



Hardware und Infrastruktur E-Voting Basel-Stadt

Projekt-/ Vorhaben-Nr.: 180

Geschäftsnummer: P-Nr: 2022-115

Autor/in: Projektleitung E-Voting

Datum/Version: 04.12.2025 / V1.9

Status: Genehmigt

Vertraulichkeit: öffentlich

Verteiler: evoting.bs.ch

Zweck

Dieses Dokument beschreibt die Vorbereitung sowie den Einsatz der verwendeten Hardware und Infrastruktur während eines Urnengangs. Es definiert auch die Aufbewahrung der einzelnen technischen Mittel sowie den Umgang damit, wenn die Erahrungsfrist abgelaufen ist.

Dokumentgeschichte

<u>Datum</u>	<u>Ereignis</u>
21.12.2022 / V1.0	Version von der Freigabestelle abgenommen
28.04.2023 / V1.1	Anpassungen in Abschnitten 3.1, 3.2, 4.1, 4.1.2, 4.4, 5 und 6
14.06.2023 / V1.2	Anpassungen in Abschnitten 3.2, 4.1.2 und 5
27.07.2023 / V1.3	Anpassungen in Abschnitten 3 und 4.4
15.11.2023 / V1.4	Anpassungen in Abschnitt 3.1
17.05.2024 / V1.5	Anpassungen in Abschnitten 1, 2, 3.1, 4.1.2, 4.4 und 7 / formelle Anpassungen
07.02.2025 / V1.6	Anpassungen in Abschnitten 1, 2, 3.1, 3.2, 4.4, 5 und 6
15.04.2025 / V1.7	Anpassungen in Abschnitt 1 / Abnahme durch Prüf-/Freigabestellen
26.09.2025 / V1.8	Anpassungen in Abschnitten 1, 3.1 und 4.4 / formelle Anpassungen
04.12.2025 / V1.9	Anpassungen in Abschnitt 1

Inhaltsverzeichnis

1. Übersicht der Komponenten und Abgrenzung	3
2. Verantwortlichkeiten	4
3. Übersicht Hardware	4
3.1 Computer.....	4
3.2 Datenträger	5
3.3 Weitere Hardware	6
4. Installation der Computer	7
4.1 Definition des Images pro Urnengang	7
4.1.1 Betriebssystem.....	8
4.1.2 Zusatzsoftware	8
4.1.3 Hardening.....	9
4.2 Prüfung Installation und Hardening.....	9
4.3 Accounts.....	9
4.4 Installation E-Voting Software	9
5. Räumlichkeiten und Schutzmassnahmen.....	10
6. Aufbewahrung	11
7. Kommunikationssicherheit	11
8. Referenzen	12

1. Übersicht der Komponenten und Abgrenzung

Das produktive E-Voting System besteht aus den in *Abbildung 1* aufgeführten Komponenten (siehe *Abschnitt 3.1*).



Abbildung 1: Komponenten E-Voting

Das vorliegende Dokument bezieht sich ausschliesslich auf Hardware, die seitens des Kantons für E-Voting und das Durchführen eines Urngangs eingesetzt wird.

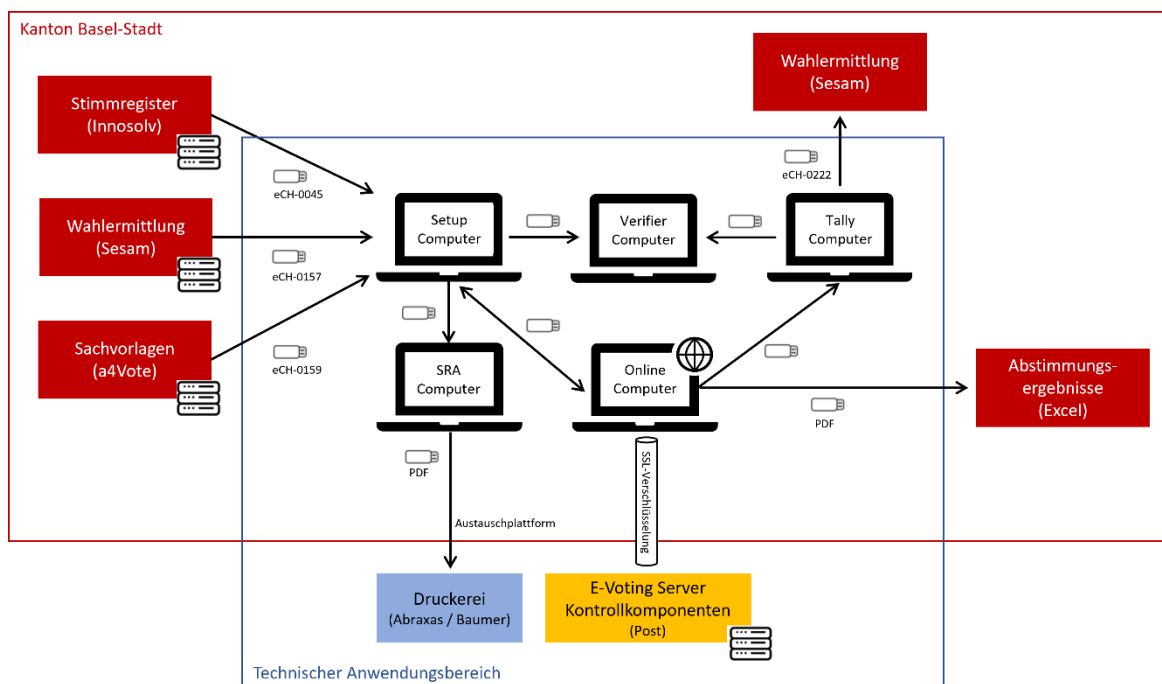


Abbildung 2: Abgrenzung Anwendungsbereich

Die Hardware und Komponenten der Druckerei und der Ergebnisermittlungssysteme liegen nicht im Anwendungsbereich des vorliegenden Dokuments.

2. Verantwortlichkeiten

Die Abteilung Informatik des Präsidialdepartements (PD-IT) ist verantwortlich für:

- die Beschaffung der Computer
- die Grundinstallation und das Umsetzen der empfohlenen technischen und organisatorischen Sicherheitsmassnahmen (Hardening)

Die Leitung der elektronischen Stimmabgabe ist verantwortlich für:

- die Installation der E-Voting Software auf den Computern gemäss der Vorgabe der Post
- die Aufbewahrung der Hardware
- die sichere Datenlöschung

Für einzelne Aufgaben (z.B. Umsetzung des Images für das Aufsetzen der Computer) kann der Kanton externe Unterstützung beziehen (siehe *referenziertes Dokument [1]*).

3. Übersicht Hardware

Die für E-Voting verwendeten Computer und Datenträger werden nachfolgend beschrieben. Gemäss Ziff. 3.20 der Verordnung der BK über die elektronische Stimmabgabe (VEleS, siehe *referenziertes Dokument [2]*) wird der Zugriff und die Verwendung von vertrauenswürdigen Komponenten und Datenträgern protokolliert.

3.1 Computer

Der Kanton Basel-Stadt setzt für E-Voting folgende Computer ein:

- 5 Computer produktiv: 1 Online, 3 Offline sowie 1 Offline für die Erstellung der Stimmrechtsausweise (SRA)
- Computer für Tests und als Ersatz

Die Offline-Computer werden nie mit dem Kantonsnetz/Internet verbunden. Alle Computer sind gut sichtbar beschriftet.

Bezeichnung	Umgebung	Zweck	Software
Online Computer	Produktion	Administration E-Voting (u.a. Übertragung Abstimmungskonfiguration inkl. anonymisiertem Stimmregister an Abstimmungsportal; Download der elektronischen Urne mit den verschlüsselten Stimmen)	<ul style="list-style-type: none">• Secure Data Manager
Setup Computer (Offline)	Produktion	Konfiguration Urnengang, Generierung Codes für die Stimmrechtsausweise, Bereitstellung der Urnen durch Electoral-Board	<ul style="list-style-type: none">• Data Integration Service• Secure Data Manager• Direct Trust Tool
Tally Computer (Offline)	Produktion	Mischen der Stimmen, Entschlüsseln der Stimmen durch Electoral-Board, Aufbereitung der Resultate	<ul style="list-style-type: none">• Secure Data Manager
Verifier Computer (Offline)	Produktion	Überprüfung des Urnengangs	<ul style="list-style-type: none">• Verifier

Bezeichnung	Umgebung	Zweck	Software
Stimmrechtsausweise Computer (SRA Offline)	Produktion	Erstellung der Druckvorlagen für die Stimmrechtsausweise	<ul style="list-style-type: none"> VCPS Voting Card Register
Test / Ersatz Computer	Test / ggf. Produktion (Ersatz)	Verwendung für Testurnengänge oder als Ersatz, falls produktive Computer ausfallen und für den Dispute-Resolver-Prozess	<ul style="list-style-type: none"> Komplette Software für Urnengang (inkl. Verifier) / bei Ersatz: analog dem produktiven Computer Dispute Resolver (Ersatz Computer Offline)

Tabelle 1: Computer

3.2 Datenträger

Der Kanton Basel-Stadt verwendet pro Urnengang verschiedene Datenträger gemäss Vorgaben der Post. Es gilt der Grundsatz, dass pro Operation bzw. Prozessschritt ein dedizierter Datenträger verwendet wird. Gemäss den kantonalen Vorgaben sind besonders schützenswerte Daten nur auf verschlüsselten Datenträgern erlaubt. In diesen Fällen werden deshalb PIN-geschützte USB-Sticks mit Datenverschlüsselung auf Hardware-Basis¹ verwendet. Der Kanton führt ein Inventar der Datenträger.

Die Daten werden nach der Erhaltung oder bei der Vorbereitung auf den nächsten Urnengang mittels 4-Augen-Prinzip gelöscht. Die Ausnahmen von dieser Regel sind nachfolgend aufgelistet. Die Löschung der Datenträger erfolgt mit sDelete; zusätzlich werden die Datenträger neu formatiert. Diese Arbeiten erfolgen auf einem Offline-Gerät.

Hardware	Zweck
USB-Sticks	<ul style="list-style-type: none"> Prozess-Datenträger <ul style="list-style-type: none"> Verwendung für den Hauptprozess (Datentransfer zwischen den Computern; z.B. vom Setup auf den Online Computer und umgekehrt) Transfer-Datenträger <ul style="list-style-type: none"> Verwendung für den Transfer zu den kantonalen Computern bzw. den Umsystemen (z.B. Datentransfer ins Ergebnisermittlungssystem) Transfer der Druckdaten von SRA Computer auf Cantonal Computer für Transfer an die Druckereien (via Übermittlungsplattform) Verifier-Datenträger <ul style="list-style-type: none"> Übertragung der Daten auf den Verifier Computer Image-Datenträger <ul style="list-style-type: none"> Verwendung für die Installation des Image Installations-Datenträger <ul style="list-style-type: none"> Verwendung für die Installation der E-Voting-Software

¹ Aktuell: Kingston USB-Stick DataTraveler 200.256-Bit AES-Datenverschlüsselung auf Hardware-Basis (konform zu FIPS-197)

Hardware	Zweck
PIN-geschützte USB-Sticks	<ul style="list-style-type: none"> • Backup-Datenträger <ul style="list-style-type: none"> • Während des Urnengangs werden verschiedene Backups gemacht. Dafür wird pro Computer (Online Computer, Setup Computer, Tally Computer, Verifier Computer) ein separater Datenträger verwendet. • Die Backupdaten eines Urnengangs werden nach dem Erhebungsbeschluss des Urnengangs mittels 4-Augen-Prinzip gelöscht. • Druckdaten-Datenträger <ul style="list-style-type: none"> • Transfer der Stimmrechtsausweisdaten von Setup Computer auf SRA Computer • Die Daten werden nach dem Transfer der Daten mittels 4-Augen-Prinzip gelöscht. • Konfigurations-Datenträger <ul style="list-style-type: none"> • Die Container enthalten Passwörter und Zertifikate für die Durchführung von E-Voting (Direct-Trust und SSL). • Urnengangpasswort-Datenträger <ul style="list-style-type: none"> • Speicherung der Passwörter des Urnengangs (ein Passwort für das Admin-Board und ein Passwort für das Electoral-Board) auf separaten Datenträgern (inkl. Backup; ausgehend von diesen zwei Passwörtern werden an D2 die Sicherheitsschlüssel des Urnengangs für die Ver- und Entschlüsselung der Stimmen generiert). Durch die Verteilung der Datenträger auf unterschiedliche Personen wird sichergestellt, dass die Passwörter nur zum Zeitpunkt der Entschlüsselung wieder zusammenkommen.

Tabelle 2: Datenträger

3.3 Weitere Hardware

Die folgende Tabelle beschreibt die zusätzlich eingesetzte Hardware.

Hardware	Zweck
Bildschirm, HDMI-Kabel + HDMI 4-fach Switch	Ermöglicht Einsicht in das, was auf den Computern passiert.

Tabelle 3: Weitere Hardware

4. Installation der Computer

Die Computer dürfen in keine Domäne aufgenommen werden und werden auch nicht zentral verwaltet. Die Offline-Computer bleiben immer offline. Sie werden weder mit dem Kantonsnetz noch dem Internet verbunden. Installation und Updates werden offline durchgeführt.

Für die Installation und Konfiguration wird ein Installationsmedium verwendet, das die zu installierende Software und die Konfigurationsdateien enthält. Die Installation ist in mehrere Schritte aufgeteilt:

1. Erstellen eines Images/Installationsmediums pro Urnengang:
Für die Computer wird ein Image erstellt, das vor dem Urnengang mit den Updates und neuen Softwareversionen versorgt wird. Das Image beinhaltet die Systeminstallation (Betriebssystem, Treiber, Sicherheitsupdates etc.), die notwendige Zusatzsoftware sowie die Scripts für das Hardening. Von allen Komponenten wird der Hashwert oder die Signatur geprüft. Das Image ist so strukturiert, dass der Aufbau einfach nachvollzogen werden kann. Das Image wird im Auftrag und gemäss den Vorgaben der Kantone zentral durch einen externen Dienstleister erstellt und an die Kantone verteilt.
2. Installation des Images (mit lokalen Administratorenrechten):
Das Image wird durch den Kanton auf einen Datenträger (USB-Stick) gespeichert. Die Computer werden aus dem Tresor geholt und von Null auf mit dem neuen Image aufgesetzt (Zero-Touch-Installation). Alle Computer werden im 4-Augen-Prinzip mit dem gleichen Image aufgesetzt.
3. Prüfung der Installation und des Hardenings:
Der Kanton prüft die Installation und das Hardening im 4-Augen-Prinzip.
4. Installation der E-Voting-Software gemäss Anleitung Post (ohne Administratorenrechte):
Der Kanton prüft und installiert die von der Post gelieferte Software (SDM, DIS, Verifier, etc.) gemäss Anleitung im 4-Augen-Prinzip. Hierzu sind keine Administratorenrechte nötig.

Die Computer werden nie direkt aktualisiert, sondern immer mit einem aktualisierten Image frisch installiert.

4.1 Definition des Images pro Urnengang

Der Kanton gibt die Erstellung des Images ungefähr elf bis zwölf Wochen vor dem Urnengang beim externen Dienstleister in Auftrag. Dieser setzt für die Erstellung des Images ein Gerät (kein E-Voting-Computer) mit dem Image des vorangegangenen Urnengangs auf (siehe *referenziertes Dokument [3]*). Der Computer wird mit dem Internet verbunden und es wird auf den Servern von Microsoft nach Updates gesucht. Die Update-Nummern werden notiert, und die entsprechenden Updates werden einzeln vom Updatekatalog von Microsoft heruntergeladen und in das Image integriert. Der Computer wird anschliessend mit dem aktualisierten Image neu aufgesetzt. Der Prozess wird so lange wiederholt, bis keine Updates mehr gefunden werden. Falls Updates von Applikationen notwendig sind, werden diese heruntergeladen und in das Software-Verzeichnis des Images integriert. Die Treiberupdates für die Computermodele und die Antivirus-Definition werden ebenfalls in das Image integriert.

Jede Software, die installiert wird, wird von der offiziellen Quelle oder im Ausnahmefall von der Post bezogen (siehe *Abschnitt 4.1.2*). Es wird die letzte verfügbare Version oder die von der Post vorgegebene Version verwendet. Wird nicht die letzte verfügbare Version verwendet, so wird dies begründet.

Bei allen Installationsdateien werden die Hashwerte oder die Signaturen geprüft. Alle Dateien werden zudem mit einem Antivirens Scanner geprüft.

4.1.1 Betriebssystem

Als Betriebssystem wird Windows 10 LTSC 2021 (unverändertes Windows-Image von Microsoft) verwendet. Es werden keine Microsoft-Accounts angelegt und es dürfen keine weitere Software oder weiteren Apps installiert werden.

4.1.2 Zusatzsoftware

Folgende Software wird gemäss der Vorgabe der Post in das Image integriert:

- Notepad++: Wird benötigt, um XML-Files editieren zu können.
- KeePass: Wird zur Verwaltung der Zertifikate und Passwörter benötigt, die für die Durchführung eines Urnengangs notwendig sind, inkl. Generierung der Passwörter des Urnengangs.
- VMGJ "Verificatum Multiplicative Groups Library for Java" (wird von der Post geliefert): Wird durch den SDM verwendet.
- KeyStoreExplorer: Wird zur Kontrolle der Keystores benötigt.

Zusätzlich wird folgende Software installiert:

- sDelete: Erlaubt ein sicheres Löschen von Daten.
- OpenSSL: Wird benötigt, um Dateien zu signieren oder Signaturen zu kontrollieren.
- HP Hotkey Manager: Erlaubt die Konfiguration von Tastaturkurzbefehlen für HP Geräte.
- 7-zip: Erlaubt das Erstellen und Entpacken von Archivdateien mit verschiedenen Formaten.
- TotalCommander: Zweispaltiger Dateimanager für Windows.
- PowerShell 7: Wird benötigt, um Skripte auszuführen.
- .NET: Ermöglicht die Ausführung von vorhandenen Windows-Desktop-Anwendungen.

Es wird keine weitere Software installiert.

4.1.3 Hardening

Das Hardening deckt die folgenden Ziele ab:

- Es sind nur die zwingend benötigten Benutzer vorhanden.
- Es sind nur die zwingend notwendigen Programme installiert.
- Die Hardening-Empfehlungen der Post sind umgesetzt, soweit dies für die E Voting-Computer möglich ist.
- Die "Microsoft-recommended security configuration baselines for Windows and other Microsoft products" sind umgesetzt, soweit dies für die E Voting-Computer möglich ist (<https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=55319>).
- Alle Netzwerkadapter sind deaktiviert mit Ausnahme desjenigen Netzwerkadapters des Online Computers, der für die Kommunikation mit den Servern der Post zwingend erforderlich ist.

Die Hardening-Empfehlungen der Post sind auf GitLab publiziert (*siehe referenziertes Dokument [4]*). Das Script für das Hardening wird veröffentlicht.

4.2 Prüfung Installation und Hardening

Nach der Installation des Images wird die Installation und das Hardening im 4-Augen-Prinzip durch den Kanton anhand einer Checkliste geprüft.

4.3 Accounts

Jeder Computer verfügt über zwei Accounts: (1) Administrator-Account, der für die Installation des Images verwendet wird und nur dem Kanton bekannt ist und von diesem definiert wird; (2) User-Account für den Urnengang. Für die beiden Accounts werden unterschiedliche, genügend sichere Passwörter gemäss den Vorgaben der Richtlinie Informationssicherheit (*siehe referenziertes Dokument [5]*) gesetzt.

4.4 Installation E-Voting Software

Die von der Post gelieferte Software wird gemäss den Release-Anleitungen der Post installiert. Die Hashwerte der von der Post gelieferten Software werden gegenüber den Ergebnissen der beobachteten Kompilierung gemäss dem Akzeptanz-Protokoll des Trusted Build und der Release-note geprüft. Nachfolgend findet sich eine Auflistung der Applikationen mit einer Zuteilung, auf welchen Geräten diese zu installieren sind.

Software	Typ	Beschreibung	Installiert auf				
			S	O	T	V	SRA
Secure Data Manager (SDM)	Applikation	Das Hauptprogramm, um einen Urnengang aufzusetzen. Um die Sicherheit der Daten zu gewährleisten, werden Operationen mit dem Secure Data Manager auf den unterschiedlichen Geräten ausgeführt. Der Secure Data Manager stellt sicher, dass die Daten, die auf einem der Geräte bearbeitet werden, mit den anderen Geräten synchronisiert werden. Er ermöglicht dem Online Computer zudem die Synchronisierung der Daten mit den E-Voting Servern bei der Post.	X	X	X		

Software	Typ	Beschreibung	Installiert auf				
			S	O	T	V	SRA
Direct Trust Tool	Applikation	Tool, mit welchem die Direct-Trust-Zertifikate erstellt werden.	X				
Data Integration Service (DIS)	Applikation	Der Data Integration Service ist ein Tool, das die Stammdaten des Urnenganges (wie eCH-Dateien) für den Secure Data Manager konvertiert.	X				
Verifier	Applikation	Der Verifier ist die Software, die die Überprüfung des Urnenganges ermöglicht.				X	
Voting Card Print Service (VCPS)	Applikation	Software zur Erstellung der druckfertigen Stimmrechtsausweise.					X
Voting Card Register (VCR)	Applikation	Das VCR erstellt eine Liste aller IDs der Stimmrechtsausweise mit Wählerkreis, Namen der Stimmberechtigten und Status. Wird benötigt für die Doppelstimmprüfung.					X
Voting Card Manager (VCM)	Web-Applikation	Mit dem VCM können während dem Urnengang Sperrungen von Stimmrechtsausweisen gemacht werden (im Rahmen der Doppelstimmprüfung). Der Zugriff erfolgt via kantonale Computer.					
Dispute Resolver	Applikation	Der Dispute Resolver kommt im Ausnahmefall zum Einsatz, wenn die Daten auf den Kontrollkomponenten (Liste der bestätigten Stimmen) in Konflikt stehen.	Ersatz Computer Offline				

Tabelle 4: E-Voting Software

In der obigen Tabelle wurden die folgenden Abkürzungen für die Geräte verwendet.

S=Setup Computer, O=Online Computer, T=Tally Computer, V=Verifier Computer, SRA=Stimmrechtsausweise Computer

5. Räumlichkeiten und Schutzmassnahmen

Die Hardware wird ausschliesslich im zugangsgesicherten Rathaus verwendet und aufbewahrt. Zugang zu den entsprechenden Räumlichkeiten im Rathaus haben nur Kantonsmitarbeitende mit einem Schlüssel oder Besucher in Begleitung. Der Zutritt zu den Büros ist jeweils nur mit Schlüssel möglich. Weitere Informationen zur Aufbewahrung sind unter *Abschnitt 6* zu finden.

Während eines Urnenganges wird die Hardware aus dem Tresor entnommen und im vordefinierten Raum für die Verwendung aufgebaut und vorbereitet. Während der Verwendung darf die Hardware nie unbeaufsichtigt zugänglich sein und muss jederzeit überwacht werden.

Wird die Hardware (Computer, Datenträger) längere Zeit nicht verwendet, ist sie gemäss *Abschnitt 6* wegzuschliessen. Zubehör wie Stromversorgung, Dockingstation, Beamer etc. müssen nicht zwingend abgebaut werden.

Alle Vorgänge (Entnahmen und Einschlüsse Tresor etc.) sind in einem Protokoll durch zwei Personen festzuhalten.

6. Aufbewahrung

Die Hardware (Computer, Datenträger) wird in den zugangsgesicherten Räumen des Rathauses aufbewahrt, wobei die einzelnen Komponenten aus Sicherheitsgründen auf verschiedene Tresors und separate verschlossene Räume verteilt sind. Der Tresor mit den Computern befindet sich in einem abgeschlossenen Büro des Rechtsdienstes. Der Zugang zum Tresor ist nur mit einem 8-stelligen PIN-Code möglich.

Aus Sicherheitsgründen wird der 8-stellige PIN mit je 4 Ziffern auf zwei Personengruppen aufgeteilt. Mit je einer Person aus den beiden Gruppen ist der Zugang zum Safe möglich.

7. Kommunikationssicherheit

Der E-Voting-Computer, der im Rahmen eines Urnenganges eine Online-Verbindung zum E-Voting System der Post benötigt, kann nur über eine dedizierte, für E-Voting konfigurierte und nicht sichtbare Verbindung aufgebaut werden.

Die Verbindung zum E-Voting Server der Post erfolgt über eine SSL-Verschlüsselung.

8. Referenzen

Referenzierte Dokumente

<u>Nr.</u>	<u>Autor, Titel</u>	<u>Datum/Version</u>	<u>Link zum Dokument (URL)</u>
[1]	Konzept E-Voting	- / aktuelle Version	
[2]	Verordnung der BK über die elektronische Stimmabgabe (VEleS, SR 161.116) vom 25. Mai 2022	01.07.2022 / -	
[3]	Basic installation and hardening	- / aktuelle Version	
[4]	SDM Hardening Guidelines der Schweizerischen Post	- / aktuelle Version auf GitLab	https://gitlab.com/swiss-post-evoting/e-voting/e-voting-documentation/-/blob/master/Operations/Recommendation_Safety_Measures_Cantonal_Infrastructure.md
[5]	Richtlinie Informationssicherheit	- / aktuelle Version	

Glossar

Für die wichtigsten, in diesem Dokument genannten Fachbegriffe gibt es ein zentrales Glossar:

<u>Titel</u>	<u>Datum/Version</u>
Glossar	- / aktuelle Version