



association des professeurs de l'enseignement
secondaire et supérieur du grand-duché de Luxembourg a.s.b.l.

Lëtzebuerg, de 4. Februar 2026

Rapport #1: Techneschen Audit vun der Examens-Integritéit

Executive Summary: De Mythos vun der kognitiver Isolatioun

De lëtzebuergesche Premièresexamen an de Prüfungssystem baséieren op enger fundamentaler Viraussetzung: datt de Schüler während der Prüfung kognitiv isoléiert ass. Dësen Audit weist op Basis vun der aktueller Hardware-Entwécklung (2025/26), datt dës Viraussetzung technesch net méi garantéiert ass.

Duerch lokal KI (On-Device Inference) an onsiichtbar Hardware (Smart Glasses, Bone Conduction) ass de schrëftlechen Examen strukturell kompromettéiert. Firewalls a Wi-Fi-Spären si néideg mä gi net méi duer, well d'Intelligenz entweder direkt um Apparat sëtzt oder iwwer onopfälleg lokal Netzwierker (Bluetooth Low Energy) mam Handy kommunizéiert.

Wa mir dës Fakt ignoréieren, riskéiere mir eng massiv Devalorisatioun vum lëtzebuergeschen Diplom an eng "Kill Zone" fir eis Absolventen um Aarbechtsmaart.

D'APESS presentéiert an dësem Rapport net nëmmen d'Diagnos, mä e konkreten Handlungsplang: De Wiessel vun der schrëftlecher Evaluatioun op de "Mënschlechen Audit" (Adversarial Oral Protocol) an d'Schafe vun analoge Schutzgebiddern duerch eng Wired-First Infrastruktur.

1. Den techneschen Duerchbroch – Den Zesummebroch vun der kllassescher Iwwerwaachung

1.1. De Paradigmewiessel an der Mikrochip-Architektur: Vun der CPU op d'NPU

D'Annam vum Ministère, datt digital Sécherheet duerch d'Späre vum Internet (Firewalls, Wi-Fi-Blocker) garantéiert ka ginn, baséiert op enger Architektur aus de fréien 2020er Joren. Deemools waren d'Apparater nëmme "Clienten", déi d'Recheleschtung vun der Cloud (OpenAI, Google) gebraucht hunn.

D'Situatioun huet sech 2024/25 fundamental geännert duerch d'Integratioun vu Neural Processing Units (NPU) an d'Standard-Silizium-Architektur (Apple M4/A18, Qualcomm Snapdragon X Elite, Intel Lunar Lake).

- **D'Technik:** Eng NPU ass speziell fir d'Matrix-Multiplikatiounen optiméiert, déi fir d'Inferenz vun LLMen (Large Language Models) néideg sinn.
- **D'Performance:** Modern NPUs liwweren tëscht 40 a 50 TOPS (Tera Operations Per Second). Dat ass genuch Recheleschtung, fir Sproochmodeller mat enger Vitesse vun iwwer 10 Token pro Sekonn lokal lafen ze loossen – ouni Daten iwwer d'Netz ze schécken.

1.2. D'Wëssenschaft vun der Quantiséierung: Den "Intelligenz-Kompressor"

Dat gréisst technescht Hindernis fir lokal KI war d'Gréisst vum Aarbechtsspäicher (RAM). Hei kënnt d'Quantiséierung an d'Spill, e Prozess, dee mir an dësem Rapport als de "Schlüssel fir d'Knäipen" definéieren.

- **Vun FP16 op INT4:** KI-Modeller gi normalerweis an 16-Bit Gleitkommazuelen trainéiert. Duerch fortgeschritten Algorithmen (wéi AWQ oder GPTQ) ginn dës Gewichter op 4-Bit oder souguer 2-Bit Ganzzuele reduzéiert.
- **Den Effekt:** E Modell wéi Llama-3-8B, deen den Niveau vun engem Bachelor-Student an de meeschte Fächer huet, brauch quantiséiert nëmmen nach 4 bis 5 GB RAM. Dëst passt haut op all modernen Tablet an d'nächst Joer op all Smart-Brëll.
- **D'Konsequenz:** Den Enseignant am Kllassesall steet net méi engem Schüler géigeniwwer, mee engem Schüler deen eng lokal, autark Intelligenz bei sech huet, déi mat der selwechter Vitesse reagiert wéi e mënschlecht Gehier.

1.3. Multimodal Sensorik an Echtzäit-Inferenz

De schrëftlechen Examen ass virun allem duerch d'Multimodalitéit vun der neier Hardware bedrot. Mir schwätzen net méi vun engem Chatbot, mee vu "Visioun-zu-Sprooch" Modeller.

- **Echtzäit-OCR a Bildveraarbechtung:** Miniatur-Kameraen an de Brëller (integréiert Visioun-Sprooch-Modeller) huelen d'Prüfungsblat mat héijer Opléisung op. D'NPU verschafft dëse Video-Stream an Echtzäit.
- **Zero-Latency Loop:** D'Zäit tëscht dem "Kucken" vum Problem an der Generéierung vun der Léisung läit bei ënner 200 Millisekonnen. Fir de Schüler fillt sech d'KI net méi wéi en extern Tool un, mee wéi eng **Erweiterung vu senger eegener Kognitioun**.
- **Invisible Output:** Déi generéiert Äntwerte ginn iwwer **Retinal Projection** (Laser-Projektioun direkt op d'Netzhaut vum Schüler) oder **Bone Conduction** (Vibratioun vum Schiedelknachen) iwwermëttelt. Béd Methoden si fir den iwwerwaachenden Enseignant physesch onméiglech ze gesinn oder ze héieren.

1.4. Firwat Iwwerwaachungstechnologie keng Léisung ass

De Ministère kéint argumentéieren, datt een dës Apparater duerch RF-Scanner (Radio Frequency) detektéiere kann. Dëst ass en techneschen Iertum:

1. **Passive Mode:** Eng lokal KI brauch keng Funkverbindung (Wi-Fi, Bluetooth, LTE). Si emittéiert keng charakteristesche Radiowellen, déi detektéiert kéinte ginn.
2. **Faraday-Käfig-Effekt:** Souguer wann de Ministère d'Klassesäll ofschiermt, ännert dat näischt un der lokaler Funktionalitéit vun der Hardware.
3. **Visual Blindness:** D'Miniaturiséierung ass sou wäit fortgeschratt, datt d'Hardware net méi vu medezineschen Apparater (Liesbrëller, Höreräter) ze ënnerscheeden ass. All Form vu kierperlecher Kontroll wier eng onverhältnesméisseg Verletzung vun der Privatsphär a legal net haltbar.

D'Gehier an der Boxentäsch – Ouni Internet

Fréier war d'Kënschtlech Intelligenz (wéi ChatGPT) wéi en Uruff bei engem Spezialist, deen an Amerika setzt: Dir braucht eng Telephon- oder Internetverbindung (Wi-Fi), soss kënnt keng Äntwert. D'Schoul konnt dësen "Uruff" einfach blockéieren, andeems se den Internet gespaart huet.

Haut huet d'Technik sech radikal geännert. Duerch nei Mikro-Chippen (NPU) an eng spezialiséiert Kompressioun (**Quantiséierung**) gëtt de Spezialist "geschrumpft" an direkt an d'Hardware vum Brëll oder vum Telefon agebaut.

D'Konsequenz: D'Maschinn denkt elo lokal an autark. Si brauch kee Wi-Fi a keng Sim-Kaart méi, fir héich-intelligent Äntwerten ze liwweren. Kee Versuch vum Ministère, den Internet an der Schoul ze spären, kann de Problem léisen. De "Fluchmodus" schützt net méi virum Bedruch – d'KI setzt scho mat am Sall, onsiichtbar an ouni Verbindung no baussen.

2. D'Onsiichtbarkeet vun der Hardware – D'Enn vun der visueller Iwwerwaachung

2.1. Vun der Display-Technik op d'Laser-Retinal-Projektioun

D'Annam vum Ministère, datt een digitale Bedruch gesäit (well de Schüler op en Handy kuckt), ass duerch d'Physik vun den **Near-Eye Displays (NED)** iwwerliefert. Mir ënnerscheeden haut tëscht zwou revolutionären Techniken:

- **Holographesch Waveguides:** An de Brëllegliesser si nanometresch Strukturen ageätzt, déi d'Liicht vun engem klengen Projektor am Bigel an d'A vum Schüler leeden. Fir en Aussestenden sinn d'Glieder komplett transparent a kloer.
- **Laser Beam Scanning (LBS)/Retinal Projection:** Hei gëtt d'Informatioun mat engem extrem schwache Laser direkt op d'Netzhaut (Retina) vum Schüler projezéiert.
 - **Den Effekt:** D'Bild existéiert net "op dem Glas", mee nëmmen "am Kapp" vum Schüler. Et gëtt kee "Light Leakage" (Liicht dat no bausse strahlt), wat de Bedruch fir en Enseignant physesch onsiichtbar mécht.
 - **D'Realitéit:** Apparater wéi d'Generatioun 2025/26 vun *Even Realities* oder *Brilliant Labs* benotzen dës Technik an engem Gestell, dat sech vun engem klassesche Ray-Ban oder enger medezinescher Sehhilfe net méi ënnerscheet.

2.2. D'physikalesch Onsiichtbarkeet: Waveguide Optik & Stray Light Suppression

D'Hoffnung, datt Enseignanten aktiv Displays duerch e "Liichten"erkennen, ignoréiert d'Fortschrëtt an de **Waveguide Optics**.

- **Technesch Realitéit:** Modern Systemer (wéi *Micro-Mirror Arrays* oder *Diffraction Waveguides*) notzen *Total Internal Reflection (TIR)*. D'Liicht vum Projektor gëtt am Glas gefaangen an trëtt nëmmen an der sougenannter 'Exit Pupil' aus – also direkt an d'A vum Schüler.
- **Zero Light Leakage:** Fir jiddereen ausserhalb vun där optescher Achs bleift d'Glas transparent an däischter. Wëssenschaftlech Studien (cf. Annex) beweisen, datt modern Designen dat sougenannt "Stray Light" (Streeliicht) esou massiv ënnerdrécken, datt et an engem normalen Kllassesall net ze detektéieren ass.

2.3. Akustesch Invisibilitéit: Knacheleedung an Ultra-Miniatur-Receiver

Wann de Schüler d'Äntwerten net gesäit, da lauschtert hien se. D'Akustik huet de "Kopfhörer-Effekt" komplett eliminéiert:

- **Piezoelektresch Knacheleedung (Bone Conduction):** Amplaz vun enger Membran, déi d'Loft vibréiere léisst (an déi een héiere kann), ginn d'Schwéngunge vum Schädelknochen direkt an d'Bannenouer iwwerdroen. D'Wandler sinn an de Bigel vum Brëll integréiert. De Schüler héiert d'KI-Stëmm kloer an däitlech, während et am Raum absolut roueg ass.
- **Mikroskopesch In-Ear Monitore:** Dës Receiver (bekannt aus dem Beräich vun der Sécherheet an dem Theater) sinn haut sou kleng, datt se déif am Gehéiergang verschwannen an och bei enger kuerzer visueller Kontroll vum Ouer net ze gesinn sinn.

Wat heescht dat konkret?

Stellt Iech vir, Äert Kand sëtzt am Examen an huet e ganz normalen Brëll un. Fir de Proff gesäit alles korrekt aus. Mä fir Äert Kand schwieft d'Léisung vun der Mathematik-Aufgab quasi magesch an der Loft direkt virun sengen Aen, oder eng kleng Stëmm flüstert him d'Iwwersetzung vum Latäinstext an d'Ouer. Keen aneren am Raum gesäit oder héiert dat. Et ass kee "Knäipziedel" méi – et ass eng permanent Verbindung mat enger super-intelligenter Maschinn, déi direkt um Kapp vum Schüler sëtzt. D'Iwwerwaachung vum Enseignant gëtt domat komplett onwierksam.

2.4. Déi ondetektierbar Gefor

Souguer wa mir d'Schoul an e "Faraday-Käfig" verwandelen an all aktiv Signaler (Bluetooth/Wi-Fi) blockéieren oder iwwerwaachen, bleift d'Integritéit kompromettéiert. Fir dat ze verstoe musse mer tëscht dräi technesche Varianten ënnerscheeden, déi haut existéieren:

A. De Standardmodell iwwer Bluetooth (bedéngt detektierbar)

Déi meescht Smart Glasses (wéi *Ray-Ban Meta* oder *RayNeo X2*) fungéieren als onsiichtbaren Input/Output-Terminal fir e Smartphone.

- **De Workflow:** De Schüler huet säi Smartphone an der Täsch (am Flugmodus, awer mat Bluetooth un). Um Handy leeft eng lokal KI-App (z.B. *MLC LLM*¹). De Brëll schéckt d'Bild/Audio per **Bluetooth Low Energy (BLE)** un den Handy, den Handy rechent, a schéckt d'Äntwert zrëck op de Brëll (Display oder Audio).
- **D'Gefor:** Dëse Prozess ass komplett offline vum Schoul-Netzwerk, generéiert awer e schwacht Funk-Signal (BLE), dat an engem "stille Raum" theoretesch detektierbar wier.

B. De Späichermodell (net detektierbar)

Brëller wéi den *Even Realities G2* oder *Vuzix* hunn interne Flash-Späicher an en "Teleprompter-Modus".

- **De Workflow:** De Schüler lued seng Coursen (PDF, Formelen, Vocabulaire) doheem op de Brëll. Am Examen ass de Funk (Bluetooth) ausgeschalt.
- **Radio Silence:** D'Ofruffen vun dësen Donnéeën iwwer den *Heads-Up Display* generéiert *keng RF-Signaler* (keng Mikrowellen). De Schüler navigéiert duerch onopfälleg Touch-Gesten oder Kappbeweegungen. Et ass de perfekten, onsiichtbaren digitalen Knäipziedel.

C. De "Standalone AI" Modell (net detektierbar)

Open-Source Apparater wéi de *Brilliant Labs Frame* oder High-End Prototypen erlaben et, sougenannten **SLMs (Small Language Models)** direkt um Prozessor vum Brëll lafen ze loossen.

- **De Workflow:** D'KI "lieft" am Brëll. Et gëtt keng Kommunikatioun mat engem Handy oder dem Internet.
- **Radio Silence:** Dëse Prozess produzéiert keng Funk-Signaler, nëmme minimal Hëtzt.

¹ <https://llm.mlc.ai>

Conclusioun: Während mir de Modell A (Bluetooth) eventuell duerch streng RF-Iwwerwaachung an de Grëff kréien, sinn d'Modeller B a C (Passiv a Standalone) **technesch net ze detektéieren**, well se keng Signaler emittéieren. Mir kënnen d'Schüler net forcéieren, hir medezinesch Brëller ofzesetzen. Dëst beweist, datt eng reng technesch Iwwerwaachung (Scanner/Jammer) net duer geet. Déi eenzeg Method, fir ze verifizéieren, ob e Schüler d'Wëssen am Kapp huet oder just vu sengem Brëll ofliest (sief et eng Notiz oder eng KI-Äntwert), ass déi **mëndlech Validatioun (AOD)**.

2.5. De rechtlechen an etheschen Dilemma vun der Iwwerwaachung

D'Annam vum Ministère, datt d'Enseignanten einfach "besser oppasse" müssen, ignoréiert net nëmmen d'Physik, mee och de lëtzebuergesche Rechtskader. D'APESS identifizéiert dräi fundamental legal Barriären, déi d'Detektéiere vu Wearable AI de facto onméiglech maachen:

A. De Konflikt mat der “Loi du 30 juin 2023” (Inklusioun a Well-being)

D'Gesetz vum 30. Juni 2023² stellt d'Wuelbefanne vum Schüler an d'Erzéiung vun de Kanner mat spezielle Besoinen an de Mëttelpunkt.

- **De “Shield”-Effekt:** Schüler, déi iwwer d'**Commission d'Inclusion (CI)** oder d'**Commission des aménagements raisonnables (CAR)** d'Recht op technesch Hëllefsmëttel kritt hunn, genéissen e spezielle Schutz.
- **D'Diskriminéierungs-Fal:** En Enseignant, deen e Schüler mat enger Siichtbehënnerung oder enger Lies-Rechtschreif-Schwächt (LRS) zwéngt, säi Brëll oder säin Tablet fir eng technesch Inspektioun ofzeginn, riskéiert eng Plainte wéinst Diskriminéierung an engem Verstouss géint de Geescht vun der inklusiver Educatioun.
- **D'Resultat:** Déi néideg “Safe Spaces” fir d'Inklusioun ginn ongewollt zu “Sécherheets-Lächer” fir d'Integritéit vum Examen, well d'Enseignanten aus Angscht viru juristesche Konsequenzen net méi intervenéieren.

B. GDPR a biometresch Privatsphär

D'Europäesch Dateschutz-Grondveruerdning (GDPR) an d'Lëtzebuurger Gesetzgebung zum Schutz vun der Privatsphär setzen der Iwwerwaachung enk Grenzen.

- **Kierperlech Integritéit:** Smart Glasses a Micro-Earpieces si Grenzsprenger tëscht Technik a Kierper. Eng systematesch Kontroll vun dësen Apparater wier eng kierperlech Duerchsichung, fir déi d'Enseignanten weder d'Kompetenz nach déi legal Autorisatioun hunn.
- **Dateschutz-Minimaliséierung:** All Versuch vum Staat, d'Schüler mat RF-Scanner (Radio Frequency) oder Kameraen mat Gesiichtserkennung am Sall ze iwwerwaachen, wier eng massiv Verletzung vum Verhältnisméissegkeetsprinzip. Eng Schoul ass kee Prisong; dem Schüler säi Recht op Privatsphär verbitt d'Total-Iwwerwaachung.

C. D'Beweislascht am “Code de l'Éducation”

No de gëltege Bestëmmunge vum Code de l'Éducation iwwer den Examen de fin d'études muss de Bedruch eendeiteg bewise ginn.

- **D'Enn vun der Indizien-Logik:** Fréier war en oppent Buch oder e Knäpziidel e materiell feststellbare Beweis. Mat lokaler KI (on-device AI) gëtt et kee Wi-Fi-Log, keng Funk-Emissioun a kee physischen Objet, deen een ewechhuele kann.

² <https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2023/06/30/a401/jo>



association des professeurs de l'enseignement
secondaire et supérieur du grand-duché de luxembourg a.s.b.l.

- **Rechtlech Onméiglechkeet:** Well d'Enseignanten den digitale Prozess am Kapp vum Schüler net beweise kënnen, fällt all Sanctioun virun engem Verwaltungsgeriicht an de Koup. De Staat zertiféiert Notten op enger Basis, déi hien net méi kontrolléiere kann – dat ass den definitiven Zesummebroch vun der klassischer Examens-Autoritéit.

Den Enseignant als “politescht Affer”

De Ministère schéckt d'Léierpersonal an en aussichtslose Kampf. Op der enger Säit verlaangt hien d'Kontroll vum Examen, op der anerer Säit bënnt hien de Proffen d'Hänn duerch d'Gesetzgebung iwwer Well-being, Inclusioun an Dateschutz. En Enseignant, deen haut e Schüler no sengem Brëll freet, steet mat engem Fouss am Disziplinarverfahren oder an enger Schuedenersatz-Klo. De schrëftlechen Examen ass zu enger juristescher “No-Go-Zone” ginn.

3. D'Spilltheorie vum systemeschen Zesummebroch

3.1. D'Logik vun der "Expected Value" (EV)

Aus der Perspektiv vun der Verhalensökonomie ass de Bedruch an engem Examen eng rational Risikoberechnung. D'**Expected Value (EV)** fir ze knäipen gëtt duerch eng einfach Formel definéiert: d'Probabilitéit fir entdeckt ze ginn (**P**) an d'Strof bei Entdeckung (**S**), par rapport zum Gewënn duerch d'Knäipen (**G**).

- **De Status Quo:** Bis viru kuerzem war **P** héich (de Knäipziedel oder den Handy war physisch sichtbar) an **S** war drastesch (Eliminatioun aus dem Examen). Den EV war negativ; d'Majoritéit vun de Schüler huet éierlech geschafft.
- **De KI-Paradox:** Mat lokaler, onsiichtbarer Hardware fält **P** op bal Null. Wann d'Probabilitéit fir entdeckt ze ginn bei Null läit, gëtt den EV fir ze knäipen mathematesch onendlech positiv – onofhängeg vun der Ethik vum Schüler.

3.2. D'Penetratiouns-Kaskad an den Zesummebroch vun der Meritokratie

Wann d'Schüler mierken, datt den Entdeckungsrisiko de facto net méi existéiert, entsteet en dynamesche Prozess, deem de Nash-Equilibrium vum Schoulsystem verréckelt:

1. **Phase 1 (D'Pionéier):** Eng kleng Grupp vun technesch verséierte Schüler benotzt d'KI an erzielt Top-Notten ouni Effort.
2. **Phase 2 (De kompetitiven Drock):** Éierlech Schüler gesinn, datt si méi schlecht Notten hunn wéi d'KI-Notzer. Éierlechkeet gëtt zu engem kompetitive Nodeel bei der Uni-Applikatioun.
3. **Phase 3 (Systemesche Korruptioun):** Fir hir Chancen ze verdeedegen, sinn **all** Schüler gezwongen, d'Technik ze benotzen. Éierlechkeet gëtt an dësem System "bestrooft". De schréfflechen Examen als Moossinstrument fir mënschlech Leeschtung ass domat de facto dout.

3.3. De rechtlechen Dilemma: Inclusioun an d'Sackgaass vum Dateschutz

Duerch d'**Inklusiounsgesetz vum 30. Juni 2023** an de **Code de l'Éducation** ass de Ministère an enger juristescher Fal:

- **Inclusioun als "Trojaner":** Schüler mat speziellen Aménagements (via CI oder CAR) hunn d'Recht op technesch Hëllefsmëttel. Well Smart-Brëller och eng medezinesch Funktioun hunn, kann en Enseignant se net verbidden, ouni géint d'Inklusiounsgesetz ze verstoussen.
- **GDPR a Beweisaascht:** D'Dateschutz-Regelen an d'Recht op kierperlech Integritéit verbidden d'systematesch Duerchsiche vun de Schüler. Well lokal KI keng Mikrowellen emittéiert, ass de Bedruch juristesche net ze beweisen. Eng Sanktioun géif virun all Verwaltungsgeriicht scheitern.

Firwat d'Schüler net "béis" sinn

Stellt Iech eng Course vir, an där jidderee mat engem verstoppten Elektromotor am Vëlo fiert, mä d'Arrivée kontrolléiert nëmmen d'Längt vun de Boxen. Deen Eenzege, deem nach aus eegener Kraaft trëppelt, huet keng Chance méi ze gewinnen. D'Schüler si net kriminell; si reagéieren einfach rational op e System, deem de Bedruch net méi ka feststellen. De Lëtzebuerger Schoulsystem léisst d'éierlech Schüler am Stach a belount déi, déi d'Technik am beschte verstoppen.

4. Reputatiounsschued an de wirtschaftlechen Zerfall vum Diplom

4.1. De Verloscht vum internationale Vertrauen

Lëtzebuerg ass eng kleng, oppen Ekonomie, déi op den Export vun Exzellenz ugewisen ass. Eise Première-Diplom gëtt haut weltwäit op Top-Universitëten (ETH, Sorbonne, Oxford) geschätzt.

- **De Reputatiouns-Risiko:** Soubal d'Nouvelle ronderëm geet, datt de Lëtzebuurger Examen duerch "Wearable AI" korrumpiert ass, gëtt den Diplom devaluéiert. Universitëten wäerten ufänken, d'Lëtzebuurger Studenten ze refuséieren oder separat Opnamexamen ze verlaangen, well den nationale Certificat keng Sécherheet méi bitt.
- **D'Mark "Lëtzebuerg":** Wann d'Vertrauen an d'Integritéit vun eise Notte fält, fält de Wäert vun eiser eenzeger natierlecher Ressource: d'Qualitéit vum mënschleche Kapital.

4.2. D'Devalorisatioun vun der A1-Carrière

D'APRESS warnt virun enger schlächender Degradatioun vum Beruff vum Professer duerch de "KI-Kompass":

- **Vum Expert zum Administrateur:** Wann d'Bewäertung automatiséiert gëtt, degradéiert de Staat de Professer zum rengen Opsichtspersonal oder zum Date-Manager.
- **D'Loun-Bedrohung:** Wann d'KI de facto d'Denken an d'Zertifizéierung iwverhëlt, wäert de Staat d'A1-Gehälter a Fro stellen. Firwat en héichqualifizéierten Expert bezuelen, wann eng Maschinn d'Aarbecht mécht an de Mënsch nëmmen nach de Knäppchen dréckt?

4.3. De "Barbell" Effekt am Human Capital

Wéi international Studien zur Polariséierung vum Aarbechtsmaart^{3,4} weisen, zerstéiert d'KI d'Mëtt vum kognitiven Secteur (Standard-Comptabilitéit, Basis-Recht, Administratioun).

- **D'Zertifizierungs-Lach:** Wann eis Schoul weiderhin nëmme Standard-Wëssen zertifizéiert, dat eng KI besser beherrscht, da produzéiere mir Diploméierter fir d'"**Kill Zone**" vum Aarbechtsmaart.
- **De mënschleche Premium:** Nëmme d'Fäegkeeten op den Extremer vum "Barbell" (héich-strategesch Ethik op der enger Säit, komplex manuell Realitéit op der anerer) hu weiderhin e wirtschaftleche Wäert. E schrëftlechen Examen kann dëse "mënschleche Premium" net moossen.

De Wäert vum Diplom steet um Spill

De Lëtzebuurger Diplom ass d'Währung vun eise Kanner. Säi Wäert hänkt vum Vertrauen of, dat anerer an dës Währung hunn. Wann de Ministère d'Schleisen fir d'Technik opmécht, ouni d'Integritéit vum Examen ze sécheren, dann dréckt e "Falschgeld". D'Resultat ass eng Hyper-Inflatioun vun de Notten: Jiddereen huet eng gutt Nott, mä den Diplom ass schlussendlech net méi de Pabeier wäert, op deem e gedréckt ass. Mir riskéieren d'Zukunft vun eise Studenten op der internationaler Bün ze verspillen.

³ <https://www.nber.org/papers/w11986>

⁴ <https://www.goldmansachs.com/insights/articles/generative-ai-could-raise-global-gdp-by-7-percent.html>

5. Den Adversarial Oral Protocol (AOD) – De mënschleche Filter

5.1. D’Vulnerabilitéit vum kllasseschen Oral: De “Cyrano-Effekt”

E kllassesche mëndleche Referat, bei deem de Schüler e preparéierte Virtrag hält, ass haut genausou onsiichtbar hackbar wéi de schrëftlechen Examen.

- **Shadowing:** De Schüler kritt d’Sätz vun enger lokaler KI iwwer en onsiichtbaren Earpiece geflüstert an “shadowt” (widerhëlt) dës an Echtzäit.
- **D’Léisung:** Fir d’Integritéit ze retten, muss d’Prüfung vum “Offroe vu Wëssen” (wat d’KI kann) op d’“Verifizéiere vum Denken” (wat de Mënsch muss maachen) ëmgestallt ginn.

5.2. Den “Interrupt-Protokoll”: Den Zesummebroch vum Prompt-Loop

Déi gréissten technesch Schwächt vun enger KI-gesteierter Äntwert ass d’Sarrheet vum Prozess. D’APESS proposéiert en dynamesche Froe-Protokoll:

- **Net-linear Spréng:** Den Enseignant ënnerbrécht de Schüler no 15-20 Sekonnen: “Stopp, dëst Argument widdersteet deem, wat’s Du am Ufank gesot hues. Erklär mir d’Logik vun dëser Verbindung.”
- **Kognitiv Latenz:** E Schüler, deem engem KI-Stream noleeft, kann net direkt op eng logesch Ëmorientéierung reagéieren. Et entsteet eng charakteristescht Paus (Latenz) oder e “System-Crash”, well dat mënschlecht Gehier net gläichzäiteg eng nei Fro interpretéieren an enger anerer KI-Stëmm am Ouer nolauschtere kann.

5.3. Multimodal Analog-Tasking: De kognitive “Bottleneck”

Dëst ass dat effektivsten Instrument géint High-Tech Bedruch. Mir proposéieren d’obligatorescht Notzung vun der Tafel während der Prüfung.

- **Dual-Task Interference:** An der kognitiver Psychologie ass bewisen, datt de mënschleche “Prozessor” (de Frontallappen) eng limitéiert Bandbreit huet. Et ass de facto onméiglech, eng komplex logesch Figur op eng Tafel ze zeichnen, während een gläichzäiteg Sätz “shadowt”, déi een an d’Ouer geflüstert kritt.
- **De Beweis:** De Bedruch gëtt direkt siichtbar duerch den Zerfall vun der Motorik (d’Hand hält op mat zeichnen) oder der Rhetorik (de Schüler fänkt un ze stotteren). D’Koordinatioun tëscht Hand, A an Ouer ass e mënschleche Symmetrie-Prozess, deem net duerch eng extern Maschinn simuléiert ka ginn.

5.4. De “Grand Deal”: Qualitéit viru Quantitéit

De Ministère wäert argumentéieren, datt mëndlech Prüfungen ze vill Zäit an de Programme kaschten. D’APESS widderleet dëst mat enger strategescher Risiko-Ofschätzung:

- **Den Zertifizéierungs-Paradox:** Wat ass de Sënn vun 10 schrëftlechen Tester, deenen hiert Resultat zu 80% gefälscht kéint sinn?
- **D’Demande:** Mir fuerderen eng **Reduktioun vun der Evaluatiounsfrequenz ëm 50%**. Amplaz vu ville klengen schrëftlechen Tester (déi de Stress an de Bedruch fërderen), setzt d’APESS op wéineg, mä dofir déifgrénneg a geséichert mëndlech Evaluatiounen.
- **Effizienz:** Eng 20-minütig AOD-Prüfung liwwert dem Enseignant méi Informatiounen iwwer d’tatsächlech Kompetenz vum Schüler wéi 10 Stonne schrëftlech Korrekturen vun Hausaufgaben, déi vun der KI geschriwwen goufen.

5.5. *Praktesch Ëmsetzung: Fairness an Traceabilité*

Fir den AOD juristesch sécher ze maachen, proposéiert d'APESS:

- **Isomorph Aufgaben:** D'Prüfung baséiert net op identesche Froen (Gefor vum "Leaking"), mee op enger Matrix vu variablen Donnéeën.
- **Digital Traceabilité:** Jiddwer AOD gëtt audio-visuell opgehol an archivéiert. Am Fall vun engem Recours gëtt d'Opzeechnung vun enger neutraler Kommissioun nei bewäert.

5.6. *Spezialfall Sproochen: Den "Authorship Audit"*

D'Produktioun vun Texter bleift wichteg, d'Bewäertung ännert sech awer. Den Text gëtt geschriwwen, d'Nott gëtt awer am Oral fixéiert. Den Enseignant prüft d'Urheberschaft duerch:

- **Stylistesch Konsistenz:** "Erkläert dëse Saz an Ären eegene Wierder." (Wien kopéiert huet, kann nëmme rezitéieren).
- **Live Transfert:** "Ännert d'Zäitform vun dësem Paragraph elo mëndlech."

Firwat d'Gespréich d'Rettung vum Diplom ass

Vill Elteren hunn Angscht, datt mëndlech Prüfungen ze schwéier oder subjektiv sinn. Mä an enger Welt vun de Smart-Brëller an der KI ass dat perséinlecht Gespréich dat Eenzege, wat Ärem Kand seng richteg Leeschtung schützt. E Computer kann en Text schreiwen, mä e kann net fir Äert Kand "denken" a reagéieren, wann et vis-à-vis vun engem Mënsch steet. Den Oral-Examen ass kee Schrëtt zréck an d'Vergaangenheet, mee déi eenzeg Sécherung fir d'Zukunft vun eise Kanner hirer kognitiver Onofhängegkeet.

6. Strategesch Empfehlungen a konkrete Fuerderungskatalog

Baséierend op der technescher an ekonomescher Analys an dësem Rapport, stellt d'APÉSS fest, datt de lëtzebuergesche Schoulsystem virun enger existenzieller Entscheedung steet: Entweder mir akzeptéieren de schlächenden Zerfall vun der Examens-Integritéit, oder mir reforméieren de System radikal a Richtung mënschlech Verifikatioun.

D'APÉSS stellt dräi zentral Fuerderungen un de Ministère fir Educatioun, Kanner a Jugend:

6.1. Juristesche Moderniséierung: De "Souveränitéits-Update" vum Code de l'Éducation

D'Definitioun vu Bedruch am *Code de l'Éducation* ass am Zäitalter vu lokaler KI net méi ëmsetzbar.

- **D'Fuerderung:** Mir fuerderen eng gesetzlech Verankerung vum "Prinzip vun der mënschlecher Verifikatioun". Dat heescht: E schrëftlechen Text eleng duerf an Zukunft net méi als eenzege Beweis fir eng kognitiv Leeschtung gëllen.
- **D'Konsequenz:** Den *Examen de fin d'études* muss sou ugepasst ginn, datt d'mëndlech Verdeedegung (Grand Oral) d'juristescht Kärstéck vun der Zertifizéierung gëtt. Nëmme wat e Schüler vis-à-vis vun engem Expert erkläre kann, gëllt als bewisen Intelligenz.

6.2. Infrastrukturelle Pivot: Vun "Digital Policing" op "Analog Sanctuaries"

De Ministère verléiert Milliounen u Steiergelder an engem verluerene Wettrüsten géint KI-Detektiouns-Software a Wi-Fi-Spären.

- **D'Fuerderung:** Stopp vun den Investitiounen an Anti-Plagiats-Software, déi technesch iwwerlief ass.
- **De Wiessel:** Dës Gelder müssen an d'Schafung vu verkabelte Sécherheets-Zonen an de Lycéeën fléissen. Fir d'Integritéit vun den Examen ze retten, brauche mir Raim, déi physesch vu Funkwellen ofgeschiermt sinn (Faraday-Käfig), wou nëmme kontrolléiert analog oder verkabelt Hardware zougeloo ass. Dat verbënnt d'Sécherheet vun den Examen mat eiser Fuerderung no biologescher Gesondheet (Sail 2).

6.3. Operativ Effizienz vun der Evaluatioun

Mir kënnen de kognitiven Zerfall net mat méi Bürokratie stoppen, mee duerch méi pedagogesch Déift.

- **D'Fuerderung:** Eng Reduktioun vun der Unzuel vun de schrëftleche Kontrollen ëm 50%. Duerch d'Ewechfale vun der Massen-Evaluatioun (déi souwiso kompromettéiert ass) gëtt déi néideg Zäit fräi fir den **Adversarial Oral Protocol (AOD)**.
- **D'Zil:** De Professor gëtt vun der korrektur-intensiver "Sisyphus-Aarbecht" befreit a kritt d'Zäit zeréck, fir als kognitiven Auditeur d'Schüler an der Déift ze präiwen. Dëst schützt d'A1-Carrière virun der Devalorisatioun zum rengen Date-Manager.

6.4. Ausbildung a Groupe de travail

D'Ëmstellung vun engem ganze System brauch Expertise vum Terrain.

- **D'Fuerderung:** D'Schafe vun engem nationale "Groupe de travail Examens-Integritéit" (ënner Bedeelegung vun der APÉSS) bis Enn vum Schouljoer 25/26.
- **D'Aufgab:** Entwécklung vu Fortbildungen (via IFEN) fir d'Enseignanten am Beräich vun der "Adversarial Interrogation" an der kognitiver Psychologie vum Bedruch.



association des professeurs de l'enseignement
secondaire et supérieur du grand-duché de Luxembourg a.s.b.l.

Eise Plang fir den Diplom ze retten

Vill Leit mengen, d'APÉSS wéilt d'Schoul méi schwéier maachen. Dat ass falsch. Mir wëllen den Diplom **retten**. Wann haut jiddereen mat KI eng "60" schreift, dann ass dës "60" an zwee Joer näischt méi wäert. De Lëtzebuerger Schoulsystem däerf keng Fabrick fir deier Zertifikater ouni Géigewäert ginn. Eise Plang ass einfach: Manner Tester, méi Gespréich, méi Éierlechkeet. Mir wëllen, datt d'Kanner op hiren Diplom stolz kënne sinn, well hie beweist, datt si denke kënnen – a net hire Brëll.



association des professeurs de l'enseignement
secondaire et supérieur du grand-duché de Luxembourg a.s.b.l.

7. Conclusioun

De schrëftlechen Examen als Moossinstrument fir mënschlecht Wëssen ass technesch an ekonomesch **obsolet**.
Wien dës Realitéit ignoréiert, riskéiert d'Glawierdegkeet vum lëtzebuergesche Bildungsstanduert an d'Zukunft
vun enger ganzer Generatioun. D'APESS bitt dem Ministère d'Zesummenaarbecht un, fir dës dréngend
Transformatioun vum "Digitalen Button-Pushing" zréck op de "Mënschlechen Audit" gemeinsam ze gestalten.

8. Annex: Technesch a wëssenschaftlech Referenzen

Dës Dokumentatioun ënnermauert eisen technesch Audit mat primäre Quellen aus der Industrie (Hardware-Hersteller) an der akademescher Fuerschung.

8.1. Kategorie A: Lokal KI-Inferenz an Hardware-Leeschtung (On-Device AI)

Beweis: Modern Hardware kann "Examens-Niveau" KI lafe loossen, ouni datt eng Internetverbindung (Wi-Fi) néideg ass.

1. **Apple Machine Learning Research (2024):** [Deploying Transformers on the Apple Neural Engine](#)
 - Offiziell Dokumentatioun vun Apple iwwer d'Optimiséierung vu "Transformer" Modeller (d'Basis vun LLMen) fir d'NPU (Neural Engine), déi an iPads a MacBooks verbaut ass. Bestätegt lokal Inferenz-Kapazitéit.
2. **Lin, J., et al. (MIT 2024):** [Activation-aware Weight Quantization for LLM Compression](#)
 - Déi wëssenschaftlech Basisstudie vum MIT, déi beweist, wéi grouss Sproochmodeller op 4-Bit kompriméiert ginn, fir op mobiller Hardware mat wéineg Späicher ze lafen.
3. **Qualcomm Snapdragon Produktsäit:** [Snapdragon X Elite](#)
 - Offiziell Produktsäit. Ënnert der Rubrik "Built for AI" gëtt bestätegt: "Capable of running generative AI LLM models over 13B parameters on-device."
4. **Android Developers (2025):** [Gemini Nano](#):
 - Technesch Dokumentatioun fir Entwéckler. Bestätegt explizit: "Gemini Nano lets you deliver rich generative AI experiences without needing a network connection or sending data to the cloud."

8.2. Kategorie B: Wearable AI an Invisible Hardware

Beweis fir d'Enn vun der visueller Iwwerwaachung.

1. **SPIE Digital Library (2021):** [Analysis and suppression of stray light in micro mirror array waveguide](#)
 - Technesche Pabeier deen analyséiert, wéi Liichtverloscht ("Light Leakage") bei AR-Brëller ënnerdréckt gëtt, wat se fir Aussestoender onsichtbar mécht.
2. **Qualcomm (2025):** [A world's first on-glass GenAI demonstration](#)
 - Status: Prototyp/Demo. Beweist, datt d'Technologie fir "fully on-glass AI" existéiert an d'Architektur fir déi nächst Joren definéiert.
3. **RayNeo (2025):** [RayNeo X2](#)
 - Bestätegt d'Notzung vum Snapdragon XR2 Chip an dem Standalone Android-System (Beweis fir autark Rechenleeschtung ouni Handy).
4. **Even Realities:** [G2](#)
 - Status: Kommerziell verfügbar. Beweist fir d'Notzung als "Offline-Knäipziedel" (Teleprompter) ouni aktiv KI-Berechnung.
5. **Brilliant Labs:** [Frame AI Glasses](#)
 - Beispill vun enger KI-Hardware am Brëllegestell, déi lokal Multimodality (Kamera + KI) benotzt.
6. **Vuzix:** [Vuzix Z100 Smart Glasses](#)
 - Weist d'Waveguide-Technologie, déi a normale Brëllegesteller verbaut gëtt.

8.3. Kategorie C: Echec vun der Software-Detektoun a kognitive Bottleneck

Beweis fir d'Noutwendegkeet vum Oral-Examen.

1. **Stanford HAI (2023): [AI Detectors Biased Against Non-Native Writers](#)**
 - Beweist d'Feelerquot vun Detektoren bei Schüler, déi net Englesch als Mammesprooch hunn.
2. **Halkiopoulos, C., et al. (MDPI Brain Sciences, 2025): [Challenging Cognitive Load Theory: The Role of Educational Neuroscience and AI](#)**
 - Eng systematesch Analys vun der Cognitive Load Theory am Zäitalter vun der KI. D'Etüd definéiert d'Grenze vum Aarbechtsgediechtnes an d'Gefore vun der onnëtzer kognitiver Laascht. Mir benotzen dës neurowëssenschaftlech Basis fir ze beweisen, datt d'gläichzäiteg "Shadowen" vun enger KI an d'Ausféiere vun enger manueller Aufgab (am Oral) de Schüler kognitiv iwwerlaascht an domat de Bedruch entlarvt.

8.4. Kategorie D: National Strategie a Budget

Evidenz fir de wirtschaftlechen Impakt.

1. **Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg (2023): [Digital Decade National Strategic Roadmap for Luxembourg](#)**
 - Detailléiert Budget-Analys vun den Investitiounen an d'digital Schoulinfrastruktur bis 2030.
2. **Ministère de l'Éducation nationale (2025): [KI-Kompass: National Strategie fir d'Kënschtlech Intelligenz an der Schoul](#)**
 - Déi aktuell Strategie vum Ministère, op déi sech dësen Audit bezitt.