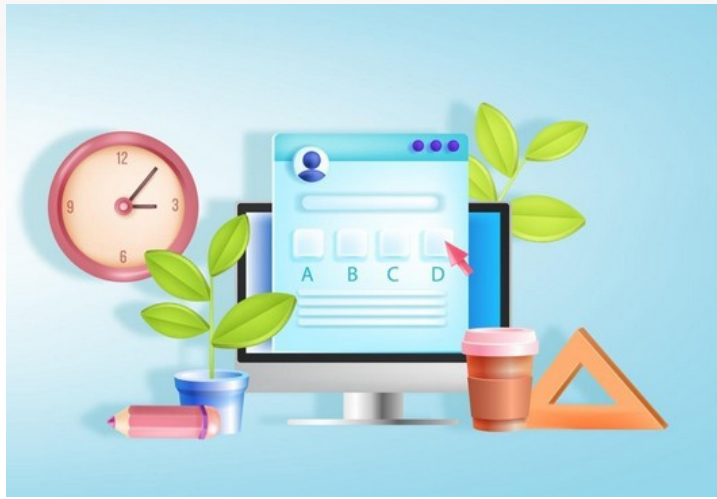




Linux-basierte Open Source -Prüfungsumgebung

Jorma Ehrnrooth und Arto Teräs
Puavo GmbH / Opinsys Oy
Chemnitzer Linux-Tage März 2025



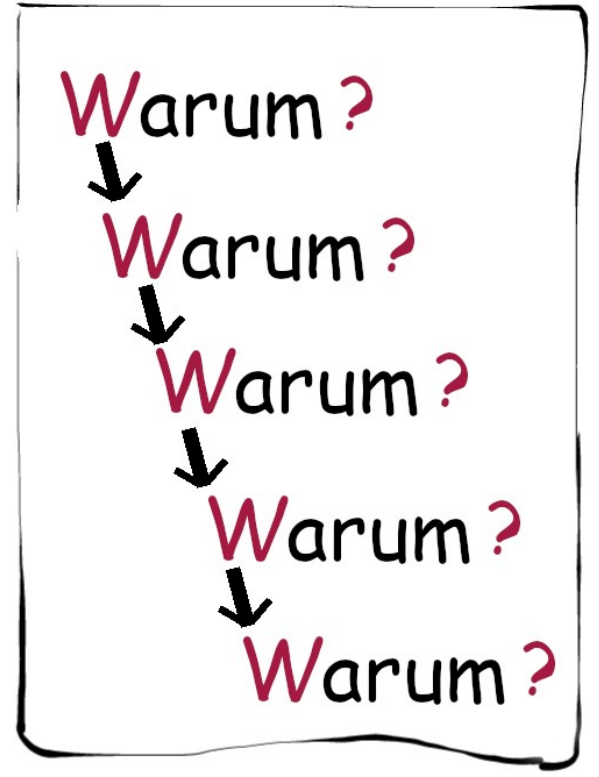
WAS SIND EURE ERWARTUNGEN FÜR
HEUTE?

Gesprächspunkte für heute

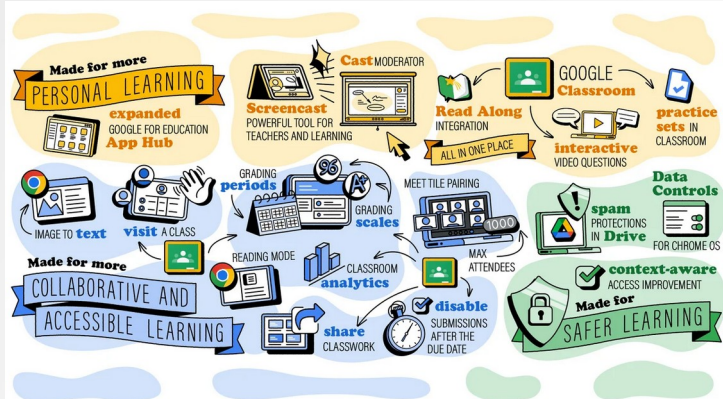
- Die Welt der Digitalisierung in den Schulen
- Digitale Prüfungsumgebungen
 - Deutschland Status Quo
 - Case Finnland
- Workflow: Prüfungen erstellen, durchführen und bewerten
- Technische Bausteine: Server und Client
 - Prüfungsmodus als eine spezielle virtuelle Konsole in Linux
 - Schummelsicherung, Monitoring, Vergleich mit anderen Lösungen

Die Zukunft der Bildung

- Wandel in der Bildung
- Effizienzsteigerung
- Anpassung an neue Formate
- Nachhaltigkeit
- Zugang zu innovativen Open-Source-Lösungen



Die Welt der Digitalisierung in Schulen



Nordamerika

- **Schwerpunkt:** Technologie und Innovation



Europa

- **Schwerpunkt:** Infrastruktur und Datenschutz.
- Digitale Gleichberechtigung



Asien

- **Schwerpunkt:** KI und Skalierung.



Online
Proctored
Exam
on
Phone



Afrika

- **Schwerpunkt:** Zugang und mobile Lösungen.

Australien

- **Schwerpunkt:** Cloud-Lösungen und digitale Kompetenzen.

Digitale Prüfungsplattformen für Schulen

**Lernmanagementsysteme (LMS)
mit Prüfungsfunktionen**

Plattformen für sichere Prüfungen

Plattformen für adaptive Prüfungen

**Plattformen für große Prüfungen
und Zertifizierungen**

**Plattformen für Quizze und
formative Bewertungen**

Open-Source-Lösungen

moodle

OPENedX

Safe Exam Browser
SEB

CANVAS

its learning

proctorio

ExamSoft™

tcs iON

Pearson
VUE

Puavo
G M B H

dreambox
LEARNING

ALEKS®

ILIAS®

tao®

Warum wird Open-Source-Software oft vernachlässigt?

- Dominanz großer Tech-Unternehmen
- Mangelnde Bekanntheit und Akzeptanz
- Technische Hürden & Benutzerfreundlichkeit
- Lobbyismus und politische Entscheidungen

Digitale Prüfungsumgebung – Status Quo DE

- Digitale Prüfungen haben durch die Pandemie an Tempo gewonnen.
- Technologie reift in Hochschulen, Schulen sind noch in der Einführungsphase
- Innovative Lösungen entstehen in der DACH-Region
- Öffentliche Gelder fließen in Open-Source-Projekte.
 - Open Source -Potential bleibt ungenutzt.
- Mangelnde Kooperation und Zusammenarbeit sind häufig

Digitale Prüfungsumgebungen – DE



The Open Source Learning Management System



Die
Landes-
Bildungs-
Server



Digitale Prüfungsumgebung

Was ist nach Eurer Meinung die Definition und Zweck
einer digitalen Prüfungsumgebung?

Prüfungs-Workflow

Lehrer

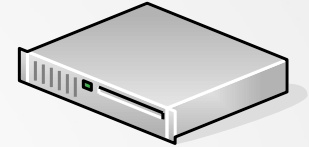


1. Lehrer erstellt eine Prüfung auf dem Server

2. Lehrer gibt die Prüfung für die Schüler frei

5. Lehrer schaut die Antworten an und wertet sie

Prüfungsserver



4. Lehrer beobachtet
die Schüler während
der Prüfung



Schüler

3. Schüler starten den
Prüfungsmodus und
führen die Prüfung auf
dem Server durch

(Aus Gründen der Lesbarkeit verwenden wir in dieser Präsentation das generische Maskulinum. Es sind jedoch immer alle Geschlechter gleichwertig eingeschlossen.)

Ziele

- Intuitiv für die Lehrer
- Einfach für die Schüler
- Flexibilität für unterschiedliche Prüfungstypen
- Möglichkeit für Monitoring während der Prüfung
- Implementierung als Freie / Open Source Software
 - Server-Lösungen sind vorhanden
 - Auf dem Client keine gängige FOSS-Alternativen bekannt
- Hilfe zum Alltag mit künstlichem Intelligenz ...

Case Finnland: Prüfungsumgebung Abitti

- Offizielle Abschlussprüfungsumgebung in Finnlands Gymnasien (seit 2016)
 - Auch für Kursprüfungen genutzt
 - Fast alle Prüfungen sind digital
- Linux-basiert (Debian)
 - Ausführung auf eigenem / schulischen Laptop
 - USB-Stick oder auf separatem Partition vorinstalliert
 - Motivation Linux-kompatible Hardware zu kaufen
- Viele Bestandteile aus FOSS, aber das Gesamtpaket ist nicht Freie Software

Abitti

Sicherheitsmaßnahmen (Abitur / Finnland)

- Verboten (u.a.): Handys, Smartuhren, Geräte mit WLAN, Mäuse mit programmierbaren Makros
- USB-Sticks werden an der Schule geliefert und dort an den Probanden verteilt
 - Verbindung mit dem Server inklusive technischer Beobachtung, Einzelheiten davon nicht veröffentlicht
 - Sicherheit der vorinstallierten Software des Rechners irrelevant
- Ab 2026 werden USB-Sticks mit einer Prüfungs-Applikation ersetzt

Abitti 2: die neue Umgebung

- Container auf dem Server, Prüfungs-App auf dem Client
 - Client-OS muss gesicherten Prüfungsmodus bieten
- Behörden unterstützen Windows, Mac OS und Chromebooks
 - Was ist mit Gymnasien, die Linux-Laptops mit Puavo nutzen?
- EU Open Source -Strategie – digitale Souveränität
- Unsere Lösung muss gleichwertig sicher oder besser sein um offiziell für das Abitur genehmigt zu werden
 - Open Source und gleichzeitig schummelsicher?

Prüfungsmodus - Forderungen

- Kontrolle der Umgebung durch die Schule, nicht die Schüler!
- Integrität der Prüfungsmodus darf nicht kompromittiert werden
 - Geräte dürfen normal nach Hause mitgenommen werden
- Kompatibel mit der Prüfungsumgebung auf dem Server
 - Prinzipiell einfach: ein Web-Browser reicht
 - Evtl. zusätzliche Monitoring-Funktionen erforderlich

System-Sicherheit

- BIOS mit Passwort und SecureBoot-Schlüssel der Organization
 - SecureBoot ist für Malware-Schutz, nicht den User einzuschränken
 - Prüft normalerweise nur den Kernel
 - Mit Unified Kernel Image (UKI) können weitere Teile wie `initrd` mitsigniert werden
- TPM und Verschlüsselung
 - Festplatten-Verschlüsselung mit `systemd-cryptenroll` o.ä.
 - Schlüssel auf dem TPM, Zugriff mit dem signierten Kernel
- Keine Root-Rechte (mehr) für die Schüler...
 - Root durch eine Sicherheitslücke natürlich weiterhin möglich

Prüfungsmodus – technische Lösung

- Getrennte virtuelle Konsole mit eigener Xorg- oder Wayland-Session und Benutzerkonto
- Gnome-Session mit eingeschränkten Funktionen
 - Nur Web-Browser im Kiosk-Modus und erlaubte Prüfungssoftware
 - Einstellungen für Lautstärke, Mikrofon usw. vorhanden
- Temporäre Verzeichnisse mit bwrap
 - Um Zugriff zu geteilten Verzeichnissen wie /tmp zu verhindern
- Evtl. Mandatory Access Control mit SELinux, Prozess- und Netzwerk-Sperren wie in TOMOYO Linux

Prüfungsmodus - Screenshot

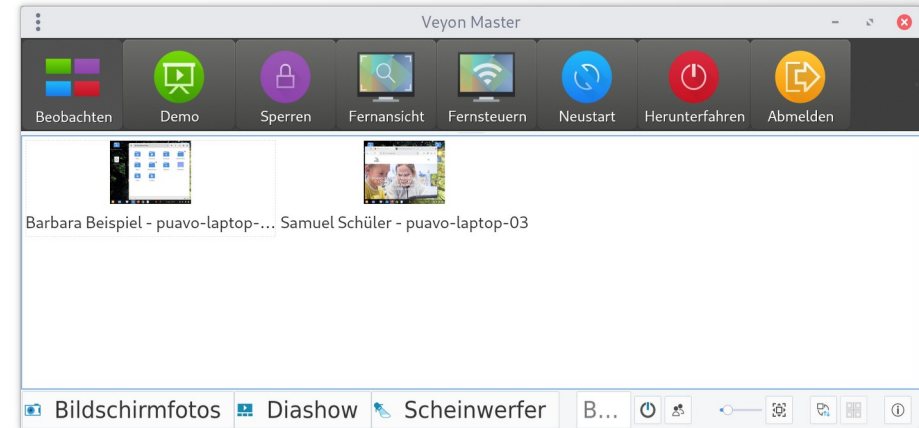
The screenshot displays the Puavo Exam Browser interface. At the top, there is a navigation bar with links to 'NCT', 'Startseite', 'Dashboard', and 'Meine Kurse'. On the right side of the navigation bar, there are icons for notifications (a bell with a red '1'), a chat bubble, and a user profile icon labeled 'BB' with a dropdown arrow. Below the navigation bar, there is a breadcrumb trail: 'geographie-test / Geographie-Prüfung / Geographie-Prüfung'. The main heading is 'Geographie-Prüfung' with a pink icon of a notepad and pencil. Below the heading is a 'Zurück' button. The question area is titled 'Frage 1' and indicates 'Bisher nicht beantwortet' and 'Erreichbare Punkte: 1,00'. There is a link to 'Frage markieren'. The question text is 'Welche ist die Hauptstadt von Finnland?'. The answer options are:

- ☐ Turku
- ☐ Helsinki
- ☐ Stockholm
- ☐ Moskau
- ☐ Tampere

 A question mark icon is located at the bottom right of the answer options area.

Monitoring

- Lehrer kann die Schüler physisch beobachten
 - Technische Mitteln werden jedoch oft gewünscht
- Veyon eine gängige Lösung
 - Kann außer Beobachtung u.a. für Screensharing eingesetzt werden
- Verhinderung vs. Erkennung der Schummelei?
- Privatsphäre und Datenschutz



Nutzer absichtlich einzuschränken?

- Wie passt das zu FOSS-Idealen?
 - Geräte gehören den Schulen, die ihre Nutzung bestimmen
 - Prüfungssituation ist ein Spezialfall; sonst keine besonderen Einschränkungen
- Immerhin transparenter als proprietäre OS
 - Code kann veröffentlicht und geprüft werden

Vergleich mit anderen Lösungen

- Safe Exam Browser (<https://safeexambrowser.org>)
 - Open Source, läuft jedoch nur unter Windows, macOS und iOS
 - Browser in Kiosk-Modus plus optionale Drittapplikationen
 - Eingebaute Verbindungen mit LMS-Systeme wie Moodle um Navigation einzuschränken und Funktionen auszuschalten
- Lernstick (<https://lernstick.ch>)
 - Open Source, Linux-basiert
 - Wird auf USB-Stick ausgeführt, ähnliches Konzept wie Abitti1
 - Verbindung mit Web-Interface GlaDOS wo Prüfungen erstellt und durchgeführt werden können

Wie kann ich das ausprobieren?

- Der Prüfungsmodus ist im Puavo-System integriert
 - Kein Zusatzpaket zum installieren und daher in anderen Linux-Distributionen nicht direkt einsetzbar
 - Befindet sich in der Entwicklung, aktuell nur die spezielle virtuelle Konsole mit Gnome und Browser im Kiosk-Modus ohne Extras
- Bald wird ein schlankeres Image mit nur Prüfungsmodus veröffentlicht um das Testen zu erleichtern
- Das Konzept und der Code (GPLv2+) stehen natürlich zur Verfügung

Zusammenfassung und Fragen

- Was findet Ihr am wichtigsten bei einer Prüfungsumgebung?
- Gab es neue Erkenntnisse heute?
- Vorschläge für uns?

Vielen Dank!

- Puavo GmbH: <https://puavo.de>
- Community: <https://puavo.org>
- Code: <https://github.com/puavo-org/>
- Kontakt: <https://puavo.de/kontakt/>
 - Jorma Ehrnrooth <jorma@puavo.de>
Country Manager (DE)
 - Arto Teräs <arto@puavo.de>
Technologie & Community

