrundsätzen auf ein Mindestmaß bestehen. Daher sind entsprechende technische Möglichkeiten³⁸ zu berücksichtigen und anzuwenden.

Geheimheit der Wahl: Ausspähung von Daten durch Schadsoftware Das Risiko des Datenabfluss auf den Geräten der Wählenden³⁹ ist als relativ gering anzusehen. Ein Hinweis an die Wählenden, dass sie ihre Geräte schützen müssen, genügt. Die Einschränkung des Wahlgeheimnisses ist vernachlässigbar.

Öffentlichkeit der Wahl: öffentliche Überprüfbarkeit – Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit Das Konzept der Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit soll durch die Kette der 3 Verifikationsstufen *cast as intended, stored as cast* und *tallied as stored* eine globale Verifikation der Wahl ermöglichen. Dabei ist nur die Stufe *tallied as stored* durch eine beliebige Einzelperson für die gesamte Wahl verifizierbar. Es stellt sich die Frage, ob diese Definition der Anforderung des Bundesverfassungsgerichts an die Öffentlichkeit der Wahl⁴⁰ genügt, dass Wahlen in allen wesentlichen Schritten öffentlich überprüfbar sein müssen.

Die Stufe *cast as intended* liegt in der Hand der Wählenden. Eine Verifikation durch eine beliebige Person, dass die Stimmabgabe aller Personen dem Willen der jeweiligen Person entspricht, würde das Wahlgeheimnis in seinem Wesensgehalt verletzen und kann daher nicht erforderlich sein. Dieser Teil der Wahl muss im Rahmen der freien und geheimen Wahl in der Verantwortung der einzelnen Wählenden liegen. Hier genügt also eine individuelle Verifikation durch jede wahlberechtigte Person bei ihrer eigenen Stimmabgabe.

Was die Stufe *stored as cast* angeht, ist in der Definition der Ende-zu-Ende-Verifikation ebenfalls nur vorgesehen, dass eine Person dies für sich selbst verifizieren kann, nicht jedoch eine universelle Verifikation. Somit ist es für eine beliebige Einzelperson bei Ende-zu-Ende-verifizierbarer Wahlsoftware nicht nachvollziehbar, ob die Stimmen in der digitalen Wahlurne mit den tatsächlich abgegebenen Stimmen übereinstimmen. Dieser Teil des Wahlverfahrens ist als wesentlich anzusehen. Eine Einschränkung der Verifikation dieser Stufe erscheint durch andere verfassungsrechtliche Gründe nicht geboten und damit nicht zulässig. Um ein der Rechtsprechung des Bundesverfassungsgerichts entsprechendes Verifikationsverfahren zu ermöglichen, ist daher die Ausweitung der universellen Verifikation auf die Stufe *stored as cast* erforderlich.

Das OVG Thüringen hat festgestellt, dass die Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit eine Mindestanforderung für Online-Wahlen ist.⁴¹ Die Notwendigkeit einer universellen Verifikier-

³⁷ OVG Thüringen v. 25.03.2021 – 4 KO 395/19 2021, Rn. 74.

³⁸ Siehe Belegfreiheit (*receipt freedom*) in Abschnitt 4.1.4.

³⁹ Siehe Abschnitt 3.2.5.

⁴⁰ Siehe Abschnitt 3.2.6.

⁴¹ OVG Thüringen v. 25.03.2021 – 4 KO 395/19 2021, Rn. 78.

barkeit der Stufe *stored as cast* wird im Gerichtsurteil nicht erwähnt und ist insofern nicht als zwingende Anforderung anzusehen. Das Fehlen einer universellen Verifizierbarkeit der Stufe *stored as cast* stellt dennoch eine bedeutende Einschränkung des Grundsatzes der Öffentlichkeit der Wahl dar.

Die zur öffentlichen Überprüfbarkeit eingesetztem Verifikationsverfahren müssen einfach benutzbar und verständlich sein. Zweck der Verifikation ist, Vertrauen in eine Online-Wahl zu schaffen, indem diese nicht mehr eine *black box* ist und nachvollziehbar wird. Ist das Verifikationsverfahren selbst allerdings unverständlich und nicht nachvollziehbar, verfehlt es seinen Zweck.⁴²

Die individuelle Verifikation der Stufe *cast as intended*, also ob die abgegebene Stimme dem Wählerwillen entspricht, lässt sich durch die Benaloh-Challenge prüfen. Dabei können Wählende bei der Stimmabgabe beliebig oft ihre Stimme nach dem Verschlüsseln verwerfen und überprüfen.⁴³ Es kann angenommen werden, dass dieses Verfahren für technische Laien verständlich ist.

Für die individuelle Verifikation der Stufe *stored as cast* dient üblicherweise ein Code, der bei der Stimmabgabe zurückgegeben wird und dann auf einem kryptografischen *public bulletin board* wiedergefunden werden kann. Auf dieser Ebene ist das Verfahren für technische Laien verständlich. Allerdings sind technische Kenntnisse erforderlich, um zu verstehen, wie das Verfahren tatsächlich nachweist, dass die eigene Stimme einging und nicht mehreren Personen der selbe Code zurückgegeben wurde. Eine Laienkontrolle ist auf dieser Stufe nicht möglich.

Zur universellen Verifikation der Stufe *tallied as stored* werden komplexe Verfahren wie *proof of shuffle* oder Zero-Knowledge-Beweise eingesetzt. Es ist zwingend technisches Fachwissen erforderlich. Eine Laienkontrolle ist auf dieser Stufe ebenfalls nicht möglich.

Richter (2012, S. 159 - 160) schlägt als alternative Anforderung zur Laienkontrolle u. a. bei Hochschulwahlen eine Expertenkontrolle vor. Es genügt in diesem Fall, dass Personen mit technischem Fachwissen eine Kontrolle durchführen können.

Technisch entsteht bei einer Expertenkontrolle das Problem, dass die Verifikation der Stufe *stored as cast* erschwert ist. Wie in Abschnitt 4.1.5 beschrieben, ist eine Wahlsoftware erst dann tatsächlich verifiziert, wenn eine hinreichende Zahl der Wahlberechtigten ihre Stimme verifiziert haben. Wenn eine Verifikation nur einem eingeschränkten Kreis an Fachleuten vorbehalten ist, ist die Erreichung dieser Zahl an Wahlberechtigten in der Regel nicht möglich. Bei Hochschulwahlen ist damit zu rechnen, dass die Angehörigen gewisser Fakultäten die Verifikation durchführen können und andere nicht. Es ist zu erwarten, dass dies bei Wahlen zu Fakultätsgremien zu einer Situation führt, in der die Wahlen an manchen Fakultäten verifiziert und an anderen Fakultäten nicht verifiziert sind.

Rechtlich gesehen, widerspricht eine Expertenkontrolle dem Öffentlichkeitsgrundsatz in der Hinsicht, dass die Kontrolle durch alle Wahlberechtigten möglich sein muss⁴⁴. Außerdem führt es zu einer Segregation der Wahlberechtigten in eine Gruppe, welche die

⁴²Siehe *Öffentlichkeit der Wahl: fehlende Nachvollziehbarkeit der eingesetzten Technik* in diesem Abschnitt.

⁴³Siehe *Umsetzung der Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit* in Abschnitt 4.1.5.

⁴⁴Siehe Abschnitt 3.2.6.

5. Rechtliche Bewertung der technischen Lösungen

Wahl verifizieren kann und eine Gruppe, die dies nicht kann. Dadurch ist die Gleichheit der Wahl betroffen. Insofern ist eine Reduktion der Anforderung von Laienkontrolle auf Expertenkontrolle nicht möglich.

Öffentlichkeit der Wahl: öffentliche Überprüfbarkeit – Nachweis der Stimmabgabe (*collection accountability*), Streitauflösung (*dispute resolution*), Softwareunabhängigkeit Die in Abschnitt 4.1.5 beschriebenen Anforderungen des Nachweises der Stimmabgabe (*collection accountability*), der Streitauflösung (*dispute resolution*) und der Softwareunabhängigkeit sind bisher noch nicht technisch erfüllbar, böten jedoch Möglichkeiten zur erheblichen Stärkung der Öffentlichkeit von Wahlen. Der konkrete Umfang der Stärkung der Öffentlichkeit hängt von der jeweiligen Umsetzung ab. Die potentielle Einschränkung anderer Wahlgrundsätze durch die Lösung dieser Anforderungen ist dann zu bewerten. Denkbar ist vor allem die Einschränkung der Benutzbarkeit und des Wahlgeheimnisses.

Öffentlichkeit der Wahl: fehlende Nachvollziehbarkeit der eingesetzten Technik Bei der Online-Wahl ist für technische Laien bereits nicht nachvollziehbar, wie ihre Stimmdaten von ihrem Rechner sicher in eine digitale Wahlurne übertragen werden. Die zur Erfüllung der aus den Wahlgrundsätzen abgeleiteten technischen Anforderungen verwendeten kryptografischen Verfahren wie kryptografische *public bulletin boards*⁴⁵, Schwellwert-Kryptosysteme⁴⁶ oder die Entschlüsselung von Stimmen mit homomorphischer Verschlüsselung oder *verifiable shuffling*⁴⁷ sind so komplex, dass sie nur mit fundiertem Fachwissen verstanden werden können. Bis auf wenige Fachleute ist eine Online-Wahl damit für die Wählenden eine *black box*.

Richter (2012, S. 118 - 119) schreibt, dass „ein großes Risiko der Anwendung von Informationstechnik auf Wahlen darin [besteht], dass dieses Werkzeug abgegeben wird an die wenigen Experten, die die Technik beherrschen. [...] Diese weitreichende Abhängigkeit von Technik, die die Nutzer selbst kaum verstehen und nur beschränkt beherrschen können, war zwar in der arbeitsteiligen Gesellschaft auch vor dem Auftreten der IuK-Technik⁴⁸ weitreichend akzeptiert. [...] Die Expertenabhängigkeit steht jedoch im Bereich von Wahlen dem Demokratieprinzip geradezu diametral entgegen. Demokratie ist idealerweise ein Vorgang, den alle Bürger gemeinsam gleichermaßen begreifen und in Händen halten. [...] Anwendungsgleichheit und Suspendierung gesellschaftlicher Unterschiede stünden sonst in Frage. [...] Der Einsatz von Informationstechnik könnte [die] Kontroll- und Einflussmöglichkeiten [...] viel weiter aus der Laiensphäre drängen als bisher und die demokratische Selbstbestimmung damit erheblich einschränken.“

Die fehlende Nachvollziehbarkeit der eingesetzten Technik führt also zu einer erheblichen Einschränkung der Öffentlichkeit der Wahl.

⁴⁵Siehe *Umsetzung der Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit* in Abschnitt 4.1.5.

⁴⁶Siehe *Vertraulichkeit der Stimme/Unverknüpfbarkeit von Person und Stimme* in Abschnitt 4.1.4.

⁴⁷Siehe *Umsetzung der Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit* in Abschnitt 4.1.5.

⁴⁸Informations- und Kommunikationstechnik.

5.1.4. Angepasste Anforderungen an eine Online-Wahl-Software

Aufgrund der in den Abschnitten 5.1.2 und 5.1.3 erfolgten Abwägungen werden die Anforderungen an eine Online-Wahl, wie in der Tabelle 5.3 beschrieben, zusammengefasst. Für die Bewertung der Rechtmäßigkeit von Online-Wahlen wird anschließend ein System zugrunde gelegt, das diese Anforderungen erfüllt. In der Praxis ist keine Software bekannt, welche all diese Anforderungen erfüllt.

5.2. Vergleich von Online-Wahlen mit Briefwahlen

Auf verfassungsrechtlicher Ebene gibt es bisher keine Urteile zu Online-Wahlen. Das Urteil zu elektronischen Wahlen⁴⁹ bezieht sich auf Wahlgeräte in Wahllokalen. Dieses Urteil ist insbesondere in Bezug auf die Nachvollziehbarkeit technischer Verfahren im Rahmen der Öffentlichkeit der Wahl sehr wichtig, es berücksichtigt aber nicht die Besonderheit einer Online-Wahl in der Hinsicht, dass es eine Fernwahl ist. In diesem Aspekt ist eine Online-Wahl vergleichbar mit einer Briefwahl. Hier ist insbesondere die Rechtfertigung der Einschränkung von Wahlgrundsätzen durch den einfacheren Zugang zur Wahl als Stärkung der Allgemeinheit der Wahl von großer Bedeutung.

Für diesen Vergleich werden zum Verfahren bei der Briefwahl die Regelungen des Bundeswahlgesetzes⁵⁰ und der Bundeswahlordnung⁵¹ zugrunde gelegt, da die Verfahren bei Hochschulwahlen von der jeweiligen Wahlordnung der Hochschulen oder Studierendenschaft abhängig sind. Die rechtlichen Einschätzungen zur verfassungsrechtlichen Bewertung von Briefwahlen ergeben sich im Wesentlichen aus dem Bericht *Fragen zur Verfassungsmäßigkeit von Briefwahlen* (2021) der Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestags.

5.2.1. Vergleich einzelner Aspekte

Allgemeinheit der Wahl: Zugang zur Wahl Der Zugang zur Briefwahl erfordert postalische Erreichbarkeit. Dabei muss die Beantragung der Briefwahl, der Versand der Briefwahlunterlagen und die Rücksendung der Briefwahlunterlagen an die Wahlbehörde unter Wahrung der jeweiligen Fristen möglich sein.

Der Zugang erfordert ausschließlich ein netzwerkfähiges Endgerät und eine Internetverbindung.

Die Online-Wahl bietet hier erkennbar einen Vorteil.

⁴⁹ BVerfGE 123, 39 2009.

⁵⁰ Bundeswahlgesetz (BWahlG) 1975.

⁵¹ Bundeswahlordnung (BWO) 1985.

Wahlgrundsatz	Anforderung	konkrete Umsetzung
Allgemeinheit der Wahl	einfache und intuitive Benutzbarkeit	muss berücksichtigt werden, benötigt keine besondere technische Lösung
	Erreichbarkeit	redundante Server, Lastenverteilung (<i>load balancing</i>), Monitoring der Verfügbarkeit, langer Wahlzeitraum (bei paralleler Urnenwahl: keine erhebliche Abweichung der Wahlzeiträume), Regelung zum Umgang mit Ausfällen
	Möglichkeit zur Teilnahme auch ohne eigenes internetfähiges Endgerät	öffentlicher Zugang zu internetfähigen Geräten (z. B. über die Bibliothek)
Gleichheit der Wahl	Gleichbehandlung der Wählenden	muss berücksichtigt werden, benötigt keine besondere technische Lösung
	Authentifizierung der Wählenden	Authentifizierung mit Single-Sign-On kombiniert mit einem zusätzlichen Token zum Wählen
	Abgleich mit dem Wählerverzeichnis	verschlüsselte Stimmabgabe bei bestehender Verbindung zwischen Stimme und Person
	Schutz vor verfrühter Auszählung	Verschlüsselung mit mehreren Schlüsseln oder einem Schwellwert-Kryptosystem (Verschlüsselung mit mehreren Schlüsseln oder einem Schwellwert-Kryptosystem)
	Integrität, Schutz vor Man-in-the-middle-Angriffen	TCP, verschlüsselte Kommunikation (z. B. TLS), Verifizierbarkeit
	Verhinderung versehentlich ungültigen Stimmzettel	Simple zu setzen, keine besondere technische Lösung benötigt. Erfordert die Prüfung der Gültigkeit der Abstimmungsdaten und das Anzeigen einer Fehlermeldung bei Bedarf.
	Einheitlichkeit bei verschiedenen Wahlmodi	muss berücksichtigt werden, benötigt keine besondere technische Lösung

Wahlgrundsatz	Anforderung	konkrete Umsetzung
Freiheit der Wahl	Schutz vor Beeinflussung (<i>coercion resistance</i>)	Abgabe einer Erklärung über die persönliche Stimmabgabe, <i>fake-voting</i> , Vorrang einer parallelen Urnenwahl
	Recht zur ungültigen Stimme	Simpel umzusetzen, keine besondere technische Lösung benötigt. Erfordert im Stimmzettel eine Feld oder einen Button, mit dem ungültig abgestimmt werden kann.
Geheimheit der Wahl	Vertraulichkeit der Stimme/Unverknüpfbarkeit von Person und Stimme	verschlüsselte Stimmabgabe bei bestehender Verbindung zwischen Stimme und Person (Verschlüsselung mit mehreren Schlüsseln oder einem Schwellwert-Kryptosystem)
	dauerhaftes Wahlgeheimnis	Post-Quanten-Kryptographie
	Belegfreiheit (<i>receipt freeness</i>)	geschützte Belege, homomorphe Verschlüsselung, <i>verifyable shuffling</i>
	Ausspähung von Daten durch Schadsoftware	Hinweis auf Schutz vor Schadsoftware
	Schutz vor <i>sicilian attack</i>	muss berücksichtigt werden, benötigt keine besondere technische Lösung
Öffentlichkeit der Wahl	öffentliche Überprüfbarkeit	Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit (geschützte Belege, Veröffentlichung aller Stimmen auf kryptografischem <i>public bulletin board</i> , homomorphe Verschlüsselung, <i>verifyable shuffling</i> , Überprüfung verschlüsselter Stimmen vor der Abgabe (Benaloh-Challenge))

Tabelle 5.3.: Angepasste Anforderungen an eine Online-Wahl-Software.

Gleichheit der Wahl: Authentifizierung der Wählenden Zur Sicherstellung, dass eine Person selbst abgestimmt hat, dient bei der Briefwahl der Wahlschein. Die Wählenden versichern schriftlich, dass sie ihre Stimme persönlich abgegeben haben.⁵² Um an der Stelle einer anderen Person abstimmen zu können, ist in der Praxis der Zugriff auf den Briefkasten einer Person erforderlich. Die Fälschung einer Unterschrift auf einem Wahlschein würde höchstwahrscheinlich nicht auffallen. Verfahrensrechtlich ist auch keine Prüfung vorgesehen, ob für einen Wahlschein mehrere Briefwahlumschläge eingingen. Nach § 74 Abs. 3 BWahlO liegen bei der Auszählung von Briefwahlstimmen nur die Wahlbriefe und das Verzeichnis der ungültigen Wahlscheine vor. Ein Verzeichnis der Wahlscheine steht zur Prüfung gar nicht zur Verfügung. Der Schutz vor doppelten Stimmen ist also dadurch gewahrt, dass es nicht einfach möglich ist, Briefwahlunterlagen zu fälschen. Das Risiko eines derartigen Angriffs mit Einfluss auf das Wahlergebnis ist gering einzuschätzen.

Bei der Online-Wahl erfolgt die Authentifizierung auf unterschiedliche Weise. Üblich ist, dass Zugangsdaten benötigt werden. Eine Zwei-Faktor-Authentifizierung ist nicht üblich. In der Regel genügen die Zugangsdaten um im Namen einer anderen Person abzustimmen.

Sowohl bei der Briefwahl als auch bei Online-Wahlen lässt sich nicht sicherstellen, dass die Wählenden ihr Wahlrecht selbst ausüben.

Gleichheit der Wahl: Schutz vor verfrühter Auszählung Eingegangene Briefwahlumschläge werden verschlossen bis zur Auszählung unter Verschluss gehalten.⁵³ Eine verfrühte Auszählung wäre höchstens durch die jeweiligen Briefwahlvorstände möglich.

Bei Online-Wahlen sind organisatorische und technische Maßnahmen zu treffen, damit eine verfrühte Auszählung nicht möglich ist. Das ist technisch umsetzbar. Die konkrete Umsetzung ist abhängig vom ausgewählten System für die Verifizierbarkeit des Wahlergebnisses und die Geheimhaltung der Stimmen.⁵⁴

Sowohl bei der Briefwahl als auch bei Online-Wahlen ist es möglich zu verhindern, dass verfrüht Ergebnisse der Wahl ermittelt werden können.

Freiheit der Wahl: Schutz vor Beeinflussung (*coercion resistance*) Da Fernwahlen nicht in einem Wahllokal stattfinden, ist es nicht möglich zu verhindern, dass Wählende bei ihrer Wahlentscheidung beeinflusst werden. Dies führt bei Brief- und Online-Wahlen gleichermaßen zu einer starken Einschränkung der Freiheit der Wahl.

Bei Online-Wahlen sind mittels *re-voting* und *fake-voting* Maßnahmen möglich, welche die Einschränkung der Freiheit der Wahl reduzieren. Allerdings besteht bei Online-Wahlen auch das zusätzliche Risiko, dass Wählende durch Online-Werbung oder auch bei Wahlkampfständen o. Ä. unmittelbar wählen und damit keine Trennung zwischen Wahlwerbung und Wahlhandlung besteht.⁵⁵

Insgesamt besteht in diesem Aspekt eine größere potenzielle Einschränkung der Freiheit der Wahl durch Online-Wahlen als durch Briefwahlen.

⁵²§ 36 Abs. 2 S. 1 BWahlG.

⁵³§ 74 Abs. 1 S. 1 BWahlO.

⁵⁴Siehe *Schutz vor verfrühter Auszählung* in Abschnitt 4.1.2.

⁵⁵Siehe Abschnitt 3.2.3 und *Freiheit der Wahl: Schutz vor Beeinflussung (*coercion resistance*)* in Abschnitt 5.1.3.

Geheimheit der Wahl: Vertraulichkeit der Stimme/Unverknüpfbarkeit von Person und Stimme

Wahlumschläge enthalten Identität der Person und ihre Stimme. Das Wahlgeheimnis kann durch Öffnen beider Umschläge gebrochen werden. Das könnte beim Transport per Post passieren. Bei der öffentlichen Auszählung besteht das Risiko nicht. Insgesamt ist das Risiko eines Bruchs des Wahlgeheimnisses gering.

Bei der Online-Wahl wird sichergestellt, dass die Identität einer Person und ihre unver- schlüsselte Stimme sich nicht verknüpfen lassen.⁵⁶

Die Online-Wahl hat hier einen leichten Vorteil vor der Briefwahl.

Geheimheit der Wahl: Belegfreiheit (*receipt freeness*) Bei beiden Wahlmodi können Stimmzettel abfotografiert oder der gesamte Wahlvorgang gefilmt werden. Dabei ist unerheblich, ob die Stimmzettel physisch oder digital sind.

Bei Online-Wahlen kann mit *re-voting* und *fake-voting* das Risiko eingeschränkt werden. Auch dann ist jedoch ein Beleg möglich.⁵⁷

Sowohl bei der Briefwahl als auch bei Online-Wahlen ist die Belegfreiheit nicht gegeben.

Öffentlichkeit der Wahl: Integrität & Zuverlässigkeit Briefe können per Post verloren gehen. Bei der Briefwahl gibt es keine Verfahren, die das verhindern können.

Wahldaten werden über HTTPS und damit auf der Transportebene über TCP übertragen (Rescorla, 2000). Falls die Zustellung der Daten nach mehreren Versuchen fehlschlägt, wird durch eine Wahlsoftware keine Bestätigung des Versands angezeigt. In diesem Fall haben Währende die Möglichkeit, später erneut zu versuchen, ihre Abstimmungsdaten abzuschicken.

Online-Wahlen haben in Bezug auf die Zuverlässigkeit einen erheblichen Vorteil vor der Briefwahl.

Öffentlichkeit der Wahl: Verifizierbarkeit Die Auszählung der Briefwahl ist öffentlich nachvollziehbar. Das entspricht der universellen Verifizierbarkeit der Stufe *tallied as stored*. Die individuelle Verifizierbarkeit der Stufe *cast as intended* erübrigts sich bei der Stimmabgabe mit einem Stimmzettel, da die Stimme nicht in eine elektronische Form gebracht wird. Eine Verifikation, ob der eigene Wahlbrief einging ist nicht möglich.

Sofern die Online-Wahl-Software Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit erfüllt, ist zusätzlich zur universellen Verifizierbarkeit der Stufe *tallied as stored* und der individuellen Verifi- zierbarkeit der Stufe *cast as intended* auch die individuelle Verifizierbarkeit der Stufe *stored as cast* möglich.⁵⁸

Durch die individuelle Überprüfbarkeit, dass die eigene Stimme einging, hat die Online- Wahl in diesem Aspekt einen Vorteil gegenüber der Briefwahl.

⁵⁶Siehe *Vertraulichkeit der Stimme/Unverknüpfbarkeit von Person und Stimme* in Abschnitt 4.1.4.

⁵⁷Siehe *Belegfreiheit (*receipt freeness*)* in Abschnitt 4.1.4.

⁵⁸Siehe *Umsetzung der Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit* in Abschnitt 4.1.5.

Aspekt	Briefwahl	Online-Wahl
Allgemeinheit der Wahl: Zugang zur Wahl	Erfordert postalische Erreichbarkeit und Rücksendemöglichkeit unter Wahrung der jeweiligen Fristen	Erfordert ausschließlich eine Internetverbindung
Gleichheit der Wahl: Authentifizierung der Wählenden	Unterschrift auf dem Wahlschein	Unterschiedliche Authentifizierungsmethoden, meist genügen Zugangsdaten
Gleichheit der Wahl: Schutz vor verfrühter Auszählung	Eingegangene Briefwahlumschläge werden verschlossen bis zur Auszählung geschützt verwahrt.	Technische und organisatorische Maßnahmen, damit eine verfrühte Auszählung nicht möglich ist.
Freiheit der Wahl: Schutz vor Beeinflussung (<i>coercion resistance</i>)	Da Fernwahlen nicht in einem Wahllokal stattfinden, ist es nicht möglich zu verhindern, dass Wählende bei ihrer Wahlentscheidung beeinflusst werden.	Mittels <i>re-voting</i> und <i>fake-voting</i> ist es möglich, die Einschränkung der Freiheit der Wahl zu reduzieren.
Geheimheit der Wahl: Vertraulichkeit der Stimme/Unverknüpfbarkeit von Person und Stimme	Wahlumschläge enthalten Identität der Person und ihre Stimme. Das Wahlgeheimnis kann gebrochen werden.	Die Identität einer Person und ihre unverschlüsselte Stimme lassen sich nicht verknüpfen.
Geheimheit der Wahl: Belegfreiheit (<i>receipt freeness</i>)	Stimmzettel können abfotografiert werden oder der gesamte Wahlvorgang gefilmt werden.	Der Bildschirm kann aufgezeichnet werden. Mit <i>re-voting</i> und <i>fake-voting</i> kann das Risiko eingeschränkt werden.

Aspekt	Briefwahl	Online-Wahl
Öffentlichkeit der Wahl: Integrität & Zuverlässigkeit	Briefe können per Post verloren gehen.	Wahldaten werden über HTTPS und damit auf der Transportebene über TCP übertragen
Öffentlichkeit der Wahl: Verifizierbarkeit	Die Auszählung der Briefwahl ist öffentlich nachvollziehbar. Eine Verifikation, ob der eigene Wahlbrief einging ist nicht möglich.	Bei Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit: zusätzlich individuelle Verifizierbarkeit der Stufe <i>stored as cast</i>
Öffentlichkeit der Wahl: Nachvollziehbarkeit der eingesetzten Technik	allgemein verständlich	nur mit technischen Fachkenntnissen nachvollziehbar
Kritikalität von Angriffen	Einfluss auf einzelne Stimmen	Potenzieller Einfluss auf größeren Teil der Wahl

Tabelle 5.4.: Vergleich der Einschränkungen von Wahlgrundsätzen durch Briefwahlen und Online-Wahlen.

Öffentlichkeit der Wahl: Nachvollziehbarkeit der eingesetzten Technik Die Verfahren der Briefwahlen basieren auf klassischen allgemein verständlichen Verfahren wie schriftlichen Erklärungen und Postversand. Beim Wahlvorgang und bei der Auszählung können Personen ohne besondere Kenntnisse nachvollziehen, wie die Einhaltung der Wahlgrundsätze vorgesehen ist und, ob entsprechend verfahren wurde.

Bei der Online-Wahl sind die technischen Verfahren so komplex, dass sie nur mit Fachkenntnissen verstanden werden können.⁵⁹

Dieser Aspekt schränkt die Öffentlichkeit von Online-Wahlen im Vergleich zu Briefwahlen signifikant ein.

Kritikalität von Angriffen Bei der Briefwahl sind Angriffe jeweils nur für einzelne Stimmen möglich. Im Gegensatz dazu sind Angriffe auf Online-Wahlen mit dem Potenzial verbunden, Einfluss auf größere Teil der Wahl zu haben und hat geringere Chancen aufzufallen (Richter, 2012, S. 130). Dieses deutlich höhere Risiko eines Angriffs mit Einfluss auf das Wahlergebnis muss bei einem Vergleich zu Lasten von Online-Wahlen berücksichtigt werden.

5.2.2. Vergleich in der Gesamtbetrachtung

Insgesamt ist erkennbar, dass in einem Teil der Aspekte Briefwahlen und Online-Wahlen vergleichbar sind. Das betrifft die Gleichheit der Wahl in Bezug auf die Problematik bei der Authentifizierung der Wählenden und den Schutz vor verfrühter Auszählung sowie die Belegfreiheit als Teil des Wahlgeheimnisses. Bei der eng mit dem Wahlgeheimnis verbundenen Freiheit der Wahl bestehen in Bezug auf das grundsätzliche Risiko durch eine Fernwahl außerhalb eines Wahllokals vergleichbare Risiken. Durch die Unterschiede in der Umsetzung der Fernwahl ergeben sich aber auch erhebliche Unterschiede.

Online-Wahlen haben gegenüber Briefwahlen den Vorteil, dass sie einen einfacheren Zugang zur Wahl ermöglichen, das Wahlgeheimnis besser gewahrt werden kann und vor allem dadurch, dass der Eingang der eigenen Stimme sichergestellt wird und verifiziert werden kann.

Andererseits haben Online-Wahlen aber auch den Nachteil, dass ein erhöhtes Risiko für eine freie Wahl besteht, Angriffe ein höheres Risiko bergen, bedeutenden Einfluss auf die Wahl und damit aufs Wahlergebnis zu haben und die eingesetzte Technik nur mit Fachwissen nachvollziehbar ist. In diesem Punkt zeigen sich besonders die parallelen zwischen Wahlgeräten und einer Online-Wahl. Hier zeigen sich die Eigenschaften von Online-Wahlen als elektronische Wahl.

Es lässt sich also sagen, dass Online-Wahlen sowohl rechtlich als auch praktisch die Vor- und Nachteile von Fernwahlen und elektronischen Wahlen miteinander kombiniert.

Rüß (2001, S. 520) vertritt die Auffassung, dass eine Online-Wahl jeweils zulässig ist, wo bisher eine Briefwahl zugelassen war. Durch die beschriebenen Unterschiede, ist diese Analogie nicht so einfach möglich. Bei der Bewertung von Online-Wahlen sind jeweils an geeigneter Stelle die Maßstäbe des Bundesverfassungsgerichts zu Briefwahlen und das

⁵⁹Siehe *Öffentlichkeit der Wahl: fehlende Nachvollziehbarkeit der eingesetzten Technik* in Abschnitt 5.1.3.

Urteil zu Wahlgeräten anzulegen. Wie das Bundesverfassungsgericht zu Online-Wahlen urteilen würde, lässt sich dadurch nicht abschließend einschätzen.

Auf jeden Fall ergibt sich bei der Einführung von Online-Wahlen analog zur Briefwahl⁶⁰ die Pflicht, die Praxis zu überprüfen und gegebenenfalls die bestehenden Vorschriften nachzubessern. Das gilt in besonderer Weise für die Bewertung von Angriffen auf die Wahlsoftware.

5.3. Einfluss von Online-Wahlen auf Wahlbeteiligung und Kosten

5.3.1. Allgemeines

Das OVG Thüringen hat zur Rechtfertigung der Einschränkung von Wahlgrundsätzen unter anderem die Erhöhung der Wahlbeteiligung und die Reduktion der Kosten als mögliche Rechtfertigungen genannt.

Um den tatsächlichen Einfluss von Online-Wahlen auf Wahlbeteiligung und Kosten zur Durchführung der Wahlen zu bewerten, wurden 26 Hochschulen und 10 Studierendschaften befragt. Details zu den Ergebnissen der Anfragen sind in Anhang A zu finden.

5.3.2. Wahlbeteiligung

Zur Wahlbeteiligung liegen Daten von 15 Hochschulen und Studierendschaften vor. Diese sind in Abbildung 5.1 eingezeichnet.

Um daraus den Einfluss von Online-Wahlen ablesen zu können, wurde in der Abbildung 5.2 die Daten derart horizontan verschoben, dass einheitlich auf der linken Hälfte die Werte der letzten Urnenwahlen und rechts die Werte der ersten Online-Wahlen zu sehen sind. Bei Organisationen, die wieder zur Urnenwahl zurückgewechselt sind, wurden die entsprechenden Werte auf der rechten Hälfte der Grafik herausgenommen. Ebensfalls herausgenommen wurden die Daten von Organisationen, bei denen keine Daten zum Zeitpunkt des Wechsels von Urnenwahlen auf Online-Wahlen vorliegen.

Damit die relative Veränderung der Wahlbeteiligung durch Online-Wahlen besser sichtbar ist, wurde in Abbildung 5.3 die Wahlbeteiligung für jede Organisation mit ihrer durchschnittlichen Wahlbeteiligung normiert. Außerdem wurde mit der schwarzen Linie der Durchschnitt der eingezeichneten Werte eingezzeichnet.

Abbildung 5.3 zeigt sehr deutlich, dass in dem Jahr der Einführung von Online-Wahlen üblicherweise ein signifikanter Anstieg in der Wahlbeteiligung zu verzeichnen ist. In den Folgejahren nimmt die Wahlbeteiligung allerdings wieder ab. Die Schwankungen bei der Wahlbeteiligung durch andere Faktoren sind deutlich erkennbar.

Tabelle 5.5 zeigt für die einzelnen Organisationen den Unterschied zwischen dem Durchschnitt der Urnenwahlen, der ersten Online-Wahl und dem Durchschnitt der Online-Wahlen ohne die erste Online-Wahl. Der Unterschied bei der Wahlbeteiligung zwischen Online-Wahlen und Urnenwahlen ist ab dem zweiten Jahr erkennbar sehr gering.

⁶⁰Dreier, 2015, Art. 38, Rn. 125.

5. Rechtliche Bewertung der technischen Lösungen

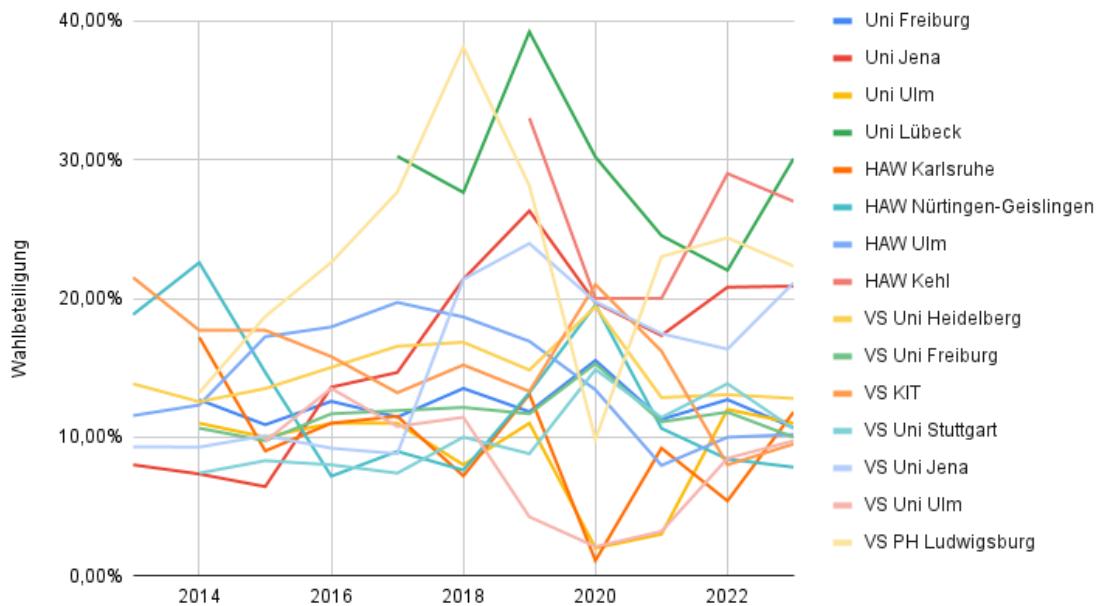


Abbildung 5.1.: Wahlbeteiligung in der zeitlichen Entwicklung.

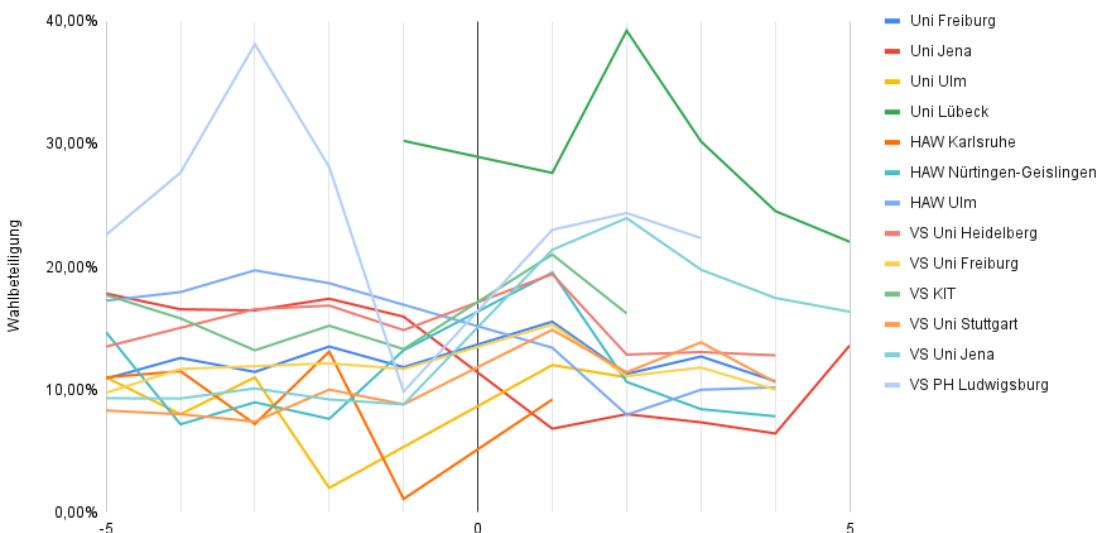


Abbildung 5.2.: Wahlbeteiligung vor und nach der Einführung von Online-Wahlen: absolute Werte.

Eine dauerhafte Erhöhung der Wahlbeteiligung durch Online-Wahlen ist hier statistisch nicht erkennbar. Im *uniWAHL Webinar: Hochschulwahlen Einblicke & Perspektiven* (2024) der Firma Electric Paper wurden verschiedene Maßnahmen zur Steigerung der Wahlbeteiligung an Hochschulen besprochen. Die dort diskutierten Erfahrungen decken sich mit den vorliegenden Zahlen. Zur Steigerung der Wahlbeteiligung gibt es verschiedene

5.3. Einfluss von Online-Wahlen auf Wahlbeteiligung und Kosten

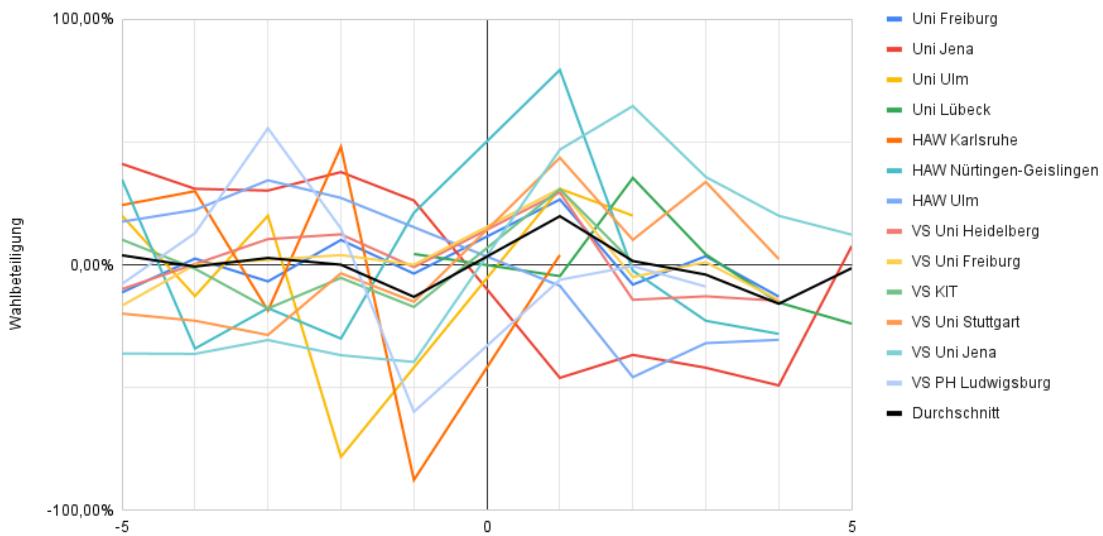


Abbildung 5.3.: Wahlbeteiligung vor und nach der Einführung von Online-Wahlen: normiert mit dem Durchschnitt der jeweiligen Organisation.

Organisation	Durchschnitt Urnenwahlen	1. Online-Wahl	Durchschnitt Online-Wahlen, ohne 1. Online-Wahl
Uni Freiburg	12,16%	15,53%	11,55%
Uni Jena	16,83%	6,82%	16,04%
Uni Ulm	8,38%	12,00%	11,00%
Uni Lübeck	30,25%	27,64%	29,21%
HAW Nürtingen-Geislingen	13,29%	19,53%	8,96%
HAW Ulm	16,33%	13,41%	9,38%
VS Uni Heidelberg	14,74%	19,40%	12,90%
VS Uni Freiburg	11,18%	15,29%	10,97%
VS KIT	16,34%	21,00%	16,20%
VS Uni Stuttgart	8,32%	14,87%	11,95%
VS Uni Jena	10,59%	21,38%	19,73%
VS PH Ludwigsburg	22,61%	23,01%	23,35%
Durchschnitt	15,44%	17,69%	15,48%

Tabelle 5.5.: Vergleich der Wahlbeteiligung zwischen Urnenwahlen und Online-Wahlen.

geeignetere Mittel als Online-Wahlen. Dazu gehören unter anderem Informationsplakate auf dem Campus oder eine aktive Ansprache der Wahlberechtigten auf dem Campus.

5. Rechtliche Bewertung der technischen Lösungen

5.3.3. Kosten

In Abbildung 5.4 sind für die 6 Organisationen bei denen Zahlen zu den Kosten vorliegen, die Werte eingezeichnet. Die Studierendenschaft der PH Ludwigsburg hat 2021 Online-Wahlen eingeführt, bei den übrigen Organisationen war dies 2020 der Fall. Die KIT-Studierendenschaft ist seit 2022 zu Urnenwahlen zurückgekehrt.

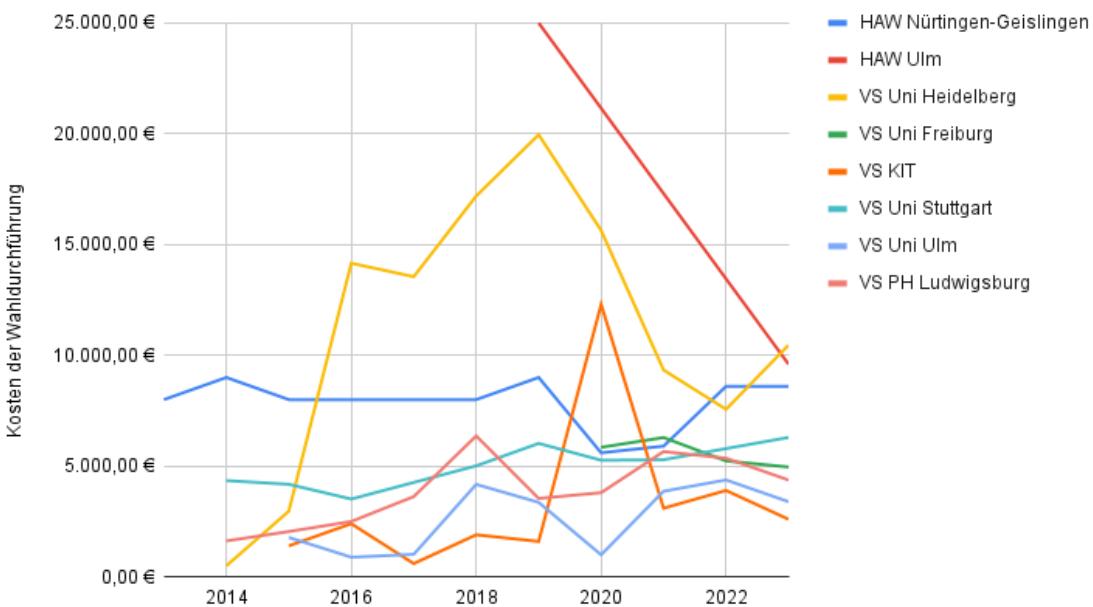


Abbildung 5.4.: Kosten der Wahldurchführung in der zeitlichen Entwicklung.

In der Tabelle 5.6 sind die durchschnittlichen Kosten von Urnenwahlen und Online-Wahlen dargestellt.

Organisation	durchschnittliche Kosten Urnenwahl	durchschnittliche Kosten Online-Wahl	absolute Differenz	relative Differenz
HAW Nürtingen-Geislingen	8.300 €	7.200 €	- 1.100 €	- 13%
HAW Ulm	25.000 €	9.600 €	- 15.400 €	- 62%
VS KIT	1.600 €	7.700 €	+ 6.100 €	+ 270%
VS Uni Heidelberg	11.400 €	10.700 €	- 700 €	- 6%
VS Uni Stuttgart	3.800 €	5.600 €	+ 1.800 €	+ 22%
VS PH Ludwigsburg	3.400 €	5.100 €	+ 1.700 €	+ 50%

Tabelle 5.6.: Vergleich der Kosten der Wahldurchführung zwischen Urnenwahlen und Online-Wahlen.

Sondersituationen Die Universität Stuttgart führt neben ihren eigenen Wahlen auch im Auftrag ihrer Verfassten Studierendenschaft die Wahlen zu studentischen Gremien durch. Sie berechnet der Studierendenschaft anteilig die Kosten. Daher ergeben sich aus den von der Universität an die Studierendenschaft berechneten Kosten auch Schlussfolgerungen für die Ausgaben der Universität. Es kann insbesondere geschlussfolgert werden, dass die Kosten der Universität Stuttgart zur Durchführung der Wahlen durch Online-Wahlen gestiegen sind.

Bei der Universität Ulm betrug der Personalaufwand bei Urnenwahlen ca. 35 Personentagen, bei Online-Wahlen nach höherem Aufwand bei der Einführung ca. 12 Personentagen. An Sachkosten kamen ca. 10.000 € Kosten für die Wahlsoftware dazu. Insgesamt ist anhand dieser Zahlen mit einer etwa gleichbleibenden Höhe der Kosten für die Hochschule zu rechnen.

Die Hochschule Heilbronn hat ihre Kosten nicht beziffert, hat allerdings geantwortet, dass die Kosten bei der Durchführung von Online-Wahlen geringer sind als bei der Durchführung von Urnenwahlen.

Die Studierendenschaft der Universität Heidelberg hat vergleichsweise hohe Kosten bei Urnenwahlen. Das liegt daran, dass sie den Wahlhelfenden Aufwandsentschädigungen zahlt.

Analyse Im Gegensatz zur Wahlbeteiligung ergibt sich bei den Kosten kein einheitliches Bild. Insbesondere mangelt es dazu an Daten. Dennoch lassen sich aus diesen Werten bei näherer Betrachtung wichtige Erkenntnisse schlussfolgern.

Die Kosten der Durchführung von Wahlen ergeben sich aus den Personal- und Sachausgaben. Die Personalausgaben sind die Kosten für die Wahlorgane und bei einer Urnenwahl zusätzlich die Kosten für die Betreuung von Wahllokalen und die Auszählung. Die Sachausgaben sind bei Urnenwahlen verschiedene Materialkosten wie der Druck von Stimmzetteln, Urnenbücher etc. und bei Online-Wahlen die Kosten für die Wahlsoftware. Die Materialkosten für Urnenwahlen sind verglichen mit den Kosten für eine Wahlsoftware vernachlässigbar. Bei Urnenwahlen sind allerdings die Personalausgaben deutlich höher.

In Studierendenschaften, wo der Personalaufwand bei Wahlen durch Ehrenamtliche getragen wird, die höchstens eine Aufwandsentschädigung erhalten, führt eine Online-Wahl in der Regel nicht zu Kosteneinsparungen.⁶¹ Bei Hochschulen, wo der Personalaufwand neben Studierenden auch durch Beschäftigte getragen wird, ergeben sich deutlich höhere Personalkosten bei Urnenwahlen. Entsprechend ist es bei den meisten Hochschulen, bei denen Daten zu den Kosten vorliegen, finanziell günstiger, Online-Wahlen durchzuführen.

Bei Urnenwahlen fallen insbesondere bei den Personalausgaben viele Kosten an, die unabhängig von der Zahl der Wahlberechtigten sind. Die Zahl der Wahlberechtigten hat jedoch bei Urnenwahlen einen geringeren Effekt als bei Online-Wahlen, wo die Preise der Wahlsoftware von der Zahl der Wahlberechtigten abhängig ist⁶². Mit wachsender Zahl an Wahlberechtigten sinkt entsprechend der finanzielle Vorteil von Online-Wahlen.

⁶¹Da die Studierendenschaft der Universität Heidelberg bei Urnenwahlen einen höheren Betrag für Aufwandsentschädigungen verausgabt hat, tritt dieser Effekt bei ihr nicht ein.

⁶²Diese Anmerkung entspricht der Preisgestaltung der beiden großen Anbieter POLYAS und Elecric Paper. Bei anderer Preisgestaltung oder einer Eigenentwicklung durch die Hochschule, ergeben sich andere Erkenntnisse.

Die vorliegenden Daten zeigen, dass Online-Wahlen für Wahlen der akademischen Selbstverwaltung von kleinen Hochschulen zu einer bedeutenden Reduktion der Kosten führen können. Allerdings ist die tatsächliche Entwicklung sehr stark von der einzelnen Organisation abhängig und muss im Einzelfall betrachtet werden.

5.4. Bewertung der Rechtmäßigkeit von Online-Wahlen an Hochschulen

Auf Grundlage der nun einzeln betrachteten Teilaufgaben wird nun insgesamt die Rechtmäßigkeit von Online-Wahlen an Hochschulen geprüft. Grundlage bildet eine Wahlsoftware, welche die in Abschnitt 5.1.4 beschriebenen Anforderungen erfüllt.

Eine Online-Wahl führt zu verschiedenen Einschränkungen von Wahlgrundsätzen. Diese sind zulässig, wenn sie gerechtfertigt sind.⁶³

5.4.1. Einschränkung von Wahlgrundsätzen

Die Einschränkungen von Wahlgrundsätzen wurden im Abschnitt 5.1.3 und der Tabelle 5.2 beschrieben und werden hier nun getrennt nach Wahlgrundsatz zusammengefasst.

Allgemeinheit der Wahl Die Einschränkung der Allgemeinheit der Wahl ist bei Online-Wahlen maßgeblich von der Benutzbarkeit der Wahlsoftware abhängig. Es kann in der Regel von einer vernachlässigbaren Einschränkung ausgegangen werden.

Gleichheit der Wahl Bei einer Online-Wahl kann nicht sichergestellt werden, dass das Wahlrecht als höchstpersönliches Recht von den Wahlberechtigten selbst ausgeübt wird. Auch bei Anwendung einer sicheren Authentifizierungsmethode liegt damit eine bedeutende Einschränkung der Gleichheit der Wahl vor.

Freiheit der Wahl Da Online-Wahlen nicht in einem Wahllokal stattfinden, ist es nicht möglich zu verhindern, dass Währende bei ihrer Wahlentscheidung beeinflusst werden. Dies führt zu einer starken Einschränkung der Freiheit der Wahl. *fake-voting* oder *re-voting* kann nur einen geringen Beitrag zur Reduzierung der Einschränkung der Freiheit der Wahl leisten. Eine weitere starke Einschränkung der Freiheit der Wahl ist die fehlende Trennung von Wahlwerbung und Wahlhandlung, da beide auf dem selben Gerät stattfinden können.

Unmittelbarkeit der Wahl Online-Wahlen haben keinen Einfluss auf den Grundsatz der Unmittelbarkeit der Wahl.

⁶³Siehe Abschnitt 3.4.

Geheimheit der Wahl Um die mehrfache Stimmabgabe durch eine Person zu verhindern ist bei einer Online-Wahl-Software eine geringe Einschränkung des Wahlgeheimnisses erforderlich. Das Risiko, dass der Bildschirm der Wählenden aufgezeichnet wird, führt zu einer zusätzlichen leichten Einschränkung des Wahlgeheimnisses. Durch *re-voting* und *fake-voting* lässt sich dem in geringem Maße entgegenwirken. Dazu kommt der Konflikt zwischen Belegfreiheit und öffentlicher Überprüfbarkeit, dessen Auflösung zu einer weiteren leichten Einschränkung des Wahlgeheimnisses führt. Das Risiko des Datenabfluss auf den Geräten der Wählenden stellt schließlich eine vernachlässigbare Einschränkung der Geheimheit der Wahl dar.

Öffentlichkeit der Wahl Online-Wahlen sind für technische Laien in entscheidenden Teilen nicht nachvollziehbar, da komplexe kryptografischen Verfahren verwendet werden. Bis auf wenige Fachleute ist eine Online-Wahl damit für die Wählenden eine *black box*. Das führt zu einer erheblichen Einschränkung der Öffentlichkeit der Wahl. Hinzu kommt, dass in der Definition der Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit verglichen mit der rechtlichen Anforderung der öffentlichen Überprüfbarkeit eine Verifizierbarkeit der Stufe *stored as cast* fehlt. Das stellt eine bedeutende Einschränkung des Grundsatzes der Öffentlichkeit der Wahl dar.

Zusammenfassung Besonders stark sind die Grundsätze der Freiheit und der Öffentlichkeit der Wahl von Einschränkungen betroffen. Die Gleichheit der Wahl und das Wahlgeheimnis sind bedeutend eingeschränkt. Die Allgemeinheit ist nur vernachlässigbar, die Unmittelbarkeit der Wahl gar nicht eingeschränkt.

5.4.2. Rechtfertigung

Die Einschränkung von Wahlgrundsätzen erfordert eine Rechtfertigung. Zur Rechtfertigung werden insbesondere die vom OVG Thüringen aufgezeigten Möglichkeiten genutzt.⁶⁴

Stärkung anderer Wahlgrundsätze Die Stärkung von Wahlgrundsätzen wurden im Abschnitt 5.1.3 zusammengefasst.

Eine Online-Wahl erleichtert den Zugang zur Wahl, da es nicht erforderlich ist, physisch in einem Wahllokal an der Wahl teilzunehmen. Das stellt eine Stärkung des Grundsatzes der allgemeinen Wahl dar. Der Grad dieser Stärkung lässt sich anhand der Entwicklung der Wahlbeteiligung in der jeweiligen Organisation bemessen.

Bei einer Online-Wahl sind menschliche Auszählungsfehler ausgeschlossen. Daraus ergibt sich eine geringfügige Stärkung der Gleichheit der Wahl.

Online-Wahlen bieten das Potenzial einer Stärkung der Öffentlichkeit der Wahl. In Ermangelung einer entsprechenden Lösung liegt derzeit keine Stärkung der Öffentlichkeit der Wahl vor.

Erhöhung der Wahlbeteiligung Die Einführung von Online-Wahlen führt nur kurzfristig zur Erhöhung der Wahlbeteiligung. Dauerhaft ist in der Regel keine Erhöhung erkennbar.⁶⁵

⁶⁴Siehe Abschnitt 3.4.1.

⁶⁵Siehe Abschnitt 5.3.2.

5. Rechtliche Bewertung der technischen Lösungen

Das bedeutet auch, dass die Stärkung der Allgemeinheit der Wahl keinen nachweisbaren Erfolg hat.

Auch an Hochschulen, deren Hochschulgesetze vorschreiben, Maßnahmen zur Steigerung der Wahlbeteiligung zu ergreifen⁶⁶, lässt sich dementsprechend keine zusätzliche Rechtfertigung für Online-Wahlen ableiten.

Reduktion von Kosten In der öffentlichen Haushalts- und Wirtschaftsführung ist der Grundsatz der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit der fundamentale Grundsatz (Gröpl u. a., 2019, § 7, Rn. 1). Er verpflichtet zur Abwägung der Wirtschaftlichkeit bei jeder haushaltswirksamen Einzelmaßnahme (Gröpl u. a., 2019, § 7, Rn. 29) und fußt auf Art. 114 Abs. 2 S. 1 GG⁶⁷.

Die Einführung von Online-Wahlen könnte bei kleinen Hochschulen zu einer Kostenreduktion führen. Dies ist jedoch jeweils im Einzelfall zu betrachten.⁶⁸ Die Rechtfertigung ist gegeben, wenn eine Reduktion erwartbar ist. Dabei ist unerheblich, ob diese tatsächlich eintritt.⁶⁹

Wissenschaftsfreiheit und Besonderheiten der Hochschulen Aus Besonderheiten der Hochschulen lässt sich keine besondere Rechtfertigung für die Einführung von Online-Wahlen ableiten. Allerdings ergibt sich aus dem Recht aus Selbstverwaltung mit Satzungsautonomie ein hohes Maß an Freiheit zur Gestaltung des Wahlverfahrens. Aus der Bedeutung der Selbstverwaltung, gerade für die akademische Selbstverwaltung der Hochschulen im Rahmen der Wissenschaftsfreiheit, ergibt sich jedoch auch die Notwendigkeit hoher Standards bei den Wahlen zu den Selbstverwaltungsorganen, was diese Freiheit wiederum einschränkt.

Fakultative Online-Wahl Ein sehr wichtiger Faktor für die Rechtfertigung von Online-Wahlen ist, ob sie zwingend oder fakultativ ist. Bei einer Online-Wahl, die nur auf Antrag aus besonderen Gründen, z. B. wegen einer Dienstreise am Wahltag zugelassen wird, lässt sich deutlich einfacher rechtfertigen, da die Wählenden andernfalls gar nicht wählen könnten. Auch eine optionale Online-Wahl, bei der die Wählenden sich neben einer Urnenwahl frei für eine Online-Wahl entscheiden können, ist einfacher zu rechtfertigen (Richter, 2012, S. 80 - 81, 281 – 285).

5.4.3. Ergebnis

Reine Online-Wahlen Bei Online-Wahlen stehen starke Einschränkungen von Wahlgrundsätzen einer geringfügigen Stärkung vom Wahlgrundsätzen und potentiell einer Reduktion der Kosten gegenüber. Auf dieser Grundlage ist im Allgemeinen zu bezweifeln, dass dies zur Rechtfertigung einer reinen Online-Wahl genügt. Das OVG Thüringen nennt in seinem Urteil von 2021⁷⁰ zwar mögliche Rechtfertigungsgründe, es mangelt jedoch an Maßstäben

⁶⁶Siehe *Wahlgrundsätze* in Abschnitt 3.1.

⁶⁷*Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland (GG)* 1949.

⁶⁸Siehe Abschnitt 5.3.3.

⁶⁹OGV Thüringen v. 25.03.2021 – 4 KO 395/19 2021, Rn. 69.

⁷⁰OGV Thüringen v. 25.03.2021 – 4 KO 395/19 2021.

5.4. Bewertung der Rechtmäßigkeit von Online-Wahlen an Hochschulen

zur Bewertung der Angemessenheit des Eingriffs in Wahlgrundsätze, für eine abschließende Bewertung zur Zulässigkeit von reinen Online-Wahlen. Das schließt jedoch nicht aus, dass die Rechtfertigung im Einzelfall gegeben ist.

Fakultative Online-Wahl Eine mögliche Alternative wäre die Einführung fakultativer Online-Wahlen als freiwillige Alternative zur Urnenwahl. In diesem Fall steht es den Wählenden frei zu entscheiden, welchen Wahlmodus sie bevorzugen. Wichtig ist einerseits zu beachten, dass die Wählenden, die verschiedene Wahlmodi verwenden, gleich behandelt werden, und andererseits, dass die Entscheidung für eine Online-Wahl einer Einzelperson die Öffentlichkeit der Wahl für alle Wählenden einschränkt, da das Verfahren dann nur beschränkt öffentlich überprüfbar ist. Diese Einschränkung erscheint in der Gesamtbetrachtung gerechtfertigt.

6. Fazit und Ausblick

6.1. Fazit

Die rechtlichen Anforderungen an Online-Wahlen sind sehr komplex und führen zum Teil zu Widersprüchen. Die erforschten technischen Lösungen für diese schwer erfüllbaren Anforderungen sind nach aktuellem Stand auf einem hohen Sicherheitsniveau. Die Umsetzung dieser Lösungen in Software ist noch ausbaufähig. Eine große Schwierigkeit bleiben zudem die systemimmanenten Probleme von Online-Wahlen. Dazu gehören die Probleme von Online-Wahlen in ihrer Eigenschaft als Fernwahl. Das sind unter anderem die Problematik, dass nicht sichergestellt werden kann, dass eine Person persönlich wählt und das Risiko, dass eine Person unter Beobachtung und damit nicht frei wählen kann. Dazu kommen die Probleme von Online-Wahlen in ihrer Eigenschaft als elektronische Wahl in Bezug auf die Nachvollziehbarkeit. Das bezieht sich wiederum auf die Verifizierbarkeit der Ergebnisse und die Nachvollziehbarkeit der eingesetzten Technik. Diese systemimmanenten Probleme können nicht an sich gelöst werden, die daraus folgenden Einschränkungen von Wahlgrundsätzen können jedoch begrenzt werden. Die größte Schwierigkeit bleibt, die komplexe Technik und damit auch die Wahlergebnisse für Laien nachvollziehbar zu machen.

Im Bereich der öffentlichen Überprüfbarkeit der Wahlergebnisse wird auf technischer Seite die Definition der Ende-zu-Ende-Verifizierbarkeit häufig als Anforderung verwendet. Mangels einer universellen Überprüfbarkeit der Stufe *stored as cast* genügt diese Definition jedoch nicht vollständig den rechtlichen Anforderungen.

Durch entsprechende Anfragen bei verschiedenen Hochschulen und Studierendenschaften konnte festgestellt werden, dass eine dauerhafte Erhöhung der Wahlbeteiligung durch Online-Wahlen im Allgemeinen nicht eintritt. Zudem ist eine Reduktion von Kosten stark abhängig von der jeweiligen Organisation. Bei einer größeren Zahl an Wahlberechtigten ist sogar eher mit einer Steigerung der Kosten zu rechnen.

6.2. Bewertung der Methodik

Die Methodik dieser Arbeit hat sich bewährt. Die Beibehaltung der Verbindung zwischen Anforderungen und den Wahlgrundsätzen sowie der Ausgleich der technischen Anforderungen durch die juristische Methode der praktischen Konkordanz haben ihre Stärke bewiesen: Dadurch lassen sich technische Abwägungsentscheidungen juristisch fundiert treffen. Erfolgt der Bruch zwischen Recht und Informatik zu früh, geht die Möglichkeit zur rechtskonformen Abwägung verloren.

6.3. Durchführung von Online-Wahlen an Hochschulen

Hochschulen und Studierendenschaften, die zukünftig Online-Wahlen durchführen möchten, sollten zunächst klären, welches Ziel sie damit erreichen möchten. Eine Steigerung der Wahlbeteiligung ist nicht zu erwarten und eine Senkung der Kosten ist nur unter bestimmten Rahmenbedingungen möglich. Entsprechend muss nach individueller Situation entschieden werden. Dabei muss bedacht werden, dass es bisher keine Rechtsprechung gibt, welche die Zulässigkeit der Durchführung von Online-Wahlen an Hochschulen bestätigt. Bei Hochschulen in Baden-Württemberg und Mecklenburg-Vorpommern sowie bei Verfassten Studierendenschaften in Rheinland-Pfalz ist zu berücksichtigen, dass nach aktueller gesetzlicher Lage eine Briefwahl verpflichtend angeboten werden muss.

Bei der Umsetzung von Online-Wahlen ist außerdem zu beachten, dass die Einhaltung von Wahlgrundsätzen in zwei Stufen sichergestellt werden muss. In der ersten Stufe ist eine Wahlordnung zu erlassen, welche im Rahmen des geltenden Rechts und der Maßstäbe des Urteils des OVG Thüringen von 2021 das Wahlverfahren inklusive abstrakter technikneutraler Anforderungen an eine Online-Wahl-Software festlegt. Diese Wahlordnung kann dann binnen eines Jahres durch ein Normenkontrollverfahren durch das zuständige Verwaltungsgericht geprüft werden. In der zweiten Stufe muss bei der Durchführung der Wahlen die Einhaltung der Wahlordnung sichergestellt werden. Diese Stufe kann bei jeder Wahl durch ein Wahlprüfungsverfahren überprüft werden. Die Wahlordnung muss also so geschrieben sein, dass sie rechtmäßig ist (erste Stufe), aber praktisch erfüllbar (zweite Stufe). Bei der Regelung von Anforderungen an die Wahlordnung kann dies zum Teil ein schmaler Grat sein.

Die Methodik dieser Arbeit kann für die Entwicklung einer eigenen Online-Wahl-Software oder in folgender angepasster Form für die Auswahl einer bestehenden Online-Wahl-Software verwendet werden:

1. Rechtliche Anforderungen feststellen
2. Softwarelösung direkt zu rechtlichen Anforderungen suchen
3. Konflikte zwischen Anforderungen mit möglichen technischen Lösungen und juristischen Maßstäben auflösen
4. Einfluss auf Wahlgrundsätze bewerten
5. Softwarelösung auswählen
6. Rechtmäßigkeit prüfen

Für die praktische Umsetzung fehlt, dass die rechtlichen Anforderungen in die Wahlordnung geschrieben werden.

Hochschulen und Studierendenschaften, die aktuell bereits Online-Wahlen durchführen, sollten sich ebenfalls bewusst sein, dass die Rechtmäßigkeit von Online-Wahlen und von bestimmten Software-Lösungen bisher gerichtlich nicht bestätigt ist.

6.4. Ausblick

Auf technischer Seite besteht Forschungsbedarf an technischen Lösungen. Das gilt allgemein, da sich die technischen Rahmenbedingungen laufend wandeln. Es gilt aber insbesondere für Lösungen, die Online-Wahl-Software für Laien nachvollziehbar machen, ohne die übrigen Wahlgrundsätze unverhältnismäßig einzuschränken. Zudem müssen Forschungsergebnisse in die Praxis umgesetzt werden, damit die Software-Lösungen stets dem aktuellen Stand der Technik entsprechen. Das gilt insbesondere für die Implementierung quantensicherer Verschlüsselungsverfahren.

Auf der rechtlichen Seite werden Gerichtsurteile benötigt, welche Klarheit schaffen, welche Maßstäbe bei der Bewertung der Angemessenheit des Eingriffs in Wahlgrundsätze anzulegen sind. Klarheit besteht derzeit nur darüber, dass Online-Wahlen bei parlamentarischen Wahlen unzulässig und bei Vereinswahlen zulässig sind. Wo dazwischen die Grenze verläuft, bleibt unklar. Solange es keine klaren Gerichtsurteile gibt, wird es bei Online-Wahlen an Hochschulen keine Rechtssicherheit geben.

Literatur

- Artologik Survey&Report* (Feb. 2024). URL: <https://www.artologik.com/de/survey-report> (besucht am 11.02.2024).
- Bayer, Stephanie und Jens Groth (2012). „Efficient Zero-Knowledge Argument for Correctness of a Shuffle“. In: *Advances in Cryptology – EUROCRYPT 2012*. Hrsg. von David Hutchison u. a. Bd. 7237. Lecture Notes in Computer Science. Springer Berlin Heidelberg, S. 263–280. ISBN: 978-3-642-29011-4. URL: http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-29011-4_17.
- Bayerisches Hochschulinnovationsgesetz (BayHIG)* (Jan. 2023). URL: <https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayHIG/true>.
- Beckert, Bernhard u. a. (2021). *Aktuelle Entwicklungen im Kontext von Online-Wahlen und digitalen Abstimmungen*. DOI: 10.5445/IR/1000137300. URL: <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000137300>.
- Bell, Susan u. a. (Aug. 2013). „STAR-Vote: A Secure, Transparent, Auditable, and Reliable Voting System“. In: *USENIX Journal of Election Technology and Systems (JETS)* 1.1. URL: <https://www.usenix.org/system/files/conference/evtwote13/jets - 0101-bell.pdf>.
- Benaloh, Josh (Sep. 1987). „Verifiable Secret-Ballot Elections“. Diss. New Haven: Yale University. URL: <https://www.cs.yale.edu/publications/techreports/tr561.pdf>.
- (Juni 2006). „Simple Verifiable Elections“. In: *2006 USENIX/ACCURATE Electronic Voting Technology Workshop (EVT 06)*. Vancouver, B.C. URL: https://www.usenix.org/legacy/event/evt06/tech/full_papers/benaloh/benaloh.pdf.
 - (Juni 2008). „Administrative and Public Verifiability: Can We Have Both?“ In: Proceedings of the Conference on Electronic Voting Technology. San Jose, CA. URL: https://www.usenix.org/legacy/events/evt08/tech/full_papers/benaloh/benaloh.pdf.
- Benaloh, Josh und Michael J. Fischer (Juli 1985). „A Robust and Verifiable Cryptographically Secure Election Scheme“. In: *26th Annual Symposium on Foundations of Computer Science (sfcs 1985)*, S. 372–382. DOI: 10.1109/SFCS.1985.2.
- Benaloh, Josh, Ronald L. Rivest u. a. (Apr. 2015). *End-to-end verifiability*. DOI: 10.48550/arXiv.1504.03778. URL: <https://arxiv.org/abs/1504.03778>.
- Benaloh, Josh und Dwight Tuinstra (1994). „Receipt-Free Secret-Ballot Elections“. In: *Proceedings of the twenty-sixth annual ACM symposium on Theory of computing - STOC '94*. Montreal, Quebec, Canada: ACM Press, S. 544–553. ISBN: 978-0-89791-663-9. DOI: 10.1145/195058.195407. URL: <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=195058.195407>.
- Bernhard, Matthew u. a. (Aug. 2017). *Public Evidence from Secret Ballots*. arXiv:1707.08619 [cs]. URL: <http://arxiv.org/abs/1707.08619>.
- Brandenburgisches Hochschulgesetz (BbgHG)* (Apr. 2014). URL: <https://bravors.brandenburg.de/gesetze/bbghg>.

- Bremisches Hochschulgesetz (BremHG)* (März 2007). URL: https://www.transparenz.bremen.de/metainformationen/bremisches-hochschulgesetz-in-der-fassung-vom-9-mai-2007-190931?asl=bremen203_tpgegesetz.c.55340.de&template=20_gp_ifg_meta_detail_d.
- Bundeswahlgesetz (BWahlG)* (Juli 1975). URL: <https://www.gesetze-im-internet.de/bwahlg/BJNR003830956.html>.
- Bundeswahlordnung (BWO)* (Sep. 1985). URL: <https://www.bundeswahlleiterin.de/dam/jcr/04f736b0-66e8-4618-9063-88af47e83ce2/bundeswahlordnung.pdf>.
- BVerfG v. 09.04.1975 – 1 BvL 6/74* (Apr. 1975).
- BVerfG v. 24.09.2003 – 2 BvR 1436/02* (Sep. 2003). URL: https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Downloads/DE/2003/09/rs20030924_2bvr143602.pdf?__blob=publicationFile&v=1.
- BVerfGE 121, 266* (Apr. 2008). URL: <https://www.servat.unibe.ch/tools/DfrInfo?Command>ShowPrintVersion&Name=bv121266>.
- BVerfGE 123, 39* (März 2009). URL: https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Downloads/DE/2009/03/cs20090303_2bvc000307.pdf?__blob=publicationFile&v=1.
- BVerfGE 35, 79* (Mai 1973). URL: <https://www.servat.unibe.ch/tools/DfrInfo?Command>ShowPrintVersion&Name=bv035079>.
- BVerfGE 41, 29* (Dez. 1975). URL: <https://www.servat.unibe.ch/tools/DfrInfo?Command>ShowPrintVersion&Name=bv041029>.
- BVerfGE 59, 119* (Nov. 1981). URL: <https://www.servat.unibe.ch/tools/DfrInfo?Command>ShowPrintVersion&Name=bv059119>.
- BVerfGE 7, 63* (Juli 1957). URL: <https://www.servat.unibe.ch/tools/DfrInfo?Command>ShowPrintVersion&Name=bv007063>.
- BVerfGE 89, 214* (Okt. 1993). URL: <https://www.servat.unibe.ch/tools/DfrInfo?Command>ShowPrintVersion&Name=bv089214>.
- BVerfGE 95, 335* (Nov. 1996). URL: <https://www.servat.unibe.ch/tools/DfrInfo?Command>ShowPrintVersion&Name=bv095335>.
- Chaum, D. u. a. (Dez. 2009). „Scantegrity II: End-to-End Verifiability by Voters of Optical Scan Elections Through Confirmation Codes“. In: *IEEE Transactions on Information Forensics and Security* 4.4, S. 611–627. ISSN: 1556-6013. DOI: [10.1109/TIFS.2009.2034919](https://doi.org/10.1109/TIFS.2009.2034919). URL: <http://ieeexplore.ieee.org/document/5290135/>.
- Clarkson, Michael R., Stephen Chong und Andrew C. Myers (Mai 2008). „Civitas: Toward a Secure Voting System“. In: *2008 IEEE Symposium on Security and Privacy (sp 2008)*. ISSN: 1081-6011. Oakland, CA, USA: IEEE, S. 354–368. ISBN: 978-0-7695-3168-7. DOI: [10.1109/SP.2008.32](https://doi.org/10.1109/SP.2008.32). URL: <http://ieeexplore.ieee.org/document/4531164/>.
- Conventex - Corporate Event & Live Marketing Software* (Feb. 2024). URL: <https://conventex.com/> (besucht am 22.03.2024).
- Das Wahlgeheimnis bei Online-Wahlen mit POLYAS* (Apr. 2016). URL: <https://www.polyas.de/sicherheit/wahlgeheimnis> (besucht am 11.02.2024).
- Digitale Wahlen / Rechtssichere Online-Abstimmungen* (2024). URL: <https://conventex.com/digitale-wahlen/> (besucht am 22.03.2024).
- Dreier, Horst (2015). *Grundgesetz Kommentar*. Hrsg. von Frauke Brosius-Gersdorf. 3. Aufl. Bd. 2. Mohr Siebeck. ISBN: 978-3-16-150494-5. URL: <https://beck-online.beck.de/Bcid/Y-400-W-DreierKoGG-B-2>.

Drucksache 14/6318 des Deutschen Bundestags (Juni 2001). URL: <https://dserver.bundestag.de/btd/14/063/1406318.pdf>.

Drucksache 17/1345 des Landtags von Baden-Württemberg (Nov. 2021). URL: https://www.landtag-bw.de/files/live/sites/LTBW/files/dokumente/WP17/Drucksachen/1000_17_1345_D.pdf.

Estonia (Juli 2020). Estonia: The world's longest standing, most advanced internet voting solution. URL: <https://www.smartmatic.com/featured-case-studies/estonia-the-worlds-longest-standing-most-advanced-internet-voting-solution/> (besucht am 24.03.2024).

Evasys (Feb. 2024). URL: <https://evasys.de/evasys/> (besucht am 11.02.2024).

Fragen zur Verfassungsmäßigkeit von Briefwahlen (Jan. 2021). Ausarbeitung WD 3 - 3000 - 005/21. Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestags, S. 9. URL: <https://www.bundestag.de/resource/blob/829216/745dc4ea8d4b00624236bfa80449a9a3/WD-3-005-21-pdf-data.pdf>.

GENOLIVE Voting - Conventex GmbH (2024). URL: https://conventex.com/digitale-wahlen/ (besucht am 23.02.2024).

Gesetz über die Hochschule der Bildenden Künste Saar (KhG) (Juli 2010). URL: <https://recht.saarland.de/bssl/document/jlr-KuHSchulGSL2010V3P16/part/X>.

Gesetz über die Hochschule für Musik Saar (MhG) (Juli 2010). URL: <https://recht.saarland.de/bssl/document/jlr-MusHSchulGSL2010V3P16/part/X>.

Gesetz über die Hochschulen des Landes Mecklenburg-Vorpommern (LHG M-V) (Jan. 2011).
URL: <https://www.landesrecht-mv.de/bsmv/document/jlr-HSchulGMV2011pP24/part/X>.

Gesetz über die Hochschulen des Landes Nordrhein-Westfalen (HG) (Sep. 2014). URL: https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_text_anzeigen?v_id=10000000000000000654.

Gesetz über die Hochschulen im Land Berlin (BerlHG) (Juni 2011). URL: <https://gesetze.berlin.de/bsbe/document/jlr-HSchulGBE2011V27P48/part/X>.

Gesetz über die Hochschulen in Baden-Württemberg (LHG) (Jan. 2005). URL: <https://www.landesrecht-bw.de/bsbw/document/jlr-HSchulGBWrahmen/part/X>.

Gesetz über die Hochschulen und das Universitätsklinikum Schleswig-Holstein (HSG) (Jan. 2016). URL: <https://www.gesetze-rechtsprechung.sh.juris.de/bssh/document/jlr->

HSchulGSH2016V11IVZ/part/X.
Gesetz zur Regelung des Zugangs zu Informationen in Baden-Württemberg (Landesinformationsfreiheitsgesetz - LIFG) (Dez. 2015). URL: <https://www.landesrecht-bw.de/bsbw/document/jlr-InfFrGBWrahmen/part/X>.

GNU Affero General Public License, Version 3 - GNU-Projekt - Free Software Foundation (2024).
URL: <https://www.gnu.org/licenses/agpl-3.0.de.html> (besucht am 24.02.2024).

Gröpl, Christoph u. a. (2019). *Kommentar Staatliches Haushaltsrecht BHO/LHO*. 2. Auflage. München: C.H. Beck. ISBN: 978-3-406-71937-0. URL: https://www.beck-shop.de/groepel-bundeshaushaltssordnung-landeshaushaltssordnung-bho_lho/product/22330501.

Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland (GG) (Mai 1949). URL: https://www.gesetze-im-internet.de/gg/BJNR000010949.html.

Gutjahr, Amina, Indra Specker Gen. Döhmann und Melanie Volkamer (Nov. 2023). „Online-Bundestagswahlen – Verfassungsrechtliche Grenzen und technische Herausforderungen“

- gen – Die Basis der Demokratie in der digitalen Dekade“. In: *Computer und Recht* 39.11, S. 767–776. ISSN: 2194-4172. DOI: 10.9785/cr-2023-391124. URL: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.9785/cr-2023-391124/html>.
- Hamburgisches Hochschulgesetz (HmbHG)* (Juli 2001). URL: <https://www.landesrecht-hamburg.de/bsha/document/jlr-HSchulGHAV31P116/part/X>.
- Hauser, Severin und Rolf Haenni (Mai 2016). „A Generic Interface for the Public Bulletin Board Used in UniVote“. In: *2016 Conference for E-Democracy and Open Government (CeDEM)*. Krems, Austria: IEEE, S. 49–56. ISBN: 978-1-5090-1043-1. DOI: 10.1109/CeDEM.2016.24. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7781908/>.
- Heather, James und David Lundin (2009). „The Append-Only Web Bulletin Board“. In: *Formal Aspects in Security and Trust*. Hrsg. von Pierpaolo Degano, Joshua Guttman und Fabio Martinelli. Bd. 5491. Series Title: Lecture Notes in Computer Science. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 242–256. ISBN: 978-3-642-01465-9. DOI: 10.1007/978-3-642-01465-9_16. URL: http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-01465-9_16.
- Heiberg, Sven, Peeter Laud und Jan Willemson (2012). „The Application of I-Voting for Estonian Parliamentary Elections of 2011“. In: *E-Voting and Identity*. Hrsg. von Aggelos Kiayias und Helger Lipmaa. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 208–223. ISBN: 978-3-642-32747-6. DOI: 10.1007/978-3-642-32747-6_13. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-32747-6_13.
- Hessisches Hochschulgesetz (HessHG)* (Dez. 2021). URL: <https://www.rv.hessenrecht.hessen.de/bshe/document/jlr-HSchulGHE2022rahmen/part/X>.
- HISinOne-Campus* (2024). *HISinOne-Campus: Prüfungen und Veranstaltungen*. URL: <https://www.his.de/hisinone/pruefungen-und-veranstaltungen> (besucht am 25.02.2024).
- Hochschulgesetz des Landes Sachsen-Anhalt (HSG LSA)* (Jan. 2021). URL: <https://www.landesrecht.sachsen-anhalt.de/bsst/document/jlr-HSchulgST2021pP62/part/X>.
- Hochschulgesetz Rheinland-Pfalz (HochSchG)* (Okt. 2020). URL: <https://landesrecht.rlp.de/bsrp/document/jlr-HSchulGRP2020pP39/part/X>.
- Hödtke, Andrea (Aug. 2021). *Neue Online-Lösung für Gremienwahlen an Hochschulen*. URL: <https://blog.electricpaper.de/neue-online-loesung-fuer-gremienwahlen-an-hochschulen/> (besucht am 21.02.2024).
- IFG-Anfrage an das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI): Zertifizierung von Wahlsoftware nach BSI-CC-PP-0037-2008* (2024). URL: <https://fragdenstaat.de/anfrage/zertifizierung-von-wahlsoftware-nach-bsi-cc-pp-0037-2008/> (besucht am 14.03.2024).
- Impressum Conventex GmbH* (2024). URL: <https://conventex.com/impressum/> (besucht am 23.02.2024).
- Individuelle Verifikation bei POLYAS* (März 2021). URL: <https://www.polyas.de/sicherheit/individuelle-verifikation> (besucht am 11.02.2024).
- Informationszugangsgesetz für das Land Schleswig-Holstein (IZG-SH)* (Jan. 2012). URL: <https://www.gesetze-rechtsprechung.sh.juris.de/bssh/document/jlr-InfoZGSHrahmen/part/X>.
- ISO 27001 Zertifizierung auf Basis von IT-Grundschutz* (2024). URL: <https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Unternehmen-und-Organisationen/Standards-und-Zertifizierung/Zertifizierung-und-Anerkennung/Zertifizierung-von-Managementsystemen/ISO->

-
- 27001-Basis-IT-Grundschutz/iso-27001-basis-it-grundschutz.html (besucht am 14.03.2024).
- Juels, Ari, Dario Catalano und Markus Jakobsson (Nov. 2005). „Coercion-resistant electronic elections“. In: *Proceedings of the 2005 ACM workshop on Privacy in the electronic society*. Alexandria VA USA: ACM, S. 61–70. ISBN: 978-1-59593-228-0. DOI: 10.1145/1102199.1102213. URL: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1102199.1102213>.
- Kommentar zur Einhaltung der Wahlgrundsätze bei einer Online-Wahl* (o.D.).
- Kusters, Ralf, T. Truderung und A. Vogt (Mai 2011). „Verifiability, Privacy, and Coercion-Resistance: New Insights from a Case Study“. In: *2011 IEEE Symposium on Security and Privacy*. Berkeley, CA: IEEE, S. 538–553. ISBN: 978-0-7695-4402-1. DOI: 10.1109/SP.2011.21. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/document/5958051/>.
- Moodle: Umfrage* (Feb. 2024). URL: <https://docs.moodle.org/403/de/Umfrage> (besucht am 11.02.2024).
- Moran, Tal und Moni Naor (2006). „Receipt-Free Universally-Verifiable Voting with Everlasting Privacy“. In: *Advances in Cryptology - CRYPTO 2006*. Hrsg. von David Hutchison u. a. Bd. 4117. Series Title: Lecture Notes in Computer Science. Springer, S. 373–392. ISBN: 978-3-540-37433-6. DOI: 10.1007/11818175_22. URL: http://link.springer.com/10.1007/11818175_22.
- Müller, Johannes und Tomasz Truderung (2023). „CAISED: A Protocol for Cast-as-Intended Verifiability with a Second Device“. In: *Electronic Voting*. Hrsg. von Melanie Volkamer u. a. Springer Nature Switzerland, S. 123–139. ISBN: 978-3-031-43756-4. DOI: 10.1007/978-3-031-43756-4_8. URL: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-031-43756-4.pdf>.
- Neff, C. Andrew (2001). „A Verifiable Secret Shuffle and its Application to E-Voting“. In: *Proceedings of the 8th ACM Conference on Computer and Communications Security*. DOI: 10.1145/501983.502000. URL: <https://doi.org/10.1145/501983.502000>.
- Neumann, Stephan u. a. (2013). „Modeling the German Legal Latitude Principles“. In: *Electronic Participation*. Hrsg. von David Hutchison u. a. Bd. 8075. Series Title: Lecture Notes in Computer Science. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 49–56. ISBN: 978-3-642-40345-3. DOI: 10.1007/978-3-642-40346-0_5. URL: http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-40346-0_5.
- Niedersächsische Verfassung (NV)* (Juni 1993). URL: https://www.mf.niedersachsen.de/download/1432/Niedersaechische_Verfassung.pdf.
- Niedersächsisches Hochschulgesetz (NHG)* (Feb. 2007). URL: <https://voris.wolterskluwer-online.de/browse/document/f68e8e56-dd98-36a8-b079-378cdf800d4d>.
- Online wählen mit uniWAHL OWS* (2024). URL: <https://wahlen-organisieren.de/software/online-waehlen-mit-uniwahl-ows/> (besucht am 17.02.2024).
- OVG Thüringen v. 23.05.2017 – 4 N 124/15* (Mai 2017). URL: <https://landesrecht.thueringen.de/bsth/document/MWRE170006453>.
- OVG Thüringen v. 25.03.2021 – 4 KO 395/19* (März 2021). URL: <https://landesrecht.thueringen.de/bsth/document/MWRE210001898>.
- OVG Thüringen v. 30.05.2013 – 1 N 240/12* (Mai 2013).
- POLYAS Produkte* (Sep. 2020). URL: <https://www.polyas.de/produkte> (besucht am 22.03.2024).

- Protection Profile for E-Voting Systems for non-political Elections (BSI-CC-PP-0121)* (Apr. 2023). URL: https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Zertifizierung/Schutzprofile/BSI-CC-PP-0121-Protection-Profile-for-E-Voting-Systems.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (besucht am 14.03.2024).
- Qin, Bo u. a. (Nov. 2012). „Provably secure threshold public-key encryption with adaptive security and short ciphertexts“. In: *Information Sciences* 210, S. 67–80. ISSN: 00200255. DOI: 10.1016/j.ins.2012.04.038. URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0020025512003179>.
- QuestorPro - Blubbsoft* (Feb. 2024). URL: <https://www.blubbsoft.de/Befragungen/Loesung/QuestorPro> (besucht am 11.02.2024).
- Rescorla, E. (Mai 2000). *HTTP Over TLS*. Techn. Ber. RFC2818. DOI: 10.17487/rfc2818. URL: <https://www.rfc-editor.org/info/rfc2818>.
- Richter, Philipp (Okt. 2012). *Wählen im Internet rechtsgemäß gestalten*. Nomos Verlagsge-sellschaft mbH & Co. KG. ISBN: 978-3-8329-7868-6. DOI: 10.5771/9783845243450. URL: <https://www.nomos-elibrary.de/10.5771/9783845243450/wählen-im-internet-rechtsgemäß-gestalten>.
- Rivest, Ronald L. (Okt. 2008). „On the notion of ‘software independence’ in voting systems“. In: *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 366.1881, S. 3759–3767. ISSN: 1364-503X, 1471-2962. DOI: 10.1098/rsta.2008.0149. URL: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsta.2008.0149>.
- Rüß, Oliver René (2000). „Wählen im Internet - Wahlrechtsgrundsätze und Einsatz von digitalen Signaturen“. In: *Multimedia und Recht*, S. 73–77. URL: <https://beck-online.beck.de/Bcid/Y-300-Z-MMR-B-2000-S-73-N-1>.
- (2001). „E-democracy Demokratie und Wählen im Internet“. In: *Zeitschrift für Rechtspolitik* 11, S. 518–521. DOI: 10.2307/23427094.
- Saarländisches Hochschulgesetz (SHSG)* (Dez. 2016). URL: <https://recht.saarland.de/bssl/document/jlr-HSchulGSLpP17/part/X>.
- Sächsisches Hochschulgesetz (SächsHSG)* (Juni 2023). URL: https://www.revosax.sachsen.de/vorschrift_gesamt/19986/45740.html.
- Sandberger, Georg (2022). *Landeshochschulgesetz Baden-Württemberg: Kommentar zum Gesetz über die Hochschulen in Baden-Württemberg (Landeshochschulgesetz - LHG), zum Universitätsklinika-Gesetz (UKG) und zum Gesetz über das Karlsruher Institut für Technologie (KIT-Gesetz)*. 3. Aufl. Heidelberger Kommentar. Heidelberg: C.F. Müller. ISBN: 978-3-8114-8701-7. URL: <https://www.beck-shop.de/sandberger-landeshochschulgesetz-baden-wuerttemberg/product/32374014>.
- Seedorf, Sebastian (März 2016). „Germany: the Public nature of Elections and its Consequences for E-Voting“. In: *E-Voting Case Law: A Comparative Analysis*. Hrsg. von Arditia Driza Maurer und Jordi Barrat. Ashgate 2015/Routledge 2017. ISBN: 978-1-315-58138-5. DOI: 10.4324/9781315581385. URL: <https://www.taylorfrancis.com/books/9781317138198>.
- Sequent* (2024). URL: <https://sequentech.io/> (besucht am 17.02.2024).
- Sequent GitHub-Repository* (2024). URL: <https://github.com/sequentech> (besucht am 25.02.2024).

-
- Sichere Authentifizierung* (Dez. 2015). URL: <https://www.polyas.de/sicherheit/sichere-authentifizierung> (besucht am 26.02.2024).
- Sichere Online-Sozialwahlen* (2024). URL: <https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Oeffentliche-Verwaltung/Moderner-Staat/Online-Wahlen/Online-Sozialwahlen/online-sozialwahlen.html?nn=1022548> (besucht am 24.03.2024).
- Smartmatic (Jan. 2022). *Smartmatic's Remote Voting Platform*. URL: <https://vimeo.com/666898283> (besucht am 24.03.2024).
- Smartmatic: Home* (2024). URL: <https://www.smartmatic.com/> (besucht am 24.03.2024).
- Smartmatic: Online Voting* (2024). URL: <https://www.smartmatic.com/elections/remote-voting/online-voting/> (besucht am 24.03.2024).
- Smartmatic: Our history* (2024). URL: <https://www.smartmatic.com/about/our-history/> (besucht am 24.03.2024).
- Smartmatic: Secure & Verifiable Online Voting – TIVI Features & Benefits* (März 2022). URL: https://www.smartmatic.com/wp-content/uploads/2022/12/PS_TIVI_Secure_Verifiable_Mar2022-1.pdf (besucht am 25.03.2024).
- Springall, Drew u. a. (Nov. 2014). „Security Analysis of the Estonian Internet Voting System“. In: *Proceedings of the 2014 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security*. Scottsdale Arizona USA: ACM, S. 703–715. ISBN: 978-1-4503-2957-6. DOI: 10.1145/2660267.2660315. URL: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2660267.2660315>.
- Strand, Martin (Mai 2021). „A Status Update on Quantum Safe Cryptography“. In: *2021 International Conference on Military Communication and Information Systems (ICMCIS)*. The Hague, Netherlands: IEEE, S. 1–7. ISBN: 978-1-66544-586-3. DOI: 10.1109/ICMCIS52405.2021.9486413. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9486413/>.
- Thüringer Hochschulgesetz (ThürHG)* (Mai 2018). URL: <https://landesrecht.thueringen.de/bsth/document/jlr-HSchulGTH2018rahmen/part/X>.
- Thüringer Transparenzgesetz (ThürTG)* (Jan. 2020). URL: <https://landesrecht.thueringen.de/bsth/document/jlr-TranspGTHrahmen/part/X>.
- Unabhängige Überprüfung der Wahlergebnisse* (Dez. 2015). URL: <https://www.polyas.de/sicherheit/wahlergebnisse-ueberpruefen> (besucht am 11.02.2024).
- uniWAHL – Die Komplettlösung für Wahlen* (2024). URL: <https://wahlen-organisieren.de/software/uniwahl-die-komplettlösung-fuer-wahlen/> (besucht am 17.02.2024).
- uniWAHL OWS Kryptografisches Protocol DE* (o. D.).
- uniWAHL OWS Voting System Threat Model E-Voting Aspect* (o. D.).
- uniWAHL Wahlraum Electric Paper Wahlsysteme* (2024). URL: <https://wahlen-organisieren.de/software/uniwahl-wahlraum/> (besucht am 25.02.2024).
- uniWAHL Webinar: Hochschulwahlen Einblicke & Perspektiven* (März 2024).
- Verfassung des Freistaates Bayern (BayVerf)* (Dez. 1998). URL: <https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayVerf/true?view=Print>.
- Verfassung des Freistaates Sachsen (SächsVerf)* (Mai 1992). URL: https://www.revosax.sachsen.de/vorschrift_gesamt/3975/40619.pdf.
- Verfassung des Freistaats Thüringen (Verf TH)* (Okt. 1993). URL: <https://landesrecht-thueringen.de/bsth/document/jlr-VerfTHrahmen/part/X>.
- Verfassung des Landes Baden-Württemberg (LV)* (Nov. 1953). URL: <https://www.landesrecht-bw.de/bsbw/document/jlr-VerfBwrahmen/part/X>.

- Verfassung des Landes Brandenburg (BbgVerf)* (Aug. 1992). URL: https://www.landtag.brandenburg.de/media_fast/6/Landesverfassung-D_web_final.pdf.
- Verfassung des Landes Hessen (Verf)* (Dez. 1946). URL: https://starweb.hessen.de/cache/hessen/Hessische_Verfassung2018.pdf.
- Verfassung des Landes Mecklenburg-Vorpommern (Verf M-V)* (Mai 1993). URL: https://www.landtag-mv.de/fileadmin/Publikationen_PDF/Verfassung_MV_neu_2016_01.pdf.
- Verfassung des Landes Sachsen-Anhalt (Verf ST)* (Juli 1992). URL: https://www.landtag.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Downloads/Rechtsgrundlagen/Handbuch_2._EL/2022_Verfassung_des_Landes_Sachsen-Anhalt.pdf.
- Verfassung des Saarlandes (SVerf)* (Dez. 1947). URL: https://www.landtag-saar.de/media/32el1zo3/190410_verfassung-des-saarlandes_din-a4.pdf.
- Verfassung für das Land Nordrhein-Westfalen (Verf NRW)* (Juni 1950). URL: https://www.landtag.nrw.de/files/live/sites/landtag-r20/files/Internet/II.A.3/II.1/Publikationen/files/Landesverfassung%20NRW_scr.pdf.
- Verfassung für Rheinland-Pfalz (RhPfVerf)* (Mai 1947). URL: https://www.rlp.de/fileadmin/02/Unser_Land/Landesverfassung/Verfassung_fuer_Rheinland-Pfalz_Stand_2015.pdf.
- Verordnung über den Einsatz von Wahlgeräten bei Wahlen zum Deutschen Bundestag und der Abgeordneten des Europäischen Parlaments aus der Bundesrepublik Deutschland (Bundeswahlgeräteverordnung - BWahlGV)* (Sep. 1975). URL: <https://www.gesetze-im-internet.de/bwahlgv/BWahlGV.pdf>.
- Verordnung zur Durchführung online gestützter Wahlen der Hochschulen und der Studierendenschaften in Nordrhein-Westfalen (Onlinewahlverordnung)* (Okt. 2020). URL: https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_vbl_detail_text?anw_nr=6&vd_id=18874&ver=8&val=18874&sg=0&menu=&vd_back=N.
- VG Gera v. 24.05.2017 – 2 K 606/16 Ge* (Mai 2017). URL: <https://landesrecht.thueringen.de/bsth/document/MWRE170006581>.
- Volkamer, Melanie, Guido Schryen u. a. (2009). „Elektronische Wahlen: Verifizierung vs. Zertifizierung“. In: *GI Jahrestagung 2009*, S. 1827–1836. ISBN: 978-3-88579-248-2.
- Volkamer, Melanie und Roland Vogt (Apr. 2008). *Common Criteria Schutzprofil für Basissatz von Sicherheitsanforderungen an Online-Wahlprodukte*. URL: https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Zertifizierung/Reporte/ReportePP/pp0037b_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=1.
- Wahlforschung bei POLYAS* (Mai 2016). URL: <https://www.polyas.de/ueber-polyas/forschung> (besucht am 27.02.2024).
- Wahlordnung der Uni Jena* (Mai 2021). URL: <https://www.uni-jena.de/rechtsgrundlagen>.
- Wahrung der Wahlgrundsätze im POLYAS Online-Wahlsystem* (Apr. 2019). URL: <https://www.polyas.de/sicherheit/wahlgrundsaezte> (besucht am 11.02.2024).
- Zertifikat für POLYAS CORE 2.5.0 (BSI-DSZ-CC-0862-V2-2021)* (Juni 2021). URL: https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Zertifikate_CC/CC/Sonstiges/0862_0862V2.html?nn=456530 (besucht am 25.02.2024).

A. Anhang: IFG-Anfragen an Hochschulen und Studierendenschaften zu Wahlbeteiligung und Kosten der Durchführung von Wahlen

A.1. Methodik

Um den tatsächlichen Einfluss von Online-Wahlen auf Wahlbeteiligung und Kosten zur Durchführung der Wahlen zu bewerten, wurden 26 Hochschulen und 10 Studierendenschaften mittels IFG-Anfragen¹ folgende vier Fragen gestellt:

1. Wurden die Wahlen als Online-Wahl durchgeführt?
2. Wenn ja, welche Software wurde zur Durchführung der Wahl verwendet?
3. Wie hoch war die Wahlbeteiligung?
4. Wie hoch waren die Kosten für die Durchführung der Wahl?

Bei der Wahlbeteiligung werden an Hochschulen nur die Daten der Studierenden berücksichtigt, um eine größere Datenbasis zu haben, da für diese Gruppe jährlich Wahlen abgehalten werden. Außerdem lassen sich auf diese Weise Vergleiche zwischen Daten der Hochschule und der entsprechenden Studierendenschaft herstellen.

Bei der Ankündigung von Gebühren wurde jeweils die Anfrage eingegrenzt. Ziel war dabei, möglichst viele Daten zum Vergleich zwischen Urnenwahlen und Online-Wahlen zu sammeln und Gebühren zu vermeiden.

A.2. Daten

A.2.1. Hochschulen

Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg Die Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg hat für die Beantwortung der Anfrage Gebühren in Höhe von 432 € verlangt. Auch eine

¹Anfragen aufgrund des jeweiligen Informationsfreiheitsgesetzes: *Gesetz zur Regelung des Zugangs zu Informationen in Baden-Württemberg (Landesinformationsfreiheitsgesetz - LIFG)* 2015; Uni Jena: *Thüringer Transparenzgesetz (ThürTG)* 2020; Uni Lübeck: *Informationszugangsgesetz für das Land Schleswig-Holstein (IZG-SH)* 2012.

A. Anhang: IFG-Anfragen an Hochschulen und Studierendenschaften zu Wahlbeteiligung und Kosten der Durchführung von Wahlen

Einschränkung der Anfrage führte nicht weiter. Bis zum Abschluss dieser Arbeit liegen daher keine Informationen vor.²

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg Die Universität Freiburg hat die ersten drei Fragen beantwortet. Für die Beantwortung der Frage zu den Kosten wurde die Erforderlichkeit eines Drittbeziehungsverfahrens gesehen. Die Universität sah geringe Aussicht auf Erfolg und hätte dafür 200,01 € bis 500,00 € Gebühren verlangt. Daher wurde auf die Beantwortung der vierten Frage verzichtet.³

Jahr	1. Online-Wahl	2. Software	3. Wahlbeteiligung
2014	nein		12,69%
2015	nein		10,89%
2016	nein		12,58%
2017	nein		11,44%
2018	nein		13,51%
2019	nein		11,83%
2020	ja	POLYAS CORE	15,53%
2021	ja	POLYAS CORE	11,28%
2022	ja	uniWAHL OWS	12,70%
2023	ja	uniWAHL OWS	10,68%

Universität Stuttgart Die Universität Stuttgart hat die IFG-Anfrage nicht beantwortet.⁴ Stattdessen wurden die Daten unabhängig von der IFG-Anfrage zu wissenschaftlichen Zwecken zur Verfügung gestellt.

Jahr	1. Online-Wahl	2. Software	3. Wahlbeteiligung	4. Kosten
2014	nein			
2015	nein			
2016	nein			
2017	nein			
2018	nein			
2019	nein			
2020	ja	POLYAS CORE		
2021	ja	POLYAS CORE		
2022	ja	POLYAS CORE		
2023	ja	POLYAS CORE	10,74%	niedriger fünfstelliger Bereich

²Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-senat-2/> (besucht am 23.03.2024).

³Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-senat-1/> (besucht am 15.03.2024).

⁴Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-senat-4/> (besucht am 16.03.2024).

Friedrich-Schiller-Universität Jena Die Friedrich-Schiller-Universität Jena hat die Antwort verweigert, da nach Thüringer Transparenzgesetz⁵ kein Anspruch auf eine Beantwortung besteht. Sie hat allerding zu den ersten drei Fragen Unterlagen zur Verfügung gestellt.⁶

Die Daten zur Wahlbeteiligung sind die Daten der gesamten Universität. In den Jahren 2007, 2010, 2013, 2016, 2019 und 2022 haben neben den Studierenden auch die übrigen Mitgliedergruppen gewählt.

Jahr	1. Online-Wahl	2. Software	3. Wahlbeteiligung
2007	nein		17,82%
2008	nein		16,54%
2009	nein		16,45%
2010	nein		17,40%
2011	nein		15,94%
2012	ja	POLYAS CORE	6,82%
2013	ja	POLYAS CORE	8,00%
2014	ja	POLYAS CORE	7,34%
2015	ja	POLYAS CORE	6,43%
2016	ja	POLYAS CORE	13,60%
2017	ja	POLYAS CORE	14,66%
2018	ja	POLYAS CORE	21,38%
2019	ja	POLYAS CORE	26,31%
2020	ja	POLYAS CORE	19,69%
2021	ja	POLYAS CORE	17,33%
2022	ja	POLYAS CORE	20,81%
2023	ja	POLYAS CORE	20,88%

Universität Konstanz Die Universität Konstanz hat für die Beantwortung der gesamten Anfrage die Erhebung von Gebühren in Höhe von 350 bis 400 € angekündigt. Daraufhin wurde die Anfrage zunächst auf die ersten beiden Fragen beschränkt. Entsprechend der Antwort auf die ersten beiden Fragen wurden dann die Fragen drei und vier auf wenige Jahre beschränkt. Antworten darauf liegen bis zum Abschluss dieser Arbeit nicht vor.⁷

⁵Thüringer Transparenzgesetz (ThürTG) 2020.

⁶Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-senat-24/> (besucht am 16.03.2024).

⁷Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-senat-3/> (besucht am 23.03.2024).

A. Anhang: IFG-Anfragen an Hochschulen und Studierendenschaften zu Wahlbeteiligung und Kosten der Durchführung von Wahlen

Jahr	1. Online-Wahl	2. Software
2014	nein	
2015	nein	
2016	nein	
2017	nein	
2018	nein	
2019	nein	
2020	nein	
2021	ja	POLYAS CORE
2022	ja	POLYAS CORE
2023	ja	POLYAS CORE

Universität Ulm Die Universität Ulm hat die Anfrage postalisch ohne Erhebung von Gebühren beantwortet.⁸

In den Jahren 2014, 2019 und 2023 waren alle Gruppen zur Wahl aufgerufen. In den Jahren 2020/21 bis 2022 waren Studierende, Promotionsstudierende und akademisches Personal zur Wahl aufgerufen. In den Jahren 2015 bis 2018 war nur die Gruppe der Studierenden zur Wahl aufgerufen.

Jahr	1. Online-Wahl	2. Software	3. Wahlbeteiligung	4. Kosten
2014	nein		11%	85 PT, Porto, Material
2015	nein		10%	21 PT, Porto, Material
2016	nein		11%	21 PT, Porto, Material
2017	nein		11%	21 PT, Porto, Material
2018	nein		8%	21 PT, Porto, Material
2019	nein		11%	85 PT, Porto, Material
2020/2021	nein		2%	100 PT, Porto, Material
2021	nein		3%	85 PT, Porto, Material
2022	ja	POLYAS CORE	12%	44 PT, Software: ca. 11.000 €
2023	ja	POLYAS CORE	11%	12 PT, Software: ca. 10.000 €

⁸Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-ifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-senat-5/> (besucht am 23.03.2024).

Universität zu Lübeck Die Universität zu Lübeck hat die ersten drei Fragen ohne Erhebung von Gebühren beantwortet. Die vierte Frage konnte wegen entgegenstehender privater Interessen nicht beantwortet werden.⁹

Für die Jahre 2014 und 2016 liegen nur die Werte für die Wahlbeteiligung für alle Gruppen vor.

Jahr	1. Online-Wahl	2. Software	3. Wahlbeteiligung
2014	nein		23,80%
2015	nein		21,52%
2016	nein		16,70%
2017	nein		30,25%
2018	ja	POLYAS CORE	27,64%
2019	ja	POLYAS CORE	39,22%
2020	ja	POLYAS CORE	30,20%
2021	ja	POLYAS CORE	24,53%
2022	ja	POLYAS CORE	22,03%
2023	ja	POLYAS CORE	30,07%

Duale Hochschule Baden-Württemberg (DHBW) Die Duale Hochschule Baden-Württemberg hat nach zweimaligem Nachfragen eine Woche nach Ablauf der Beantwortungsfrist eine Eingangsbestätigung gesendet. Seitdem hat sich nichts Weiteres ergeben. Bis zum Abschluss dieser Arbeit liegen daher keine Informationen vor.¹⁰

Pädagogische Hochschule Ludwigsburg Die Pädagogische Hochschule Ludwigsburg hätte für die Beantwortung der ersten drei Fragen Gebühren in Höhe von 178 € erhoben. Für die Beantwortung der vierten Frage wären zusätzliche Gebühren angefallen. Die Anfrage wurde nicht weiterverfolgt.¹¹

Pädagogische Hochschule Freiburg Die Pädagogische Hochschule Freiburg hätte für die Beantwortung aller Fragen Gebühren in Höhe von 162 € erhoben. Die Anfrage wurde daraufhin auf die ersten drei Fragen beschränkt.¹²

⁹Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-senat-26/> (besucht am 16.03.2024).

¹⁰Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-senat-25/> (besucht am 23.03.2024).

¹¹Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-senat-7/> (besucht am 23.03.2024).

¹²Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-senat-6/> (besucht am 23.03.2024).

A. Anhang: IFG-Anfragen an Hochschulen und Studierendenschaften zu Wahlbeteiligung und Kosten der Durchführung von Wahlen

Jahr	1. Online-Wahl	2. Software	3. Wahlbeteiligung
2014	nein		
2015	nein		
2016	nein		
2017	nein		
2018	nein		
2019	nein		
2020	nein		
2021	ja	uniWAHL OWS	14,5%
2022	nein		12,15%
2023	ja	uniWAHL OWS	

Hochschule Heilbronn Die Hochschule Heilbronn hat die ersten drei Fragen gebührenfrei beantwortet. Die Beantwortung der vierten Frage wurden in Hinblick auf die fehlende Einwilligung der POLYAS GmbH nicht beantwortet.¹³

Die Hochschule Heilbronn hat zu den Kosten allerdings folgende Einschätzung abgegeben: „Die Durchführung von Online-Wahlen ist kostengünstiger als die Durchführung papiergebundener Wahlen, insbesondere fallen am Wahltag die Besetzung von Wahllokalen an zwei Wahltagen an allen vier Standorten der Hochschule und das händische Auszählen und Zusammenführen der Wahlergebnisse weg.“

Jahr	1. Online-Wahl	2. Software	3. Wahlbeteiligung
2014	nein		
2015	nein		
2016	nein		
2017	nein		
2018	nein		
2019	ja	POLYAS CORE	
2020	ja	POLYAS CORE	
2021	ja	POLYAS CORE	
2022	ja	POLYAS CORE	
2023	ja	POLYAS CORE	4,56%

Hochschule Karlsruhe Die Hochschule Karlsruhe hat alle Fragen gebührenfrei beantwortet.¹⁴

¹³Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-senat-13/> (besucht am 23.03.2024).

¹⁴Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-senat-14/> (besucht am 23.03.2024).

Jahr	1. Online-Wahl	2. Software	3. Wahlbeteiligung	4. Kosten
2014	nein		17,2%	eigene Kosten der Hochschule
2015	nein		9,0%	eigene Kosten der Hochschule
2016	nein		11,0%	eigene Kosten der Hochschule
2017	nein		11,5%	eigene Kosten der Hochschule
2018	nein		7,2%	eigene Kosten der Hochschule
2019	nein		13,1%	eigene Kosten der Hochschule
2020	nein		1,1%	eigene Kosten der Hochschule
2021	ja	POLYAS CORE	9,2%	Software: 10.379,56 €, eigene Kosten der Hochschule
2022	nein		5,4%	eigene Kosten der Hochschule
2023	nein		11,8%	eigene Kosten der Hochschule

Hochschule Esslingen Die Hochschule Esslingen hat bis zum Abschluss dieser Arbeit nicht auf die Anfrage reagiert. Dementsprechend liegen keine Daten vor.¹⁵

Hochschule der Medien Stuttgart (HdM) Die Hochschule der Medien Stuttgart hat die Anfrage mit der Begründung abgelehnt, es lägen keine amtlichen Informationen vor.¹⁶

Ein Mitglied der Hochschule konnte zumindest Auskunft zu den ersten beiden Fragen erteilen.

¹⁵Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-senat-11/> (besucht am 23.03.2024).

¹⁶Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-senat-20/> (besucht am 23.03.2024).

A. Anhang: IFG-Anfragen an Hochschulen und Studierendenschaften zu Wahlbeteiligung und Kosten der Durchführung von Wahlen

Jahr	1. Online-Wahl	2. Software
2014	nein	
2015	nein	
2016	nein	
2017	nein	
2018	nein	
2019	nein	
2020	ja	POLYAS CORE
2021	ja	POLYAS CORE
2022	ja	POLYAS CORE
2023	ja	POLYAS CORE

Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen (HfWU) Die Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen hat die Anfrage gebührenfrei beantwortet.¹⁷

Die Werte zu den Kosten sind gerundet, da der Aufwand durch die Hochschule geschätzt ist.

Jahr	1. Online-Wahl	2. Software	3. Wahlbeteiligung	4. Kosten
2013	nein		18,84%	8.000 €
2014	nein		22,58%	9.000 €
2015	nein		14,67%	8.000 €
2016	nein		7,18%	8.000 €
2017	nein		8,97%	8.000 €
2018	nein		7,62%	8.000 €
2019	nein		13,20%	9.000 €
2020	ja	POLYAS CORE 2.2.3	19,53%	5.600 €
2021	ja	POLYAS CORE 2.2.3	10,63%	5.900 €
2022	ja	POLYAS CORE 2.5.0	8,41%	8.600 €
2023	ja	POLYAS CORE 2.5.0	7,83%	8.600 €

Hochschule Mannheim Die Hochschule Mannheim hätte für die Beantwortung der Anfrage Gebühren in Höhe von etwa 300 € erhoben. Die Anfrage wurde daher auf die ersten drei Fragen beschränkt. Die Hochschule Mannheim hat diesen Teil der Anfrage bis zum Abschluss dieser Arbeit nicht beantwortet. Dementsprechend liegen keine Daten vor.¹⁸

¹⁷Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-senat-17/> (besucht am 23.03.2024).

¹⁸Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-senat-16/> (besucht am 24.03.2024).

Hochschule Furtwangen Die Hochschule Furtwangen hat die ersten beiden Fragen beantwortet. Die beiden anderen Fragen konnten „wegen einer Cyberattacke und dem daraus folgenden Datenverlust“ nicht beantworten werden.¹⁹

Jahr	1. Online-Wahl	2. Software
2014	nein	
2015	nein	
2016	nein	
2017	nein	
2018	nein	
2019	nein	
2020	ja	POLYAS CORE
2021	ja	POLYAS CORE
2022	ja	POLYAS CORE
2023	ja	POLYAS CORE

Hochschule Aalen – Technik und Wirtschaft Die Hochschule Aalen verweigerte die Beantwortung ohne stichhaltige rechtliche Begründung. Der Landesbeauftragte für den Datenschutz und die Informationsfreiheit (LfDI) wurde zur Vermittlung hinzugezogen. Bis zum Abschluss dieser Arbeit liegen keine Daten vor.²⁰

Hochschule Reutlingen Die Hochschule Reutlingen hat die Anfrage gebührenfrei beantwortet. Allerdings lagen aufgrund entsprechender Aufbewahrungsfristen nur noch die Daten für das Jahr 2023 vor.²¹

Jahr	1. Online-Wahl	2. Software	3. Wahlbeteiligung	4. Kosten
2023	ja	uniWAHL OWS	6,60%	5.598,95 €

Hochschule Konstanz Technik, Wirtschaft und Gestaltung (HTWG) Die Hochschule Konstanz Technik, Wirtschaft und Gestaltung hat bis zum Abschluss dieser Arbeit nicht auf die Anfrage reagiert. Dementsprechend liegen keine Daten vor.²²

Hochschule Offenburg Die Hochschule Offenburg hat bis zum Abschluss dieser Arbeit nicht auf die Anfrage reagiert. Dementsprechend liegen keine Daten vor.²³

¹⁹Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-senat-12/> (besucht am 24.03.2024).

²⁰Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-senat-8/> (besucht am 24.03.2024).

²¹Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-senat-19/> (besucht am 24.03.2024).

²²Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-senat-15/> (besucht am 24.03.2024).

²³Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-senat-18/> (besucht am 24.03.2024).

A. Anhang: IFG-Anfragen an Hochschulen und Studierendenschaften zu Wahlbeteiligung und Kosten der Durchführung von Wahlen

Hochschule Albstadt-Sigmaringen Die Hochschule Albstadt-Sigmaringen hat die Anfrage gebührenfrei beantwortet. Zur dritten Frage liegen aufgrund von Aufbewahrungsfristen nur Daten für die Wahl 2023 vor. Die vierte Frage konnte wegen fehlender Einwilligung der Firma POLYAS nicht beantwortet werden.²⁴

Jahr	1. Online-Wahl	2. Software	3. Wahlbeteiligung
2014	nein		
2015	nein		
2016	nein		
2017	nein		
2018	nein		
2020	ja	POLYAS CORE	
2020	ja	POLYAS CORE	
2021	ja	POLYAS CORE	
2022	ja	POLYAS CORE	
2023	ja	POLYAS CORE	10,5%

Technische Hochschule Ulm Die Technische Hochschule Ulm hat die Anfrage gebührenfrei beantwortet. Um den Bearbeitungsaufwand zu reduzieren, wurde die Anfrage der vierten Frage auf die Jahre 2019 und 2023 beschränkt.²⁵

Jahr	1. Online-Wahl	2. Software	3. Wahlbeteiligung	4. Kosten
2013	nein		11,55%	
2014	nein		12,31%	
2015	nein		17,24%	
2016	nein		17,94%	
2017	nein		19,71%	
2018	nein		18,66%	
2019	nein		16,91%	25.000 €
2020	ja	POLYAS CORE	13,41%	
2021	ja	POLYAS CORE	7,96%	
2022	ja	POLYAS CORE	9,99%	
2023	ja	POLYAS CORE	10,19%	9.600 €

Hochschule Biberach Die Hochschule Biberach hat bis zum Abschluss dieser Arbeit nicht auf die Anfrage reagiert. Dementsprechend liegen keine Daten vor.²⁶

²⁴Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-senat-9/> (besucht am 24.03.2024).

²⁵Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-senat-21/> (besucht am 24.03.2024).

²⁶Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-senat-10/> (besucht am 24.03.2024).

Hochschule für öffentliche Verwaltung Kehl Die Hochschule für öffentliche Verwaltung Kehl hat die Anfrage gebührenfrei beantwortet.²⁷

Jahr	1. Online-Wahl	2. Software	3. Wahlbeteiligung	4. Kosten
2014	nein			
2015	nein			
2016	nein			
2017	nein			
2018	nein			
2019	nein		33%	Personal, Nutzung der Büroausstattung
2020	nein		20%	
2021	nein		20%	
2022	nein		29%	
2023	nein		27%	

Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg Die Hochschule Rottenburg hat geantwortet, dass ausschließlich Urnenwahlen durchgeführt werden. Der Rest der Anfrage wurde daher nicht weiterverfolgt.²⁸

A.2.2. Verfasste Studierendenschaften

Verfasste Studierendenschaft der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg Die Verfasste Studierendenschaft der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg hat die Anfrage gebührenfrei beantwortet.²⁹

Die hohen Kosten in den Jahren 2016 bis 2019 ergeben sich aus Aufwandsentschädigungen, die neben den Mitgliedern des Wahlausschusses auch an Helfende in Wahllokalen und bei der Auszählung ausgezahlt wurden.

Jahr	1. Online-Wahl	2. Software	3. Wahlbeteiligung	4. Kosten
2014	nein		12,55%	500,00 €
2015	nein		13,50%	2.965,00 €
2016	nein		15,03%	14.155,69 €
2017	nein		16,55%	13.548,73 €
2018	nein		16,84%	17.189,37 €
2019	nein		14,84%	19.956,03 €
2020	ja	GENOLIVE	19,40%	15.635,00 €
2021	ja	GENOLIVE	12,85%	9.335,19 €
2022	ja	GENOLIVE	13,06%	7.562,12 €
2023	ja	GENOLIVE	12,79%	10.460,95 €

²⁷Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-senat-22/> (besucht am 24.03.2024).

²⁸Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-senat-23/> (besucht am 24.03.2024).

²⁹Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-stura-1/> (besucht am 24.03.2024).

A. Anhang: IFG-Anfragen an Hochschulen und Studierendenschaften zu Wahlbeteiligung und Kosten der Durchführung von Wahlen

Verfasste Studierendenschaft der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg Die Verfasste Studierendenschaft der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg hat die Anfrage gebührenfrei beantwortet.³⁰

Die Online-Wahlen werden gemeinsam mit der Universität durchgeführt. Die Universität rechnet anteilig die Kosten weiter.

Jahr	1. Online-Wahl	2. Software	3. Wahlbeteiligung	4. Kosten
2014	nein		10,46%	
2015	nein		9,74%	
2016	nein		11,68%	
2017	nein			
2018	nein		12,14%	
2019	nein		11,68%	
2020	ja	POLYAS CORE	15,29%	5.847,50 €
2021	ja	POLYAS CORE	11,1%	6.288,52 €
2022	ja	uniWAHL OWS	11,8%	5.233,03 €
2023	ja	uniWAHL OWS	10,0%	4.958,33 €

Verfasste Studierendenschaft des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) Die Verfasste Studierendenschaft des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) hat die Anfrage gebührenfrei beantwortet.³¹

Jahr	1. Online-Wahl	2. Software	3. Wahlbeteiligung	4. Kosten
2014	nein		21,5%	0,00 €
2014	nein		17,7%	0,00 €
2015	nein		17,7%	1.400 €
2016	nein		15,8%	2.400 €
2017	nein		13,2%	600 €
2018	nein		15,2%	1.900 €
2019	nein		13,3%	1.600 €
2020	ja	POLYAS CORE	21,0%	12.300 €
2021	ja	Artologik Survey & Report	16,2%	3.100 €
2022	nein		8,0%	3.900 €
2023	nein		9,5%	2.600 €

Verfasste Studierendenschaft der Universität Stuttgart (stuvus) Die Verfasste Studierendenschaft der Universität Stuttgart hat die Anfrage gebührenfrei beantwortet. Zur zweiten

³⁰Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-stura/> (besucht am 24.03.2024).

³¹Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-senat/> (besucht am 24.03.2024).

Frage wurde auf die Antwort der Universität verwiesen. Zur dritten Frage wurde die Antwort verweigert. Die Beantwortung dieser Frage wurde nicht weiter verfolgt.³²

Die Verfasste Studierendenschaft der Universität Stuttgart führt die Wahlen gemeinsam mit der Universität durch. Die Universität rechnet einen Drittel der Kosten an die Studierendenschaft weiter. Bei Urnenwahlen war der weiterberechnete Betrag abhängig vom Umfang an ehrenamtlicher Unterstützung bei der Durchführung von Wahlen.

Unabhängig von der Anfrage liegen dem Autor aus zuverlässigen Quellen Daten zur Wahlbeteiligung bei den Wahlenden der Verfasste Studierendenschaft der Universität Stuttgart vor.

In der nachfolgenden Tabelle sind neben den Daten aus der Antwort auf die IFG-Anfrage, die übrigen vorliegenden Daten ergänzt worden.

Jahr	1. Online-Wahl	2. Software	3. Wahlbeteiligung	4. Kosten
2014	nein		7,4%	4.345,50 €
2015	nein		8,3%	4.179,00 €
2016	nein		8,0%	3.513,00 €
2017	nein		7,4%	0,00 €
2018	nein		10,0%	5.011,50 €
2019	nein		8,8%	6.024,00 €
2020	ja	POLYAS CORE	14,87%	5.264,63 €
2021	ja	POLYAS CORE	11,41%	5.286,38 €
2022	ja	POLYAS CORE	13,85%	
2023	ja	POLYAS CORE	10,60%	6.294,14 €

Verfasste Studierendenschaft der Friedrich-Schiller-Universität Jena Die Verfasste Studierendenschaft der Friedrich-Schiller-Universität Jena hat auf die Anfrage bis zum Abschluss dieser Arbeit nicht reagiert.³³

Die Universität stellt allerdings Informationen zur Durchführung von Online-Wahlen und zur Wahlbeteiligung bei den Wahlen der Studierendenschaft zur Verfügung.³⁴ Diese wurden für die folgende Tabelle zugrunde gelegt.

³²Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-stupa-2/> (besucht am 24.03.2024).

³³Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-stura-3/> (besucht am 24.03.2024).

³⁴Siehe <https://www.uni-jena.de/unijenamedia/universitaet/wahlamt/wahlergebnisse/wahlbeteiligung-stura-2005-2023.pdf> (besucht am 24.03.2024).

A. Anhang: IFG-Anfragen an Hochschulen und Studierendenschaften zu Wahlbeteiligung und Kosten der Durchführung von Wahlen

Jahr	1. Online-Wahl	2. Software	3. Wahlbeteiligung
2005 /2006	nein		14,43%
2008	nein		15,38%
2010	nein		13,40%
2011	nein		14,11%
2012	nein		10,49%
2013	nein		9,30%
2014	nein		9,28%
2015	nein		10,10%
2016	nein		9,20%
2017	nein		8,80%
2018	ja	POLYAS CORE	21,38%
2019	ja	POLYAS CORE	23,96%
2020	ja	POLYAS CORE	19,76%
2021	ja	POLYAS CORE	17,46%
2022	ja	POLYAS CORE	16,34%
2023	ja	POLYAS CORE	21,12%

Verfasste Studierendenschaft der Universität Konstanz Die Verfasste Studierendenschaft der Universität Konstanz hätte für die Beantwortung der Anfrage Gebühren in Höhe von 350 bis 400 € erhoben. Zur Vermeidung der Gebühr wurde die Anfrage auf die ersten drei Fragen und die Daten zur Wahlbeteiligung auf die Gruppe der Studierenden beschränkt. Die Verfasste Studierendenschaft der Universität Konstanz hat darauf nicht geantwortet. Bis zum Abschluss dieser Arbeit liegen daher keine Informationen vor.³⁵

Verfasste Studierendenschaft der Universität Ulm Die Verfasste Studierendenschaft der Universität Ulm hat die Anfrage gebührenfrei beantwortet.³⁶

Für die Jahre 2013 und 2014 liegen keine Informationen mehr vor. Aufgrund der Pandemie fand im Jahr 2020 keine Wahl statt. Diese wurde im Januar 2021 nachgeholt. Die Kosten im Jahr 2021 ließen sich nicht zwischen der nachgeholtene Wahl für 2020 (01 2021) und der regulären Wahl 2021 (06 2021) auftrennen.

³⁵Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-stupa-1/> (besucht am 24.03.2024).

³⁶Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-stupa-4/> (besucht am 24.03.2024).

Jahr	1. Online-Wahl	2. Software	3. Wahlbeteiligung	4. Kosten
2015	nein		9,7%	1.781,46 €
2016	nein		13,51%	887,08 €
2017	nein		10,76%	1.017,13 €
2018	nein		11,43%	4.175,43 €
2019	nein		4,25%	3.363,31 €
2020				995,81 €
01 2021	nein		2,1%	3.864,74 €
06 2021	nein		3,2%	
2022	nein		8,47%	4.374,54 €
2023	nein		9,73%	3.393,65 €

Verfasste Studierendenschaft der Dualen Hochschule Baden-Württemberg (DHBW) Die Verfasste Studierendenschaft der Dualen Hochschule Baden-Württemberg hat die Anfrage gebührenfrei beantwortet. Da für vorherige Wahlen keine Daten vorliegen, wurden die Fragen allerdings nur für die Jahre 2023 und 2024 beantwortet. Zu den Kosten verweist die Studierendenschaft darauf, dass eine Lizenz der Hochschule verwendet wird.³⁷

Jahr	1. Online-Wahl	2. Software	3. Wahlbeteiligung	4. Kosten
2023	ja	EvaSys	3,72%	0,00 €
2024 (Plan)	ja	EvaSys		0,00 €

Verfasste Studierendenschaft der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg Die Verfasste Studierendenschaft der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg hat die Anfrage gebührenfrei beantwortet.³⁸

³⁷Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-stupa-3/> (besucht am 24.03.2024).

³⁸Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-stupa/> (besucht am 24.03.2024).

A. Anhang: IFG-Anfragen an Hochschulen und Studierendenschaften zu Wahlbeteiligung und Kosten der Durchführung von Wahlen

Jahr	1. Online-Wahl	2. Software	3. Wahlbeteiligung	4. Kosten
2014	nein		13,20%	1.623,15 €
2015	nein		18,70%	2.047,00 €
2016	nein		22,60%	2.500,02 €
2017	nein		27,66%	3.623,56 €
2018	nein		38,12%	6.362,14 €
2019	nein		28,12%	3.540,51 €
2020	nein		9,84%	3.800,96 €
2021	ja	POLYAS CORE	23,01%	5.656,35 €
2022	ja	POLYAS CORE	24,37%	5.356,25 €
2023	ja	POLYAS CORE	22,33%	4.371,36 €
2024 (Plan)	nein			2.575,00 €

Verfasste Studierendenschaft der Pädagogischen Hochschule Freiburg Die Verfasste Studierendenschaft der Pädagogischen Hochschule Freiburg hat die Beantwortung ohne stichhaltige rechtliche Begründung abgelehnt. Bis zum Abschluss dieser Arbeit liegen keine Daten vor.³⁹

A.3. Auswertung

A.3.1. Einsatz von Online-Wahlen

Es ist auffallend (aber nicht überraschend), wie stark die Einführung von Online-Wahlen mit der Pandemie zusammenhängt. Viele Organisationen haben 2020 mit Online-Wahlen angefangen und sind dann bei Online-Wahlen geblieben. Nur wenige Organisationen sind nach einer pandemiebedingten Einführung von Online-Wahlen anschließend zu Urnenwahlen zurückgekehrt.

A.3.2. eingesetzte Software

POLYAS ist mit Abstand die am häufigsten eingesetzte Software. uniWAHL OWS ist der zweite größere Anbieter. Es liegt Nahe, dass die Tatsache, dass die Software erst seit August 2021 angeboten wird, zu der deutlich geringeren Rolle auf dem Markt beiträgt.

Ansonsten wurden GENOLIVE, Artologik Survey & Report und EvaSys jeweils von einer Organisation eingesetzt.

A.3.3. Wahlbeteiligung und Kosten

Siehe Abschnitt 5.3.

³⁹Siehe <https://fragdenstaat.de/anfrage/antrag-nach-dem-lifg-wahlbeteiligung-und-kosten-der-wahlen-zum-stura-2/> (besucht am 24.03.2024).