



PREVENTING AND FIGHTING EARLY LEAVING
FROM EDUCATION & TRAINING WITH AI

stAI

**Handel voordat het gebeurt: Het voorkomen en bestrijden
van voortijdig schoolverlaten met behulp van kunstmatige
intelligentie**

Het in kaart brengen van de belangrijkste risicofactoren van VSV

T2.4 Aanbevelingen over de meest effectieve interventie strategieën - inclusief het gebruik van AI-technologie - om voortijdig schoolverlaten (VSV) te voorkomen en te bestrijden

Leider: **Emphasys**
CENTRE



Co-funded by
the European Union



PROJECT INFORMATIE

Project afkorting:

stAI

Project titel: Handel voordat het gebeurt: Het voorkomen en bestrijden van voortijdig schoolverlaten met behulp van artificiële intelligentie

Project N°:2023-1-IS01-KA220-SCH-000157308

Subprogramma of KA:

KA220-SCH - Samenwerking Partnerschappen in schoolonderwijs

Website: www.stai-edu.eu

Consortium:



SCHOOL OF EDUCATION



ARTIFICIAL
INTELLIGENCE
RESEARCH GROUP



Colegiul Național de Artă
Octav Băncilă
Iași



scuola attiva^{NLUS}
EDUCATION FOR THE FUTURE

Deze mededeling weerspiegelt uitsluitend de opvattingen van de auteur, en de Commissie kan niet verantwoordelijk worden gehouden voor enig gebruik dat van de daarin opgenomen informatie wordt gemaakt.



Co-funded by
the European Union

De steun van de Europese Commissie voor de productie van deze publicatie houdt geen goedkeuring in van de inhoud, die uitsluitend de opvattingen van de auteurs weergeeft, en de Commissie kan niet verantwoordelijk worden gehouden voor enig gebruik dat van de daarin opgenomen informatie wordt gemaakt. Projectnummer: **2023-1-IS01-KA220-SCH-000157308**



Inhoudstafel

1. Introductie.....	5
1.1. Doel van het Handboek.....	5
1.2. Definitie van VSV.....	7
1.3. De Rol van AI in het Onderwijs.....	9
2. Kernaanbevelingen voor het Voorkomen en Bestrijden van VSV.....	13
2.1. Vroege Identificatie en Interventie.....	13
2.1.1. Traditionele Methoden.....	13
2.1.2. AI-Aangedreven Tools.....	19
2.2. Verbeteren van de Schoolomgeving en het Welzijn van Leerlingen.....	30
2.2.1. Traditionele Strategieën.....	30
2.2.2. AI-Aangedreven Tools.....	35
3. Implementatiestrategieën.....	39
3.1. Integratie van AI in Bestaande Onderwijsstructuren.....	39
3.1.1 Belangrijkste Implementatiestappen.....	40
3.2. Waarborgen van Ethisch en Eerlijk Gebruik van AI.....	43
4. Conclusie.....	49
4.1 Samenvatting van de Belangrijkste Aanbevelingen.....	49
4.2 Oproep tot Actie.....	50
Referenties.....	51



1. Inleiding

1.1. Doel van het Handboek

Het handboek heeft als doel om uitvoerbare, op bewijs gebaseerde richtlijnen te bieden aan onderwijzers, schoolleiders, beleidsmakers en andere belanghebbenden om voortijdig schoolverlaten (VSV) te voorkomen en aan te pakken. Het streeft ernaar de kloof te overbruggen tussen voorspellende inzichten gebaseerd op artificiële intelligentie (AI) en praktische, uitvoerbare interventies door op maat gemaakte strategieën en best practices aan te bieden om het percentage van schoolverlaters te verminderen. Door de nadruk te leggen op kennisgestuurde aanpakken en afstemming op lokale contexten, dient het handboek als een fundamentele bron voor het verbeteren van besluitvorming en het bevorderen van proactieve ondersteuningsmechanismen.

Het handboek biedt richtlijnen voor het beperken van risico's die verband houden met VSV door effectieve interventie strategieën voor te stellen die zijn afgestemd op de belangrijkste risicofactoren. Op basis van transnationale en landspecifieke inzichten informeert het belanghebbenden over de rol van kennisgestuurde AI-systemen bij de vroege opsporing van risico studenten, waarbij aandacht wordt besteed aan ethische overwegingen en gegevensbescherming principes zoals in acht nemen van de GDPR. Het biedt praktische richtlijnen voor implementatie, inclusief stapsgewijze methodologieën, casestudy's en praktijkvoorbeelden om scholen te helpen AI-gebaseerde vroegtijdige waarschuwingssystemen te integreren. Door brede strategieën te vertalen naar uitvoerbare, lokale plannen, zorgt het handboek ervoor dat de aanbevelingen geschikt zijn voor specifieke nationale contexten, rekening houdend met culturele, juridische en operationele verschillen. Daarnaast heeft het tot doel onderwijzers en schoolpersoneel te versterken met de kennis en tools om AI-gestuurde oplossingen effectief te implementeren, wat bijdraagt aan capaciteitsopbouw binnen schoolsystemen. Tot slot benadrukt het handboek het belang van ethiek, gegevensbescherming en transparantie bij de toepassing van AI-technologieën om ervoor te zorgen dat deze systemen op een verantwoorde en inclusieve manier worden geïmplementeerd.

Het handboek is ontworpen voor een breed publiek, te beginnen met onderwijzers, schoolpersoneel, leraren, schooldirecteuren en counselors die een centrale rol spelen bij het identificeren en ondersteunen van risico studenten. Het richt zich ook op beleidsmakers op zowel nationaal als lokaal niveau, door hen kaders aan te bieden om VSV effectief te bestrijden. AI-practici en technologen die kennisgestuurde systemen ontwikkelen voor de onderwijssector zullen het handboek waardevol vinden om de unieke uitdagingen en ethische overwegingen van het toepassen van AI in scholen te begrijpen. Onderzoekers en academici die geïnteresseerd zijn in de kruising van AI en onderwijs zullen profiteren van de verkenning in het handboek van ethische, sociale en praktische implicaties. Daarnaast zijn ouders en gemeenschapsbelang hebbenden opgenomen, gezien hun cruciale rol in het creëren van een holistisch ondersteuningssysteem voor studenten. Tot slot kunnen internationale onderwijsorganisaties het handboek gebruiken om vergelijkende inzichten te verkrijgen en samenwerkingsgerichte aanpakken te bevorderen om VSV in verschillende regio's aan te pakken.

1.2. Definitie van VSV

- Uitleg over Voortijdig Schoolverlaten (VSV).
- Belang van het aanpakken van VSV.
- Belangrijkste risicofactoren voor voortijdig schoolverlaten (VSV) en bijbehorende preventieve maatregelen.

Vroegtijdig verlaten van onderwijs en training is een complex probleem in verschillende Europese landen met diverse en variabele oorzaken. We kunnen echter aannemen dat gezinsomgeving of een migratieachtergrond, persoonlijke, gender- en sociaal-economische omstandigheden enkele van de factoren zijn die bijdragen aan voortijdig schoolverlaten. Er zijn ook verschillende factoren gerelateerd aan het onderwijssysteem, die het percentage van vroegtijdige schoolverlaters beïnvloeden. Dit zijn het hoge percentage zittenblijvers, de sociaal-economische segregatie van scholen en het vroegtijdig sturen van leerlingen naar alternatieve trajecten op basis van hun academische prestaties.

Vroegtijdige desinteresse in onderwijs en het gebrek aan kwalificaties onder jongeren blijven een ernstige sociale uitdaging vormen. Hoewel er in recente jaren aanzienlijke vooruitgang is geboekt, verlaten nog steeds duizenden jongeren de school zonder hun basisopleiding te voltooien en zonder de essentiële vaardigheden voor hun sociale integratie, wat een hoog risico op sociale uitsluiting oplevert. Het percentage van schoolverlaters blijft hoog, verergerd door het feit dat jongeren de school verlaten met zeer weinig kwalificaties. Lage opleidingsniveaus zijn een van de belangrijkste redenen voor jeugdwerkloosheid en vatbaarheid voor armoede. Dit is verbonden met sociale marginalisatie, armoede en zelfs gezondheidsproblemen. Het is namelijk gebruikelijker dat leerlingen die vroegtijdig de school verlaten afkomstig zijn uit gezinnen met sociaal-economische nadelen, zoals werkloosheid, laag gezinsinkomen en ouders met lage opleidingsniveaus.

Er zijn veel redenen waarom sommige jongeren vroegtijdig afhaken van onderwijs of training. Persoonlijke of gezinsproblemen, leerproblemen of ongunstige sociaal-economische omstandigheden. De structuur van het onderwijssysteem, de schoolomgeving en de interacties tussen leraren en leerlingen zijn ook relevante elementen.



Vroegtijdig schoolverlaten heeft een negatief effect op de kansen van jongeren om toegang te krijgen tot de arbeidsmarkt, wat resulteert in hoge kosten, niet alleen voor individuen, maar ook voor de samenleving en de economie van een land. Verschillende studies over dit onderwerp wijzen uit dat voortijdig schoolverlaten de kansen op toegang tot de arbeidsmarkt verkleint, wat vervolgens leidt tot hogere werkloosheidscijfers, sociaal-economische verliezen en gezondheidsproblemen, evenals een lagere deelname aan politieke, sociale en culturele activiteiten.

We staan ongetwijfeld voor een echte sociale crisis. Vooral in tijden van financiële crisis veroorzaakt voortijdig schoolverlaten ernstige schade aan jongeren. Deze nadelige gevolgen hebben ook invloed op de nakomelingen van degenen die te vroeg de school verlaten, wat het probleem kan voortzetten. Aangezien de redenen waarom jongeren de school niet afmaken vaak complex en onderling verbonden zijn, moeten strategieën om voortijdig schoolverlaten te verminderen verschillende aspecten in overweging nemen, waarbij sociale en onderwijs beleidsmaatregelen worden geïntegreerd bij het werken met jongeren.

Het afronden van school kan leiden tot meer en betere kansen op werk en betere gezondheidsomstandigheden voor het individu, zonder hogere productiviteitscijfers te vermelden, lagere sociale en publieke kosten, grotere economische expansie en meer sociale harmonie.

Het aanpakken van de oorzaken van deze schoolverlating is van fundamenteel belang en het ontwikkelen van strategieën om deze te overwinnen is een cruciale kwestie geworden in Europa. Een hoger opleidingsniveau brengt voordelen voor zowel het individu als de samenleving. De voordelen van langer op school blijven vertalen zich in betere banen, betere gezondheidsomstandigheden, minder overtredingen, grotere sociale cohesie, lagere publieke en sociale kosten, versnelde productiviteit en groei. Er zijn echter ook positieve elementen die de kans op voortijdig schoolverlaten verminderen, zoals hoogwaardig kleuteronderwijs, hoogwaardige kinderopvang en het efficiënt beheren van de overgangen van basisonderwijs naar secundair onderwijs, van secundair naar hoger onderwijs en van de schoolomgeving naar de arbeidsmarkt. Flexibelere trajecten in het secundair onderwijs kunnen ook een positieve impact hebben op het voorkomen of verminderen van voortijdig schoolverlaten.





1.3. De Rol van AI in het Onderwijs

Overzicht van AI-Technologie in het Onderwijs

Artificiële intelligentie (AI) zette haar eerste stappen in de jaren vijftig. Gedurende vele jaren verliep de evolutie traag en grotendeels onopgemerkt door het grote publiek. Alles veranderde echter op 30 november 2022, toen OpenAI ChatGPT officieel lanceerde, de bekendste van alle AI-tools. In de twee jaar sinds deze baanbrekende gebeurtenis in de menselijke geschiedenis lijkt het alsof er veel meer tijd is verstreken, maar in werkelijkheid is het nog steeds een zeer recente ontwikkeling.

AI transformeert talloze sectoren, en onderwijs is daarop geen uitzondering. De introductie van deze “nieuwe” technologie verandert de manier waarop we lesgeven en leren. Deze overgang verloopt vanzelfsprekend niet eenvoudig, vooral voor leraren die hun hele loopbaan op één manier les hebben gegeven, vaak met vergelijkbare methodes. Nu moeten zij zich aanpassen aan een volledig nieuwe aanpak. De eerste stap in deze evolutie was de introductie van digitale technologieën in het onderwijs. Hoewel sommige leraren zich tegen deze verandering verzetten, is de situatie met AI fundamenteel anders. Deze keer is verandering onvermijdelijk—AI hervormt alles, of we dat nu willen of niet. Het is niet langer iets wat we kunnen stoppen of terugdraaien.

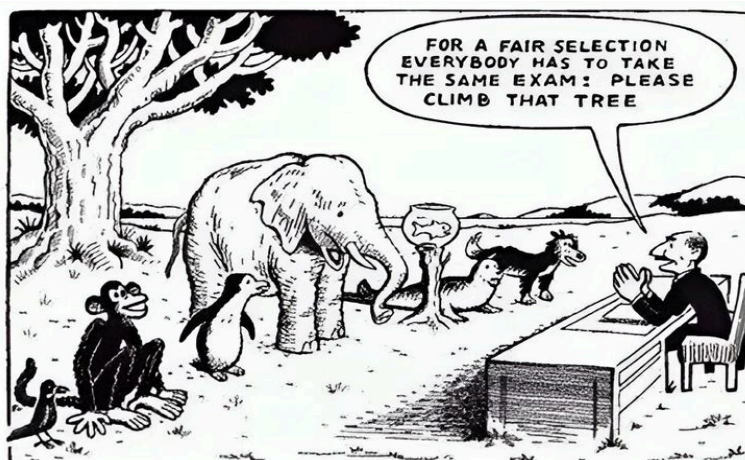
Artificiële intelligentie biedt enorme meerwaarde voor het onderwijs. Zo maakt het gepersonaliseerd leren mogelijk, wat al lange tijd een centraal doel is van veel pedagogische methodes. De gerenommeerde psycholoog Lev Vygotsky leverde belangrijke bijdragen aan de ontwikkelingspsychologie en het onderwijs, waarbij hij de nadruk legde op het belang van sociale en culturele contexten in de menselijke ontwikkeling. Zijn concept van de Zone van Naaste Ontwikkeling (ZNO) beschrijft het verschil tussen wat een leerling zelfstandig kan (feitelijk ontwikkelingsniveau) en wat hij of zij kan bereiken met begeleiding van een meer ervaren volwassene of medeleerling (potentieel ontwikkelingsniveau). Deze theorie onderstreept het belang van “scaffolding” in het leerproces, waarbij docenten leerlingen begeleiden om een hoger begripsniveau te bereiken.

AI kan de rol innemen van deze “ervaren volwassene of medeleerling.” Uiteraard moet deze rol altijd onder toezicht staan van een leraar, die meer als coach fungeert om



leerlingen te ondersteunen in hun leerproces, in plaats van een sturende rol te vervullen.

AI maakt het mogelijk om leerervaringen aan te passen aan de behoeften van individuele leerlingen, waardoor onderwijs persoonlijker wordt. Het doorbreekt het traditionele paradigma dat alle leerlingen dezelfde leerstof op dezelfde manier en in hetzelfde tempo moeten verwerken. Zoals we weten, leren leerlingen aan verschillende tempo's. Het idee om een hele groep leerlingen hetzelfde examen af te laten leggen is in wezen oneerlijk, zoals Albert Einstein ooit beroemd zei. AI heeft het potentieel om dit probleem aan te pakken door elke leerling de kans te geven zijn of haar eigen leertraject te volgen.



Our Education System

"Everybody is a genius. But if you judge a fish by its ability to climb a tree, it will live its whole life believing that it is stupid."

- Albert Einstein

Image from:

<https://pt.pinterest.com/pin/62135669834161167/>

De flipped-classroom methode draait het traditionele lesmodel om. Leerlingen bestuderen het instructiemateriaal (bijv. video's, leesopdrachten) thuis vóór de les en gebruiken de lestijd voor interactieve, praktische activiteiten, discussies en het oplossen van problemen. Dit bevordert een dieper begrip en meer betrokkenheid.



AI-Gebaseerd Vroegtijdig Waarschuwingssysteem in het Onderwijs

Met de introductie van artificiële intelligentie (AI) in het onderwijs zijn er nieuwe uitdagingen ontstaan. Voor leraren is een van de grootste zorgen hoe eenvoudig studenten nu kunnen vals spelen, aangezien AI-tools dit veel makkelijker maken. De sleutel ligt in het opleiden van studenten over het juiste gebruik van AI—niet als een middel om hun werk voor hen te laten doen, maar als een tutor of ondersteunend hulpmiddel. Wanneer studenten volledig op AI rekenen om hun werk te maken, leren ze niets en ontwikkelen ze slechts een gebrekkig kennisniveau. Aan de andere kant moeten studenten die AI gebruiken ter ondersteuning, bijvoorbeeld om een presentatie te maken, zelf de juistheid van de inhoud controleren, waarbij ze methodes toepassen zoals de flipped-classroom aanpak.

Onderwijzers, waaronder leraren, moeten grondige kennis op dit gebied ontwikkelen om de authenticiteit van studentenwerk te kunnen verifiëren. Deze vaardigheid is cruciaal op alle onderwijsniveaus. Zoals eerder vermeld, kunnen AI-tools de menselijke inbreng in het creëren van inhoud verminderen, wat het des te belangrijker maakt dat leraren de authenticiteit en originaliteit van zowel de inhoud als het door studenten gemaakte werk waarborgen.

Een andere groeiende zorg is dat door AI gegenereerde inhoud wordt gebruikt om andere AI-systemen te voeden. Veel AI-gegenereerd materiaal kan nieuwe content creëren, maar niet alles is accuraat of waarheidsgetrouw. Er moet bijzondere aandacht aan dit probleem worden besteed. Net zoals we eerder het verspreiden van nepnieuws, met name op sociale media, moesten aanpakken, moeten we nu waakzaam zijn over de betrouwbaarheid van door AI gegenereerde inhoud.

Het potentieel van AI bij het Monitoren, Voorkomen en Bestrijden van VSV





artificiële intelligentie (AI) kan aanzienlijke ondersteuning bieden bij het monitoren, voorkomen en bestrijden van voortijdig schoolverlaten (Early Leaving Education and Training, VSV).

Monitoring. AI kan vroege signalen van teruglopende betrokkenheid of leerproblemen bij leerlingen detecteren en zo potentiële schoolverlaters voorspellen. Deze monitoring kan individueel worden uitgevoerd, waarbij verschillende variabelen worden gevolgd om leerlingen te identificeren die risico lopen op VSV. Door leerlinggegevens zoals aanwezigheid, cijfers en gedrag te analyseren, kan AI voorspellen welke leerlingen gevaar lopen en tijdige interventies mogelijk maken. Deze variabelen kunnen zowel historische cijfers omvatten als sociale factoren, zoals leerlingen uit sociaal-economisch achtergestelde milieus. In landelijke gebieden verlaten leerlingen bijvoorbeeld soms de school om hun familie financieel te ondersteunen of om onafhankelijkheid na te streven, wat vaak wordt gezien als de “gemakkelijkere” weg.

Vroege identificatie en snelle actie. Met de steun van AI is het mogelijk om leerlingen die risico lopen veel sneller te identificeren. Vroege interventie kan een groot verschil maken en stelt scholen in staat efficiënter te handelen. De mogelijkheid om de betrokkenheid van leerlingen in real time te monitoren, biedt de kans om snel te reageren, aangezien vroegtijdig ingrijpen cruciaal is om VSV te voorkomen.

Gepersonaliseerde ondersteuning voor leerlingen met risico. AI kan helpen bij het ontwikkelen van op maat gemaakte strategieën voor leerlingen die risico lopen, zoals het bieden van extra begeleiding of mentorschap zodra er tekenen van afnemende betrokkenheid zichtbaar worden in hun dagelijkse routine. Deze realtime monitoring van leerlinggedrag en -participatie stelt leraren in staat om direct feedback te ontvangen en tijdig actie te ondernemen om VSV te voorkomen.

Verbeterde communicatiemiddelen. AI kan de communicatie tussen leerlingen, leraren en ouders verbeteren, waardoor vroege identificatie en interventie mogelijk worden. Sommige tekenen van afnemende betrokkenheid zijn op school beter zichtbaar dan thuis, omdat leraren doorgaans meer ervaring hebben in het herkennen van deze signalen. Leraren kunnen AI gebruiken om deze vroege waarschuwingen door te geven aan ouders en andere ondersteunende professionals.



Co-funded by
the European Union

De steun van de Europese Commissie voor de productie van deze publicatie houdt geen goedkeuring in van de inhoud, die uitsluitend de opvattingen van de auteurs weergeeft, en de Commissie kan niet verantwoordelijk worden gehouden voor enig gebruik dat van de daarin opgenomen informatie wordt gemaakt. Projectnummer: **2023-1-IS01-KA220-SCH-000157308**

Emotioneel welzijn. AI kan ook worden ingezet om het emotionele welzijn van leerlingen te monitoren en te ondersteunen, wat een bepalende factor kan zijn bij VSV. Vroege signalering van emotionele problemen of zorgen rond mentale gezondheid stelt scholen in staat tijdig ondersteuning te bieden en zo factoren aan te pakken die kunnen leiden tot vroegtijdig schoolverlaten.

Image from:
<https://www.teachearlyyears.com/a-unique-child/view/emotional-wellbeing-embed-systems-lea-ming>

Integratie met schoolsystemen. Scholen kunnen AI-tools integreren met bestaande systemen (zoals leeromgevingen en aanwezigheidsregistratie) om een allesomvattende aanpak te creëren in de strijd tegen VSV. Dit vereist echter dat er continu gegevens aan het algoritme worden gevoed om realtime reacties mogelijk te maken. Hoewel dit betekent dat scholen leerlinginformatie moeten blijven bijwerken en onderhouden, zijn de voordelen van een duidelijker beeld van potentiële VSV-gevallen aanzienlijk.

Ethische overwegingen. Een belangrijk aandachtspunt zijn de ethische kwesties rond het gebruik van AI bij het voorkomen van VSV. De database die wordt gebruikt om AI-systemen te voeden, bevat gevoelige leerlinggegevens en de privacy van leerlingen moet worden gewaarborgd. Het is essentieel dat deze gegevens niet openbaar worden gemaakt en dat onderwijsinstellingen bij de implementatie van dergelijke systemen de bescherming van de persoonlijke levenssfeer van individuele leerlingen verzekeren.

2. Kernaanbevelingen voor het Voorkomen en Bestrijden van VSV

2.1. Vroege Identificatie en Interventie

2.1.1. Traditionele Methoden

Vroege identificatie en interventie voor leerlingen in Europese scholen richten zich op het zo vroeg mogelijk herkennen en aanpakken van leerproblemen of ontwikkeling kwesties. In verschillende landen worden diverse traditionele methoden toegepast om kinderen te ondersteunen die mogelijk extra hulp nodig hebben. Hieronder staan enkele veel gebruikte methoden in Europese scholen:

Observatie en Screening door Leraren



Co-funded by
the European Union

De steun van de Europese Commissie voor de productie van deze publicatie houdt geen goedkeuring in van de inhoud, die uitsluitend de opvattingen van de auteurs weergeeft, en de Commissie kan niet verantwoordelijk worden gehouden voor enig gebruik dat van de daarin opgenomen informatie wordt gemaakt. Projectnummer: 2023-1-IS01-KA220-SCH-000157308



Observaties door leraren zijn vaak de eerste stap bij het identificeren van mogelijke leer- of ontwikkelingsproblemen bij een kind. Leraren bevinden zich in een unieke positie om vroege signalen van moeilijkheden op te merken, omdat zij dagelijks nauw met kinderen werken.

- **Screeningsinstrumenten:** Leraren gebruiken informele methoden, zoals checklists en gestructureerde observatie-instrumenten, om verschillende aspecten van de ontwikkeling van een leerling te documenteren en te beoordelen. Dit kunnen hulpmiddelen zijn die gericht zijn op het meten van vroege geletterdheid, rekenvaardigheid, sociaal-emotionele ontwikkeling en gedragsproblemen.
- **Klassikale Beoordelingen:** Leraren observeren ook de deelname en betrokkenheid van leerlingen bij klasactiviteiten, wat kan helpen om leerlingen te identificeren die mogelijk extra ondersteuning nodig hebben. Deze observaties kunnen gebaseerd zijn op gedrag in de klas, sociale interacties en de manier waarop een kind leeractiviteiten benadert.

Gestandaardiseerd Testen en Beoordelen

Gestandaardiseerd testen is een objectieve en geformaliseerde manier om de academische vaardigheden van leerlingen te beoordelen, waardoor leerproblemen of ontwikkeling kwesties systematisch worden opgespoord.

- **Tests voor Cognitieve Vaardigheden:** Deze tests worden in heel Europa veel gebruikt om gebieden zoals intelligentie, probleemoplossend vermogen en cognitieve verwerking te beoordelen.
- **Vroege Toetsen:** In veel Europese landen worden gestandaardiseerde toetsen al vroeg in de schoolloopbaan van een kind afgenomen (meestal in de kleuterklas of de eerste jaren van het basisonderwijs). Dit zorgt ervoor dat eventuele achterstanden op gebieden zoals geletterdheid, rekenvaardigheid en taalontwikkeling vroegtijdig worden opgespoord en aangepakt.

Ouderlijke Betrokkenheid en Rapportage

Ouderlijke betrokkenheid is essentieel om een volledig beeld te krijgen van de ontwikkeling van een kind, aangezien ouders waardevolle inzichten kunnen geven in het gedrag en de uitdagingen van hun kind buiten de klas.





- **Ouder-leraar Communicatie:** Leraren en ouders komen vaak regelmatig samen om ontwikkelingsmijlpalen, academische vooruitgang en eventuele gedragsveranderingen te bespreken. Deze bijeenkomsten vormen een belangrijk platform om zorgen in een vroeg stadium te signaleren.
- **Vragenlijsten en Enquêtes:** Ouders wordt vaak gevraagd om gedetailleerde vragenlijsten in te vullen over het emotionele en academische welzijn van hun kind. Dit helpt leraren en opvoeders om een volledig beeld te krijgen van de sterke punten en uitdagingen van het kind.
- **Ouder Opleidingsprogramma's:** Sommige scholen bieden ook educatieve programma's aan voor ouders, zodat zij vroeger waarschuwingssignalen van ontwikkelingsproblemen bij kinderen leren herkennen. Deze aanpak versterkt de samenwerking tussen thuis en school.

Op Vroege Kinderjaren Gerichte Programma's (Early Childhood Education, ECE)

Veel Europese landen geven prioriteit aan Early Childhood Education (ECE) als preventieve maatregel om ontwikkelingsachterstanden op te sporen voordat deze grotere problemen worden.

- **Gespecialiseerde Leerkrachten:** In kleuterscholen en centra voor vroegtijdig onderwijs worden vaak gespecialiseerde leerkrachten ingezet om te werken met kinderen die tekenen van ontwikkelingsachterstand vertonen. Deze leerkrachten richten zich op gestructureerde interventies die zijn afgestemd op specifieke behoeften.
- **Kleuterscreenings:** Veel landen voeren screeningsprogramma's in de kleuterklas uit om de voortgang van kinderen te volgen op essentiële ontwikkelingsgebieden, zoals motorische vaardigheden, taalverwerving en sociaal gedrag.



Coördinatoren voor speciale onderwijsbehoeften (SEN)

Een **coördinator voor speciale Onderwijsbehoeften (SEN)** speelt een cruciale rol bij het begeleiden en ondersteunen van leerlingen met speciale onderwijsbehoeften.

- **Voortgang Monitoren:** De SEN werkt nauw samen met leraren om de voortgang van leerlingen met mogelijke leerproblemen of beperkingen te volgen en te beoordelen.
- **Individuele Plannen:** Voor leerlingen die extra ondersteuning nodig hebben, helpt de SEN bij het opstellen van op maat gemaakte onderwijsplannen (vaak Individuele Onderwijsplannen of IEP's genoemd) waarin specifieke interventies en aanpassingen worden vastgelegd.

Spraak- en Taalscreening

Logopedisten zijn betrokken bij het beoordelen en aanpakken van taal gerelateerde problemen, een belangrijk aandachtsgebied voor vroege interventie.

- **Routinematige screenings:** In sommige Europese landen worden routinematige spraak- en taal screenings uitgevoerd bij jonge kinderen. Dit helpt om vroege taalachterstanden op te sporen en vormt de basis voor interventieprogramma's.
- **Identificatie van spraakachterstand:** Vroege opsporing van taalachterstanden maakt tijdige ondersteuning mogelijk, wat de communicatieve vaardigheden kan verbeteren en ernstige taal gerelateerde problemen kan voorkomen naarmate kinderen ouder worden.

Multidisciplinaire Teams en Doorverwijzingen

In veel Europese scholen werken multidisciplinaire teams (MDT's) samen om een allesomvattende aanpak te bieden voor het ondersteunen van leerlingen met ontwikkelings- of leerproblemen.

- **Samenwerking binnen het Team:** Deze teams bestaan vaak uit verschillende professionals, zoals leraren, schoolpsychologen, begeleiders, maatschappelijk werkers en leerkrachten gespecialiseerd in speciaal onderwijs, die allemaal samenwerken om het kind te ondersteunen.





- **Doorverwijzing naar Specialisten:** Wanneer een leraar of school professional een leerprobleem of ontwikkelingsachterstand vermoedt, kan het kind worden doorverwezen naar een specialist, zoals een onderwijspsycholoog, ergotherapeut of logopedist, voor verder onderzoek.

Klasgerichte Interventie

Als reactie op vastgestelde behoeften zijn gedifferentieerde instructie en op maat gemaakte interventies veelvoorkomende aanpakken in Europese klaslokalen.

- **Aanpassen van Lesmethoden:** Leraren passen hun leerstrategieën en -materialen aan om tegemoet te komen aan de individuele behoeften van leerlingen. Dit kan het gebruik van visuele hulpmiddelen omvatten, het opdelen van taken in kleinere stappen of het geven van extra tijd voor opdrachten.
- **Gerichte Ondersteuning:** Leerlingen die moeite hebben met leren kunnen extra hulp krijgen, zoals individuele begeleiding of het gebruik van ondersteunende technologieën, om hen te helpen slagen.

Medeleerlingondersteuningsprogramma's

In sommige Europese landen worden medeleerling ondersteuningsprogramma's ingevoerd om een samenwerkende en inclusieve omgeving te bevorderen.

- **Medeleerling Mentorschap:** Oudere of meer vaardige leerlingen worden getraind om medeleerlingen te helpen die mogelijk leer- of gedragsproblemen hebben. Dit draagt bij aan een ondersteunende klasomgeving en zorgt ervoor dat kinderen met speciale behoeften zich beter geïntegreerd voelen binnen hun leeftijdsgroep.
- **Sociale Ontwikkeling:** Deze programma's bevorderen ook de sociale integratie van leerlingen met speciale behoeften, waardoor zij sterkere relaties en sociale vaardigheden ontwikkelen.

Schoolpsychologische Diensten

In sommige Europese landen, met name in Scandinavië en Duitsland, zijn **schoolpsychologische diensten** opgericht die nauw samenwerken met leraren om leer- en emotionele problemen van leerlingen te signaleren en aan te pakken.

- **Psychologische beoordelingen:** Schoolpsychologen voeren onderzoeken uit om eventuele cognitieve, emotionele of gedragsproblemen te identificeren die het leerproces van een leerling kunnen beïnvloeden.
- **Op maat gemaakte interventies:** Op basis van deze beoordelingen helpen schoolpsychologen bij het ontwikkelen van individuele strategieën en interventies die het welzijn en het schoolsucces van leerlingen ondersteunen.

Monitorings- en Volgsystemen

In sommige landen worden **volgsystemen** gebruikt om de academische en gedragsmatige ontwikkeling van leerlingen in de loop van de tijd te monitoren en te documenteren.

- **Longitudinale monitoring:** Deze systemen stellen scholen in staat patronen of trends in de prestaties van een leerling te identificeren, waardoor zij problemen in een vroeg stadium kunnen signaleren en verbeteringen kunnen volgen na het invoeren van interventies.
- **Datagestuurde beslissingen:** De verzamelde gegevens helpen scholen om weloverwogen beslissingen te nemen over het soort ondersteuning dat een leerling nodig heeft, zodat vroege interventies tijdig en passend zijn.

Conclusie

Hoewel de methoden per Europees land verschillen, blijft het overkoepelende doel hetzelfde: vroege identificatie en interventie zijn cruciaal om ervoor te zorgen dat leerlingen de nodige ondersteuning krijgen om zowel academisch als sociaal te slagen. Deze strategieën dragen bij aan het creëren van een inclusief onderwijsklimaat dat tegemoetkomt aan diverse leerbehoeften en dat het langetermijnsucces van alle leerlingen bevordert.



2.1.2. AI-Aangedreven Tools

De implementatie van AI-gebaseerde vroegtijdige waarschuwingssystemen is uitgegroeid tot een baanbrekende aanpak om leerlingen met een verhoogd risico te identificeren en hun academisch succes te ondersteunen. Door gebruik te maken van voorspellende analyses en machine learning technieken (ML) analyseren deze systemen grote hoeveelheden leerlinggegevens om patronen en indicatoren van mogelijk academisch falen of teruglopende betrokkenheid te detecteren. Deze proactieve aanpak stelt onderwijsprofessionals in staat om vroegtijdig in te grijpen met gerichte ondersteuning, waardoor het behoud en de prestaties verbeteren. Verschillende voorspellende modellen (zoals beslisbomen en neurale netwerken) worden veel gebruikt om risicofactoren te beoordelen door gedrags-, academische en betrokkenheid gegevens te analyseren. In deze sectie wordt de praktische implementatie van deze AI-gestuurde systemen onderzocht en worden voorbeelden gegeven van voorspellende analysetechnieken en machine learning methoden die effectief worden ingezet om leerlingen met een verhoogd risico te identificeren en te ondersteunen.

Profiled Dropout at Risk (PDAR) en Learning Intelligent System (LIS)

Een interdisciplinair onderzoeksteam van de Universitat Oberta de Catalunya (UOC) heeft een AI-oplossing ontwikkeld waarmee dagelijks kan worden vastgesteld welke studenten het risico lopen te falen, en die automatisch vroegtijdig kan ingrijpen door gepersonaliseerde berichten te sturen om de situatie te keren (Bañeres, Rodríguez-González & Guerrero-Roldán, 2023; Bañeres, Rodríguez-González, Guerrero-Roldán & Cortadas, 2023). Volgens de onderzoekers helpt deze continue monitoring om de tijd te verkorten tussen de eerste risicosignalen en de interventie van het systeem, waardoor het risico op schoolverlating wordt verkleind.

De technologie is getest in een pilot met 581 studenten die in hun eerste semester deelnamen aan bacheloropleidingen van de Faculteit Economie en Bedrijfskunde van de UOC, en bleek het percentage van schoolverlaters te verlagen en de participatie tijdens het semester te verhogen.

De oplossing bestaat uit de systemen **Profiled Dropout at Risk (PDAR)** en **Learning Intelligent System (LIS)**, die voorspellen of studenten risico lopen te falen op basis van





historische cursusgegevens en de resultaten van doorlopende beoordelingsactiviteiten tijdens het lopende academische jaar. Het LIS-systeem voorspelt het minimale cijfer dat een student moet behalen bij de volgende activiteit op basis van de vorige activiteit en kent een risiconiveau toe voor falen. Wanneer een hoog risiconiveau wordt vastgesteld, activeert het systeem de toepasselijke interventiemechanismen in de vorm van berichten aan studenten.

Het PDAR-model verbetert de monitoring aanzienlijk, doordat het gegevens gebruikt over de kenmerken van studenten, hun prestaties tijdens het academisch jaar, en hun klikken en andere dagelijkse acties op de online campus van de UOC om dagelijks het risico op schoolverlating te voorspellen. Het PDAR-model maakt voorspellingen op basis van een beslisboom en houdt rekening met profielinformatie van de student (zoals het aantal ingeschreven cursussen in het huidige semester, het aantal herinschrijvingen voor het vak, of de student een beginnende lerende is, en het gemiddelde cijfer van het academisch rapport), prestatiegegevens binnen de cursus, en dagelijkse clickstream data over het gebruik van de digitale leeromgeving (VLE), zoals toegang tot de VLE, het klaslokaal van het doelvak, de bronnen en hulpmiddelen, en het aantal gelezen berichten in het forum en op het mededelingenbord van de docent. De uitkomst van het model is de waarschijnlijkheid dat een student de lopende academische activiteit niet zal inleveren, wat wordt beschouwd als een indicatie van schoolverlatingsrisico. Het niet inleveren van een activiteit wordt gezien als een signaal dat de student uiteindelijk mogelijk de cursus zal verlaten.

Een van de uitdagingen van dit soort systemen is het vermijden van fout-positieve resultaten. Deze fout treft vooral studenten die niet altijd actief zijn in de digitale leeromgeving. Daarom houdt het PDAR-model ook rekening met een tijdsvenster dat automatisch wordt berekend op basis van het academisch jaar, het type activiteit en de moeilijkheidsgraad, om te bevestigen dat een student daadwerkelijk risico loopt op schoolverlating. De student moet gedurende een bepaald aantal opeenvolgende dagen in de categorie 'verlatingsrisico' blijven, waarbij dit aantal dagen voor elke activiteit afzonderlijk wordt vastgesteld. Wanneer een student een hoog risico heeft om uit te vallen, ontvangt deze automatisch een interventie bericht.

De interventie van het systeem is gericht op het verhogen van de motivatie van studenten, bijvoorbeeld door aanbevelingen te doen over timemanagement, het stellen van kortetermijndoelen, of het geven van informatie over de mogelijke



negatieve gevolgen van het niet afronden van de activiteit. Daarnaast biedt het extra leermaterialen en oefeningen om studenten te helpen hun doelen te bereiken. Ook kan het onderwijzend personeel de inhoud van de berichten zelf ontwerpen en aanpassen op basis van het risiconiveau. Tot slot beschikt het hulpmiddel over verschillende dashboards waarmee zowel docenten als studenten individueel hun huidige status en mogelijke risico's kunnen inzien.

Deze AI-oplossing geeft docenten de mogelijkheid om proactief in te grijpen om problemen van hun studenten aan te pakken (Bañeres et al., 2023). Bovendien is het een schaalbaar hulpmiddel dat docenten in staat stelt om cursussen met een groot aantal studenten volledig te monitoren.

QuadC Platform



QuadC is een studenten succes platform dat hogeronderwijsinstellingen helpt om hun academische ondersteuningsdiensten eenvoudig te leveren, met als doel de werving en het behoud van studenten te verbeteren. QuadC stelt instellingen in staat om studenten te verbinden met alle beschikbare diensten, zoals bijles, mentorschap, studieadvies en counseling, zowel online als fysiek. QuadC biedt gebruiksvriendelijke planningsmogelijkheden, geautomatiseerde workflows voor het matchen van studenten en tutoren, realtime conferentie tools, asynchrone berichtgeving, vroege waarschuwingen voor risicoleerlingen, aanvullende AI-bijles ondersteuning en krachtige analysetools. Deze kernfunctionaliteiten vergroten de retentie van studenten aanzienlijk, verhogen de betrokkenheid, verbeteren de productiviteit en stroomlijnen de processen.

In de kern maakt de QuadC-software gebruik van geavanceerde analysetechnieken en machine learning algoritmen om grote hoeveelheden leerlinggegevens te verwerken. Zo kunnen onderwijsprofessionals waardevolle inzichten verkrijgen, datagestuurde beslissingen nemen en gerichte interventies implementeren.

Gegevensanalyse en visualisatie: QuadC stelt docenten in staat om grote hoeveelheden leerlinggegevens te analyseren (zoals academische prestaties, aanwezigheidsregistraties en betrokkenheidsstatistieken). Het platform biedt intuïtieve data visualisatie tools waarmee docenten trends, patronen en verbanden in de





gegevens kunnen ontdekken. Dit helpt om risicoleerlingen te identificeren en beter te begrijpen welke factoren bijdragen aan hun uitdagingen.

Vroegtijdig waarschuwingssysteem: QuadC bevat een vroegtijdig waarschuwingssysteem dat helpt bij het identificeren van studenten die academisch of persoonlijk risico lopen. Door verschillende gegevenspunten te analyseren, genereert het systeem waarschuwingen en meldingen wanneer studenten gedrag of patronen vertonen die op mogelijke problemen wijzen. Docenten kunnen vervolgens proactief maatregelen nemen voor tijdige interventies en ondersteuning.

Analyse van gedragspatronen: De software gebruikt algoritmen om het gedragspatroon van studenten te analyseren. Door veranderingen in gedrag te detecteren, zoals afnemende betrokkenheid of desinteresse, kunnen docenten risicoleerlingen identificeren die mogelijk extra hulp nodig hebben. Deze analyse helpt om vroegtijdig in te grijpen en onderliggende problemen die de academische prestaties beïnvloeden aan te pakken.

Rapportage en monitoring: QuadC biedt uitgebreide rapportagemogelijkheden waarmee docenten de voortgang en effectiviteit van interventies kunnen volgen. Ze kunnen gedetailleerde rapporten genereren over prestaties, aanwezigheid en betrokkenheid, waardoor trends zichtbaar worden, de impact van interventies kan worden gemeten en beslissingen op basis van data genomen kunnen worden.

Ondersteuning van risicoleerlingen: QuadC is ook van cruciaal belang voor de begeleiding van studenten nadat zij als risicoleerling zijn geïdentificeerd. Het platform verbetert de ondersteuning, verhoogt de academische resultaten en bevordert het algemene succes en welzijn van deze studenten.

Gepersonaliseerde interventies en doorverwijzingen: QuadC biedt concrete aanbevelingen en gepersonaliseerde interventies op basis van de specifieke behoeften van risicoleerlingen. Docenten krijgen toegang tot gerichte strategieën, hulpmiddelen en suggesties om de academische vooruitgang en het welzijn van studenten te ondersteunen. Dankzij deze persoonlijke aanpak zijn interventies afgestemd op de individuele behoeften.

Over het geheel genomen biedt QuadC een breed scala aan functies om docenten te ondersteunen bij het identificeren van risicoleerlingen. Van gegevensanalyse en



visualisatie tot gepersonaliseerde interventies en samenwerkingsmogelijkheden—het platform voorziet docenten van bruikbare inzichten en hulpmiddelen. Door gebruik te maken van geavanceerde analyses en machine learning stroomlijnt QuadC het proces om risicoleerlingen te signaleren, zodat niemand buiten de boot valt. Bovendien maakt de doorverwijsfunctie het mogelijk om studenten direct te koppelen aan ondersteuningsbronnen, zoals bijles software, zodat zij onmiddellijk hulp krijgen.

Machine Learning Algoritme om risicoleerlingen te identificeren en vroegtijdig te ondersteunen

Ivy Tech, een community college met campussen in heel Indiana, telt meer dan 50.000 studenten. Hun dagelijkse interacties met de instelling hebben geleid tot meer dan 26 terabyte aan opgeslagen gegevens. Deze enorme data-opslag bood een unieke kans om nieuwe vragen te stellen over studentengedrag en manieren te vinden om hun succes in de klas te vergroten. Daarom ontwikkelde het data science team een machine learning algoritme om studentenbetrokkenheid te analyseren, cursus resultaten met 80% nauwkeurigheid te voorspellen, risicoleerlingen te identificeren en vroegtijdig interventies te bieden. Het algoritme zoekt naar patronen in het online gedrag van studenten op basis van geanonimiseerde en geaggregeerde metadata uit hun digitale leeromgeving. Daarbij combineren ze AI met traditionele statistische analyses voor waardevollere resultaten.

Hybride model voor het voorspellen van risicoleerlingen

Het onderzoeksartikel *The Role of Machine Learning in Identifying Students At-Risk and Minimizing Failure* presenteert een hybride model op basis van de ensemble stacking-methode om risicoleerlingen te voorspellen (Pek, Ozyer, Elhage, Ozyer & Alhajj, 2023). Er werden klassieke machine learning algoritmen toegepast, zoals Naïve Bayes, Random Forest, Decision Tree, K-Nearest Neighbors, Support Vector Machine, AdaBoost Classifieer en logistische regressie. De dataset met demografische en academische informatie van studenten werd gebruikt voor training en testen van het model. De hoogste prestaties werden behaald met een SVM als meta-learner, wat leidde tot een nauwkeurigheid van 94,8% en een precisie van 96,8%.

Framework voor het Voorspellen van Risicoleerlingen in het Hoger Onderwijs

Het artikel *A Framework for Predicting the Students at Risk Using AI: A Case Study* stelt een structuur voor om studenten te voorspellen die risico lopen op lage academische prestaties en om trage leerders in het hoger onderwijs te ondersteunen (Dharmalingam,

Baskar & Ataullah, 2023). Voor de ontwikkeling van dit structuur werd een casestudy uitgevoerd onder bachelorstudenten van een hogeronderwijsinstelling in Oman. De graden worden toegekend door een Britse universiteit, geclassificeerd als niveau 6 volgens het Framework for Higher Education Qualifications (FHEQ) van de Quality Assurance Agency (QAA) in het VK. Het geselecteerde opleidingsonderdeel voor de studie is gekozen op basis van de leerervaringen van studenten uit de afgelopen drie jaar, het hoge aantal inschrijvingen en het hoge aantal risicoleerlingen.

Het voorgestelde structuur kan worden geïntegreerd in het bestaande Learning Management System (LMS) om de toekomstige voortgang van studenten te voorspellen op basis van hun wekelijkse prestaties in de klas en de periodieke voltooiing van klassikale activiteiten. Een bijkomend voordeel is dat dit model actieve deelname aan het leerproces stimuleert.

Een logistisch regressiemodel maakt voorspellingen op basis van kenmerken zoals wekelijkse klassikale activiteiten, wekelijkse toetsen, wekelijkse opdrachten, en deelname aan forum- en groepsdiscussies. De machine learning oplossing voorspelt de voortgang van studenten met de volgende labels: *in progress*, *not in progress*, *needs support* en *zeer vulnerable*.

RADAR: Rapid Analysis and Detection of At-Risk students with Artificial intelligence-based Response

Het RADAR-systeem is een andere aanpak om studenten te identificeren die het risico lopen achter te raken of uit te vallen (Embarak & Hawarna, 2024). Het systeem integreert diverse kenmerken, waaronder de persoonlijkheid van de student, eerdere academische prestaties, voortgang in huidige leerstof en 'soft skills'. Machine Learning Algoritmen worden gebruikt om deze gegevens te analyseren en patronen te identificeren die voorspellen hoe groot de kans is dat een student achterop raakt. Deze aanpak maakt ook gebruik van *Explainable Artificial Intelligence* (XAI) om transparante en begrijpelijke inzichten te geven in de voorspellingen.

RADAR maakt gebruik van een beslisboom benadering om studenten met risico te voorspellen op basis van studentkenmerken. Een feature-selectie algoritme wordt toegepast om de meest relevante kenmerken te identificeren die accuraat voorspellen welke studenten gevaar lopen om achter te raken of uit te vallen. RADAR identificeert



risicoleerlingen met een totale nauwkeurigheid van 82,22%, een precisie van 86,96%, een recall van 80% en een F1-score van 83,33%.

Het systeem gebruikt de geïdentificeerde kenmerken effectief om continu de prestaties van studenten te voorspellen, zodat studiebegeleiders, administratief personeel en studenten zelf proactief maatregelen kunnen nemen om hoge academische prestaties te behouden. Het systeem is ontworpen voor geautomatiseerde en doorlopende monitoring van de prestaties van studenten en stuurt meldingen naar de relevante partijen wanneer afwijkingen worden vastgesteld.

Vroege Identificatie van Risicoleerlingen met Deep Learning en Uitlegbare AI

Het onderzoeksartikel *Course Success Prediction and Early Identification of At-Risk Students Using Explainable Artificial Intelligence* heeft als doel om cijfers voor een cursus te voorspellen, studenten te identificeren die risico lopen op falen op basis van hun algemene prestaties, en de factoren vast te stellen die bijdragen aan deze voorspellingen (Ujkani, Minkovska & Hinov, 2024). Deze doelstellingen zijn onderling verbonden en geven een volledig beeld van de factoren die het onderwijssucces beïnvloeden.

De auteurs gebruiken diverse machine learning- en deep learning-technieken om het succes van studenten te voorspellen, in combinatie met *SHapley Additive exPlanations* (SHAP) als XAI-techniek om inzicht te krijgen in de belangrijkste factoren achter succes of falen. De modellen zijn getraind met behulp van de *Open University Learning Analytics Dataset* (OULAD), die informatie bevat over studenten demografie, cursusinschrijvingen, toetsresultaten en interacties binnen de digitale leeromgeving.

Voor de voorspelling van cursus resultaten zijn machine learning technieken zoals Random Forest, Gradient Boosting, k-nearest Neighbors en Multi-Layer Perceptron gebruikt. Voor de voorspelling van risicoleerlingen zijn deep learning-technieken toegepast, zoals Convolutional Neural Networks en Long Short-Term Memory, naast klassieke machine learning methoden zoals eXtreme Gradient Boosting (XGBoost).

Deze aanpak maakt gerichte interventies mogelijk om het succes van studenten te ondersteunen. De resultaten tonen aan dat studentenbetrokkenheid en inschrijvingsmomenten cruciale factoren zijn die de prestaties beïnvloeden. De op maat gemaakte shallow-architectuur van een Multi-Layer Perceptron behaalt tot 94% nauwkeurigheid voor de ontworpen taken en presteert beter dan traditionele





methoden en deep learning-modellen. Deze studie levert een bijdrage aan het gebruik van AI in het onderwijs en biedt praktische inzichten, niet alleen voor docenten, maar ook voor administrateurs en beleidsmakers, om de kwaliteit en effectiviteit van online onderwijs te verbeteren.

Voorspellen van Risicoleerlingen in een Vroeg Stadium van een Blended Learning Course met Machine Learning op Basis van Beperkte Data

In hun studie (Azizah, Ohyama, Zhao, Ohkawa & Mitsuishi, 2024) richten Azizah en collega's zich op het opsporen van risicoleerlingen in een blended learning-cursus. Verschillende motivatievariabelen werden geanalyseerd om hun effect op de prestaties van studenten te bepalen. Er werd gebruikgemaakt van een machine learning-classificatiemodel om twee aanpakken te vergelijken:

1. de benchmarkstudie, waarbij gegevens uit hetzelfde academische jaar worden gebruikt voor zowel training als testen;
2. een prospectieve studie, waarbij een model wordt getraind op gegevens uit het vorige herfstsemester en gebruikt wordt om uitkomsten te voorspellen voor het komende herfst semester.

De voorspellingen hielden rekening met variabelen die verband houden met interactie met de cursus (zoals bekeken video's, gemaakte quizen, audio-opnames, leersessies en duur van betrokkenheid) en motivatie variabelen, zoals:

- Vroeg leren: Geeft het proactieve en gemotiveerde gedrag van studenten weer waarbij zij hun leeractiviteiten zonder uitstel opstarten.
- Op tijd studeren: Meet de regelmatige en tijdige studiesessies van studenten, wat hun discipline en vroege leerhouding weerspiegelt.
- Inhalen: Richt zich op het dichten van de leerstof achterstand door gemiste kennis of vaardigheden te verwerven als gevolg van afwezigheid van eerdere leerervaring of onvoldoende voorkennis.
- Opnieuw studeren: Legt de frequentie van het studeren vast om het belang van herhaling voor een betere retentie en begrip te benadrukken.

De *Shapley additive explanations* (SHAP)-methode benadrukt het belang van timemanagement variabelen, met name **op tijd studeren**, voor het identificeren van risicoleerlingen. Random Forest was de gebruikte classifier in beide aanpakken.



Early Recognition System met Machine Learning ter Ondersteuning van Studentensucces

Een vroegtijdig herkenningssysteem op basis van echte data, verzameld in een blended learning-cursus, wordt gepresenteerd in (Ciolacu, Tehrani, Binder & Svasta, 2018). Dit systeem identificeert en informeert studenten met problemen door halverwege het semester neurale netwerken en Support Vector Machine-modellen te trainen. De modellen zijn getraind op basis van online gegevens uit Moodle-activiteiten en sensorgegevens afkomstig van slimme sensoren (zoals camera, vingerafdruk, gyroscoop, lichtsensor en hartslagmeter). Er zijn twee soorten experimenten uitgevoerd: het voorspellen van studenten voor een nieuw semester en het live herkennen van risicoleerlingen.

Het systeem heeft het faalpercentage op examens bijna gehalveerd. Deze aanpak draagt sterk bij aan betere prestaties en biedt studenten een transparant beeld van hun situatie.

AI-systeem voor het Identificeren en Voorkomen van Schoolverlating bij de National Learning Service in Colombia



In (Brand C, Gabriel Ramirez, Diaz & Moreira, 2024) wordt een systeem gepresenteerd voor het identificeren van schoolverlaters bij de National Learning Service (SENA) in Colombia. Machine Learning Modellen (zoals beslissingsbomen) worden getraind op basis van persoonlijke, academische, sociaal-economische en institutionele variabelen die van invloed zijn op schoolverlating. De beslisboom classificatie techniek bleek het meest effectief, met een nauwkeurigheid van 91%.

De kenmerk analyse benadrukte het belang van sociaal-economische factoren bij schoolverlating, met een duidelijk effect op het schoolverlaters, vooral in hoger onderwijsinstellingen. Het vroegtijdig identificeren van deze kenmerken met behulp van machine learning algoritmen heeft het potentieel om de hoge verlatingcijfers in technische en beroepsopleidingen van SENA aanzienlijk te verminderen.

AI Student Success Predictor: Gepersonaliseerd Leren Verbeteren in Campus Managementsystemen



Co-funded by
the European Union

De steun van de Europese Commissie voor de productie van deze publicatie houdt geen goedkeuring in van de inhoud, die uitsluitend de opvattingen van de auteurs weergeeft, en de Commissie kan niet verantwoordelijk worden gehouden voor enig gebruik dat van de daarin opgenomen informatie wordt gemaakt. Projectnummer: **2023-1-IS01-KA220-SCH-000157308**

In (Shoaib et al., 2024) wordt de AI Student Success Predictor geïntroduceerd. Dit systeem, aangedreven door geavanceerde machine learning algoritmen, kan beoordelingsprocessen automatiseren, student risico's voorspellen en retentie- of schoolverlatingkansen inschatten.

Een Convolutional Neural Network (CNN)-featurelearningmodule wordt gebruikt om verborgen patronen in studentgegevens te ontdekken, waaronder kenmerken zoals leeftijd, geslacht, vooropleiding, afstand tot de campus, vakcode en studiepunten. Het classificatiemodel is een ensemble dat SVM-, Random Forest- en KNN-classifiers combineert, verfijnd met een Bayesiaans gemiddeld model.

De evaluatie laat een nauwkeurigheid van 93% zien voor cijfer- en risico voorspellingen, en 92% voor het voorspellen van retentie en schoolverlating. Het systeem integreert naadloos in bestaande campus managementsystemen, waardoor realtime gegevensopvraging en snelle, nauwkeurige voorspellingen mogelijk zijn, en zo de efficiëntie van academische besluitvorming wordt verbeterd.

Evaluatie van Falen in het Hoger Onderwijs met een Innovatieve Strategie van Fuzzy System, Optimalisatie-Algoritmen en AI

In (Nie & Ahmadi Dehrashid, 2024) worden verschillende machine learning algoritmen, samen met een conventioneel *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS), gebruikt om de classificatie prestaties en resultaat voorspellingen van studenten te verbeteren. De voorgestelde aanpak maakt het mogelijk om schoolverlating te voorspellen en interventies te plannen door meerdere leerpaden aan te bieden, zodat studenten succesvoller zijn en het faalpercentage in het hoger onderwijs daalt. Hierbij wordt rekening gehouden met demografische, sociaal-economische, macro-economische en academische gegevens bij inschrijving.

Smartschool Gebruikt AI om Leerproblemen op te Sporen

Smartbit is de ontwikkelaar achter Smartschool, een digitaal schoolplatform voor het basis- en secundair onderwijs in België. Het platform wil de samenwerking tussen schoolleiding, leraren, leerlingen en ouders bevorderen, omdat goede interactie tussen al deze partijen de betrokkenheid vergroot en uiteindelijk de schoolresultaten verbetert.

“Er vallen elk jaar leerlingen uit tijdens het secundair onderwijs”, zegt Jan Schuer, oprichter en CEO van Smartschool. “Maar vaak worden deze signalen te laat

opgemerkt." Daarom werkt Smartschool al twee jaar aan een 'slim signaleringssysteem'.

Deze AI-aanpak kijkt naar drie parameters:

1. de gebruiksactiviteit van de leerling op Smartschool (hoe vaak logt hij/zij in),
2. de schoolresultaten, en
3. de afwezigheden.

Het doel is om leraren te helpen signalen van leerproblemen sneller op te pikken, zonder dat de technologie hun werk overneemt. Scholen bepalen zelf wie deze signalen ontvangt. Leerlingen en ouders worden niet automatisch geïnformeerd. Zoals Jan Schuer zegt: *"AI helpt problemen te signaleren, maar het blijft aan de leraar om te bepalen wat ermee gedaan wordt."*

Na een proefperiode in tien secundaire scholen is de lancering van het AI-systeem gepland voor 2025. Met deze oplossing wil Smartschool scholen en leraren helpen om sneller in te grijpen bij leerproblemen, zonder het professionele oordeel van de leraar uit het oog te verliezen.

Belangrijkste Bevindingen

De bestudeerde onderzoeksartikelen, webpagina's en nieuwsbronnen bieden waardevolle inzichten in de uitdagingen en oplossingen rond AI-gebaseerde vroegtijdige waarschuwingssystemen voor het identificeren van studenten met een verhoogd risico op schoolverlating. Belangrijke bevindingen benadrukken innovatieve aanpakken, opkomende trends en mogelijke verbeterpunten binnen dit vakgebied. Deze studies onderstrepen gezamenlijk het belang van het identificeren van relevante variabelen, het vaststellen van de te overwegen tijdsperioden, het kiezen van nauwkeurige machine learning-methoden en het geven van verklaringen voor voorspellingen.

Er is echter een duidelijke leemte in de analyse van ethische overwegingen tijdens de ontwikkeling van deze intelligente systemen. De inzichten uit de bestudeerde literatuur en toepassingen vormen een basis voor toekomstig onderzoek en praktische implementaties.

Daarnaast richt het merendeel van het onderzoek en de toepassingen zich voornamelijk op het voorspellen van studenten met schoolverlatingsrisico in het hoger

onderwijs, met de nadruk op het voorspellen van succes of falen in specifieke vakken. Veel aanpakken concentreren zich op het analyseren van kenmerken die zijn afgeleid van online leerplatforms (zoals Moodle en Smartschool) en blended learning-omgevingen.

De geanalyseerde onderzoeken en toepassingen maken overwegend gebruik van klassieke machine learning-methoden, zoals beslisbomen en support vector machines. Om de voorspellende prestaties te verbeteren, pleiten sommige onderzoekers voor het gebruik van ensemble methoden, die meerdere modellen combineren om de nauwkeurigheid en robuustheid te verhogen. Daarnaast zijn deep learning-technieken, waaronder convolutionele neurale netwerken (CNN's), toegepast voor feature-preprocessing, representatie en voorspeltaken. De keuze van geschikte methoden wordt beïnvloed door diverse factoren, met name het volume en de kwaliteit van de beschikbare trainingsdata.

2.2. Verbeteren van de Schoolomgeving en het Welzijn van Leerlingen

2.2.1. Traditionele Strategieën

In Europese scholen richten traditionele strategieën voor het verbeteren van de schoolomgeving en het bevorderen van het welzijn van leerlingen zich op het creëren van een positieve, inclusieve sfeer waarin leerlingen zich veilig, gesteund en gemotiveerd voelen. Deze strategieën combineren vaak academisch, sociaal, emotioneel en fysiek welzijn om ervoor te zorgen dat leerlingen zowel in hun onderwijs als in hun persoonlijke ontwikkeling tot bloei komen. Hieronder volgen enkele belangrijke traditionele strategieën die in Europese scholen worden toegepast om zo'n omgeving te bevorderen:

Systemen voor Positieve Gedragsverandering

Veel Europese scholen maken gebruik van systemen voor het versterken van positief gedrag, waarbij leerlingen worden erkend voor hun positieve gedragingen in plaats van gestraft voor negatieve.

Klassikale beloningen, programma's voor erkenning van leerlingen en gedragscontracten worden ingezet om respectvol, verantwoordelijk en veilig gedrag te stimuleren.



In veel landen gebruiken scholen beloningssystemen (zoals stickers of certificaten) om leerlingen te motiveren en een gevoel van prestatie en eigenwaarde te creëren.

Door de School Ondersteunde Programma's voor Emotioneel en Mentaal Welzijn

Scholen richten zich steeds meer op de mentale gezondheid en het emotionele welzijn van leerlingen. Deze programma's zijn bedoeld om stress te verminderen, pesten te voorkomen en steun te bieden aan leerlingen die persoonlijke uitdagingen ervaren. *Begeleidingsdiensten:* Veel scholen in Europa bieden ter plaatse begeleiding aan, waarbij schoolpsychologen of counselors steun bieden bij persoonlijke problemen, angst en familieproblemen.

Peer support-programma's: In sommige landen, zoals het VK en Nederland, worden mentor- of maatjessystemen ingezet, waarbij oudere leerlingen jongere leerlingen ondersteunen, hen begeleiden en helpen bij het omgaan met uitdagingen.

Lichamelijke Activiteit en Buiten Leren

Fysiek welzijn is een essentieel onderdeel van de schoolomgeving in veel Europese landen. Lichamelijke opvoeding (LO) en buitenactiviteiten worden sterk gestimuleerd als onderdeel van het curriculum.

Scholen in landen als Denemarken en Finland hechten veel waarde aan buiten leren en fysieke activiteit, waarbij leerlingen elke dag tijd buiten doorbrengen, of het nu tijdens de pauze is of tijdens gestructureerde activiteiten.

Programma's zoals *Green Schools* in Ierland en buitenklassen in Scandinavische landen bevorderen een actieve levensstijl en een nauwere band met de natuur, wat leerlingen zowel fysiek als emotioneel helpt ontwikkelen.

Bevorderen van Inclusiviteit en Diversiteit

Inclusiviteit is een kernwaarde in veel Europese onderwijssystemen, met nadruk op het creëren van omgevingen waar elke leerling zich gerespecteerd voelt, ongeacht achtergrond.

Anti-discriminatie-onderwijs en programma's rond culturele diversiteit zijn wijdverbreid, vooral in multiculturele landen zoals Frankrijk, het VK en Nederland.





Scholen vieren vaak diverse culturele feestdagen en bieden leerlingen uit verschillende achtergronden de gelegenheid om hun tradities en ervaringen te delen, wat bijdraagt aan een gevoel van verbondenheid en wederzijds respect.

Schoolveiligheid en Anti-Pest Initiatieven

Veel Europese scholen hanteren een zero-tolerancebeleid ten aanzien van pesten en voeren strikte antipestprogramma's uit om ervoor te zorgen dat leerlingen zich veilig voelen.

Pestpreventie Programma's: In landen zoals Zweden en Noorwegen voeren scholen uitgebreide programma's uit met duidelijke beleidslijnen, voorlichting aan leerlingen en training van personeel.

Conflictoplossing en bemiddeling: In sommige regio's worden leerlingbemiddeling programma's gebruikt om leerlingen te helpen conflicten zelfstandig op te lossen, wat empathie, communicatieve vaardigheden en respect voor anderen bevordert.

Ouderbetrokkenheid

Scholen in heel Europa stimuleren sterke ouderbetrokkenheid bij het schoolleven als onderdeel van hun strategieën voor het verbeteren van het welzijn van leerlingen. Ouderbetrokkenheid wordt erkend als cruciaal voor het verbeteren van leerresultaten en het creëren van een ondersteunende omgeving.

Regelmatige ouder-leraar avonden, schoolraden en gemeenschap evenementen bevorderen samenwerking tussen gezinnen en scholen. Deze relatie helpt om de behoeften van leerlingen beter te begrijpen en aan te pakken.

Ouderworkshops over onderwerpen zoals kinderonwikkeling, positief opvoeden en mentale gezondheid zijn in veel landen gebruikelijk, en bieden gezinnen middelen om het welzijn van hun kinderen te ondersteunen.

Stem en Participatie van Leerlingen

Veel scholen in Europa stimuleren dat leerlingen hun stem laten horen en actief deelnemen aan besluitvormingsprocessen. Dit kan via leerlingenraden of regelmatige





bijeenkomsten waarbij leerlingen input geven over schoolbeleid, de leeromgeving of buitenschoolse activiteiten.

In veel landen worden leerlingen geraadpleegd over zaken die hen aangaan, wat hen een gevoel van eigenaarschap en verantwoordelijkheid geeft binnen hun schoolgemeenschap.

Deze participatieve aanpak verbetert niet alleen de schoolomgeving, maar bevordert ook het gevoel van empowerment en zelfredzaamheid onder leerlingen.

Mindfulness- en stressreductieprogramma's

In de afgelopen jaren zijn mindfulness- en stressreductie programma's geïntegreerd in Europese scholen als traditionele strategie om welzijn te bevorderen.

Scholen in landen zoals Duitsland en het VK hebben mindfulness-oefeningen, ademhalingstechnieken en ontspanningssessies ingevoerd in het dagschema om leerlingen te helpen stress te beheersen en zich beter te concentreren.

Deze praktijken bevorderen emotionele regulatie, veerkracht en algemeen mentaal welzijn, vooral tijdens periodes van academische druk.

Creëren van een Samenwerkende en Ondersteunende Klasomgeving

De klasomgeving speelt een belangrijke rol bij het verbeteren van het welzijn van leerlingen. Leraren worden getraind om een positieve, inclusieve en coöperatieve sfeer te creëren waarin leerlingen zich veilig voelen om zichzelf te uiten.

In landen zoals Finland legt men de nadruk op samenwerkend leren en groepswork, wat positieve relaties tussen leeftijdsgenoten stimuleert, concurrentie vermindert en wederzijdse steun bevordert.

Flexibele zaalopstellingen, gepersonaliseerd leren en emotionele check-ins zijn strategieën om een ondersteunende, leerlinggerichte omgeving te creëren.





Geïntegreerde Ondersteuningsdiensten

In veel Europese scholen bestaan geïntegreerde ondersteuningssystemen, waarbij leraren, maatschappelijk werkers, counselors en andere professionals samenwerken om in te spelen op de diverse behoeften van leerlingen.

Gezondheidsdiensten op school zijn in meerdere landen (zoals Frankrijk, Duitsland en Spanje) beschikbaar om ter plaatse zorg en emotionele steun te bieden, waardoor drempels voor hulp worden verlaagd.

Deze holistische benadering zorgt ervoor dat leerlingen uitgebreide zorg krijgen voor hun academisch, emotioneel en fysiek welzijn.

Duurzame en Gezonde Schoolomgevingen

Duurzame scholen richten zich niet alleen op milieuaspecten, maar ook op het bevorderen van de gezondheid en het welzijn van leerlingen.

In veel delen van Europa, zoals in Nederland en Zweden, voeren scholen groene praktijken in, zoals het verminderen van afval, het aanbieden van gezonde maaltijdopties en het onderhouden van milieuvriendelijke faciliteiten.

Voedingsprogramma's: Veel scholen voorzien leerlingen van gezonde maaltijden en snacks, met als doel zowel de fysieke gezondheid als de cognitieve functies te verbeteren.

Welzijnseducatie

In landen zoals Noorwegen en Finland is welzijn educatie geïntegreerd in het curriculum om zelfbewustzijn, sociale vaardigheden en veerkracht te bevorderen.

Programma's omvatten vaak levensvaardigheden onderwijs, sociaal-emotioneel leren (SEL) en training in conflictoplossing, waarmee leerlingen worden uitgerust met hulpmiddelen om uitdagingen aan te gaan en verantwoorde beslissingen te nemen.





Samenwerkingsverbanden met Externe Organisaties

Scholen in veel Europese landen werken samen met externe organisaties, zoals non-profitorganisaties, gezondheidsdiensten en gemeenschapsorganisaties, om het welzijn van leerlingen te ondersteunen.

Deze samenwerkingen bieden leerlingen toegang tot een breder scala aan diensten, waaronder mentale gezondheidszorg, sportprogramma's en buitenschoolse activiteiten die hun algehele ontwikkeling bevorderen.

Conclusie

Traditionele strategieën voor het verbeteren van schoolomgevingen en het welzijn van leerlingen in Europese scholen draaien vaak om het bevorderen van positieve relaties, het stimuleren van inclusiviteit, het ondersteunen van emotionele en fysieke gezondheid en het creëren van omgevingen waarin actieve deelname van leerlingen mogelijk is. Elk land heeft zijn aanpak afgestemd op basis van culturele waarden, maar gemeenschappelijke thema's van ondersteuning, respect en samenwerking zijn overal op het continent aanwezig.

2.2.2. AI-Aangedreven Tools

Leerlingen ervaren vaak stress tijdens hun schoolloopbaan, en aanhoudende stressfactoren kunnen leiden tot chronische stress, wat een negatieve invloed heeft op hun fysieke en mentale gezondheid en uiteindelijk kan bijdragen aan voortijdig schoolverlaten. Daarom heeft het domein van academic stress detectie de laatste tijd veel aandacht gekregen, aangezien mentale en fysieke gezondheid cruciaal zijn voor schoolsucces (Abd-Alrazaq et al., 2024; Liu, Zhang, Zhao & Liu, 2024). Het doel van academic stress detection is om het stressniveau van een leerling tijdens het leerproces vast te stellen aan de hand van waarneembare indicatoren, waaronder fysiologische, gedragsmatige en psychologische gegevens. In de afgelopen jaren hebben detectiemethoden die gebruik maken van draagbare en niet-draagbare sensoren meer aandacht gekregen vanwege hun uitgebreide functionaliteiten (S. Liu, Zhang, Zhao & Liu, 2024).

Bij het verkennen van AI-toepassingen voor het monitoren van het welzijn van leerlingen (zoals emotie analyse en stress detectie) bieden verschillende





onderzoeksartikelen waardevolle inzichten en dragen ze bij aan een beter begrip van het onderwerp. Sommige aanpakken richten zich voornamelijk op het detecteren van emoties (Anwar, Rehman, Nasralla, Khattak & Khilji, 2023; Khare, Blanes-Vidal, Nadimi & Acharya, 2024; Vistorte et al., 2024), terwijl andere zich richten op het detecteren van stress (Alexios-Fotios A. Mentis, Lee & Roussos, 2024; Gedam & Paul, 2021; Panda, Sharma & Jaiswal, 2024) en depressie (Joshi & Kanoongo, 2022). Deze studies behandelen diverse aspecten, methodologieën en toepassingen met betrekking tot gegevensverzameling, verschillende soorten kenmerken en signalen, realtime data-analyse en machine learning methoden, en geven zo een uitgebreid overzicht van huidige trends en opkomende uitdagingen. De onderstaande onderzoeken lichten enkele kernbevindingen en innovaties toe en bieden een dieper inzicht in het monitoren van de mentale gezondheid van studenten.

De analyse van gezichtsuitdrukkingen, afbeeldingen, emotionele chatbots en teksten op sociale mediaplatforms is effectief gebleken bij het detecteren van emoties en vervolgens depressie (Joshi & Kanoongo, 2022). Naive Bayes, Support Vector Machines (SVM), Long Term Short Memory (LSTM) – Radial Neural Networks (RNN), logistische regressie, Linear Support Vector en andere ML-technieken worden gebruikt om emoties te herkennen via tekstverwerking. artificiële neurale netwerken (ANN) worden ingezet voor feature-extractie en beeldclassificatie om emoties via gezichtsuitdrukkingen te detecteren. *Sentiment analysis* is ook een veelbelovende methode gebleken om emoties in tekstuele en visuele vorm te detecteren en te classificeren (Anwar et al., 2023).

Een op Gezichts- en Stemexpressies Gebaseerd Uitgebreid Structuur voor Realtime Stress Monitoring van Leerlingen in een IoT-Fog-Cloud-Omgeving

In (Singh et al., 2022) wordt een innovatief, IoT-gericht structuur gepresenteerd voor leerlinggerichte stress monitoring en realtime waarschuwingen, om de *student stress index* in een bepaalde context te voorspellen. Deze aanpak gebruikt uitgebreide VGG16-, Bidirectional Long Short Term Memory-netwerken (Bi-LSTM) en Multinomial Naïve Bayes-technieken om scores te genereren op basis van emoties die worden afgeleid uit gezichtsuitdrukkingen, toonhoogte en de inhoud van leerlingen speech op cloud niveau. Het model classificeert stress gebeurtenissen als normaal of abnormaal op basis van de algemene emotie in de fysiologische metingen van leerlingen. Wanneer hoge waarden voor negatieve emoties zoals stress, angst, verdriet of walging



worden gedetecteerd, wordt een waarschuwing gestuurd naar de leerling, coördinatoren en verzorgers. De ruwe data wordt verzameld via IoT-apparaten zoals slimme videocamera's, smartphones en microfoons in de omgeving van de leerling. Dit structuur kan uiteindelijk een krachtig hulpmiddel worden voor onderwijsinstellingen, leerlingen en ouders om in realtime inzicht te krijgen in het emotionele welzijn van leerlingen.

Richting een Emotioneel Bewuste AI-Smart Classroom: Huidige Uitdagingen en Ontwikkelingsrichtingen voor Techniek en Onderwijs

In (Kim, Soyata & Behnagh, 2018) wordt een *smart classroom* systeem voorgesteld dat in staat is om realtime suggesties te doen aan een spreker in de klas, om de kwaliteit en memorabelste van diens presentatie te verbeteren. Dit gebeurt door realtime aanpassingen van non-verbaal gedrag te suggereren, zoals handgebaren, gezichtsuitdrukkingen en lichaamshouding. De suggesties zijn gebaseerd op bestaand onderzoek naar *affect sensing*, deep learning-gebaseerde emotieherkenning en realtime mobile-cloud computing. Het systeem maakt gebruik van een drie componenten architectuur: (i) een gegevensverzameling component voor audio- en video informatie, (ii) een *pre-processing*-component voor eerste berekeningen, en (iii) een component voor massaal parallelle verwerking voor de zware rekentaken van de algoritmes.

Een Geavanceerd, op artificiële Neurale Netwerken Gebaseerd Hybride Model voor Alomtegenwoordige Stress Detectie bij Leerlingen met Behulp van Huidgeleiding en Elektrocardiogram

In (Tiwari & Agarwal, 2021) wordt een hybride model gepresenteerd voor stress detectie op basis van realtime data-analyse en IoT. Dit model detecteert stressniveaus van leerlingen en classificeert deze als ontspannen, gestrest, deels gestrest of gelukkig. Door regelmatige meting van huidgeleiding (GSR) en elektrocardiogram (ECG) wordt een goed beeld verkregen van stressniveaus. De relatie tussen hartslag, bloeddruk en huidgeleiding bij verschillende activiteiten laat zien hoe fysiologische parameters samenhangen met de mentale toestand van leerlingen. Het model maakt gebruik van machine learning technieken zoals logistische regressie (LR), SVM, k-nearest neighbours (KNN), Bagging Classifiers (BAG), Random Forest (RF), Gradient Boosting (GB) en ANN. Het hybride ANN-model behaalt een nauwkeurigheid van 99,4% op de zelf samengestelde dataset voor mentale status classificatie.





Op Deep Learning Gebaseerd Monitoringsschema voor de Mentale Gezondheid van Studenten met Behulp van Convolutional Neural Networks

In (Chao Du, Balamurugan & Selvaraj, 2021) wordt een op deep learning gebaseerd monitoring systeem (DL-MHMS) voorgesteld voor de mentale gezondheid van studenten. Het gebruikt convolutionele neurale netwerken (CNN) om de mentale status te classificeren als positief, negatief of normaal op basis van EEG-signalen die van studenten zijn verzameld. De simulatie analyse behaalt een nauwkeurigheid van 97,54% en een F1-score van 98,35%.

Psychologisch Gezondheidsbeoordelings- en Interventiesysteem voor Studenten Chemische Technologie op Basis van Emotionele computertoepassingen

In (Zhao, 2024) wordt een nieuw systeem beschreven dat specifiek is ontwikkeld voor studenten chemische technologie, gebruikmakend van *Emotional Computing Technology* en verbeterd met *Cartesian Feature Weighted Emotional Classification* (CFWEC). Het systeem analyseert emotionele signalen uit gezichtsuitdrukkingen, stempatronen en tekstinteracties om het psychologisch welzijn van studenten te beoordelen. Het CFWEC-model behaalde een gemiddelde nauwkeurigheid van 85% bij het identificeren van studenten met risico op psychische problemen, waardoor tijdige interventies mogelijk werden. Daarnaast biedt het systeem gepersonaliseerde aanbevelingen en interventies op basis van individuele emotionele profielen.

Analyse van Educatieve Mentale Gezondheid en Emoties op Basis van Deep Learning en Computationale Intelligentie-Optimalisatie

In (J. Liu & Wang, 2022) werd een nieuwe psychologische en emotionele dataset voor het onderwijsveld ontwikkeld. Op basis hiervan werd een model gebouwd voor stress detectie met emotie analyse functionaliteit. Deep learning en computationale intelligentie-optimalisatie, met name *Ant Colony Optimization* (ACO), werden toegepast om stress te detecteren. De auteurs concluderen dat scholen speciale aandacht moeten besteden aan dwangstoornissen en interpersoonlijke gevoeligheid.



3. Implementatiestrategieën

3.1. Integratie van AI in Bestaande Onderwijsstructuren

Integratie van AI in Bestaande Onderwijsstructuren: Implementatiestrategieën voor Primair en Secundair Onderwijs

Om AI-tools effectief te integreren in het huidige onderwijs in het primair en secundair onderwijs, is het essentieel om de structuur van de onderwijsmodellen te begrijpen en AI-initiatieven af te stemmen op vastgestelde doelen, zoals het welzijn van leerlingen, gepersonaliseerd leren en datagestuurde besluitvorming.

Het gebruik van AI in het hoger onderwijs is een relatief nieuw fenomeen, en er is nog veel te leren over hoe het het beste kan worden geïntegreerd in onderwijs- en leeromgevingen. Onderzoek op basis van empirische gegevens kan helpen om de meest effectieve manieren te identificeren om AI in het hoger onderwijs te implementeren en te bepalen welke factoren bijdragen aan een succesvolle AI-integratie (Marengo, 2023).

Generatieve AI (GAI) kan het onderwijs revolutioneren door innovatieve, gepersonaliseerde en efficiënte werkmethoden te introduceren. Het biedt de mogelijkheid om leerervaringen af te stemmen op de behoeften van individuele leerlingen, met gepersonaliseerde feedback, adaptieve leerpaden en gespecialiseerde ondersteuning voor taalonderwijs. GAI verbetert de contentcreatie door het automatisch ontwikkelen van toetsen, opdrachten, interactieve simulaties en multimedia bronnen. Door deze mogelijkheden te integreren, bevordert het de betrokkenheid van leerlingen en introduceert het meeslepende leeromgevingen, zoals virtuele en augmented reality-simulaties (Mittal et al., 2024).

De integratie van AI in het onderwijs biedt verschillende voordelen, waaronder beter conceptueel begrip, gepersonaliseerde instructie, verbeterde betrokkenheid en motivatie, en efficiëntere beoordeling en feedback. Er zijn echter ook uitdagingen, zoals de noodzaak van technische infrastructuur, training van docenten, waarborging van gegevensprivacy en -beveiliging, en het aanpakken van ethische vraagstukken (Mahligawati, 2023).



Onderzoekers hebben verschillende structuren en strategieën voorgesteld om AI-tools af te stemmen op de huidige onderwijspraktijken. Schleiss et al. (2023) ontwikkelden een cursusplanning structuur, een hulpmiddel dat rekening houdt met de context van domeinspecifiek AI-onderwijs. Volgens de onderzoekers zou meer systematisch onderzoek naar pedagogische aanpakken voor domeinspecifiek AI-onderwijs en interdisciplinair onderwijs aanzienlijk bijdragen aan de ontwikkeling van het vakgebied.

Het gebruik van AI om gelijkheid in het onderwijs te bevorderen is een ander belangrijk aandachtspunt, met name via gepersonaliseerd leren dat toegankelijkheid biedt voor alle leerlingen, maar vooral voor leerlingen met een beperking (Roshanaei, 2023).

3.1.1 Belangrijkste Implementatiestappen

Inzicht in Onderwijsstructuren en -doelen

Onderwijsstructuren zijn vaak gericht op academische prestaties, gemeten aan de hand van: a) gestandaardiseerde toetsen, opdrachten en leerlingbetrokkenheid, b) sociaal-emotioneel leren waarbij de emotionele gezondheid van leerlingen wordt ondersteund en inclusiviteit wordt bevorderd, c) vroege identificatie van leerlingen met risico op verzuim door monitoring en interventies, en d) ouderbetrokkenheid om een holistisch ondersteuningssysteem voor leerlingen te creëren. Om AI-tools met deze doelen in lijn te brengen, moet de integratie van AI de nadruk leggen op ethische praktijken, transparantie en het versterken van de autonomie van leraren, in plaats van menselijke besluitvorming te vervangen.

Stap 1: Behoeftanalyse en Doelbepaling

- **Analyse van het Huidige systeem:** Identificeer uitdagingen op school (bijv. hoge schoolverlatingcijfers, gebrek aan realtime data, overbelast personeel).
- **Betrokkenheid van Stakeholders:** Betrek leraren, ouders, schoolleiders en leerlingen om de beoogde voordelen van AI vast te leggen (bijv. vroege identificatie van leerlingen met leerproblemen of het terugdringen van VSV).

Stap 2: Infrastructuur Gereedheid





- **Databeheer:** Scholen moeten robuuste opslag- en verwerkingssystemen voor gegevens opzetten, waarbij interoperabiliteit tussen AI-platforms en bestaande leerlinginformatiesystemen wordt gegarandeerd.
- **Toegang tot Technologie:** Zorg dat de benodigde hardware (bijv. computers, smart classroom-apparatuur) en internettoegang aanwezig zijn, vooral in landelijke of ondergefinancierde scholen.

Stap 3: AI-tools en integratie

- **Vroegtijdige Waarschuwingssystemen:** Vergelijkbaar met PDAR (Baneres, Rodriguez-Gonzalez & Guerrero-Roldan, 2023) en QuadC, analyseren deze systemen aanwezigheid, cijfers en betrokkenheid om schoolverlatingrisico te voorspellen en interventies voor te stellen.
- **Toegankelijkheid en Inclusiviteit:** AI-platforms zoals Atlas Primer verbeteren de toegankelijkheid door tekst om te zetten naar spraak en maken leren op verschillende locaties mogelijk, wat continu leren buiten het klaslokaal bevordert.
- **Gedraganalyse Platforms:** Platformen die veranderingen in leerpatronen detecteren (bijv. Smartschool) kunnen leraren waarschuwen wanneer leerlingen tekenen van teruglopende betrokkenheid vertonen.
- **Integratie met Learning Management System (LMS):** Systemen zoals RADAR (Embarak & Hawarna, 2024) en QuadC kunnen worden ontwikkeld om realtime updates te bieden.

Stap 4: Training en Capaciteitsopbouw voor Personeel

- **Professionele Ontwikkeling:** Leraren en schoolleiders hebben training nodig om AI-inzichten te interpreteren, model beperkingen te begrijpen en gepaste beslissingen te nemen op basis van aanbevelingen.
- **Iteratieve Feedback Loops:** Creëer kanalen voor continue feedback van leraren en IT-personeel om AI-implementaties te verbeteren.





Stap 5: Ethische en Transparante Implementatie

- **Privacy en gegevensbeveiliging:** Voldoen aan regelgeving voor gegevensbescherming, waarbij leerlinggegevens waar mogelijk worden geanonimiseerd en verantwoord gebruikt..

Stap 6: Betrokkenheid van Leerlingen en Ouders

- **Transparantie:** Leg het doel en de voordelen van AI-tools uit aan ouders en leerlingen om vertrouwen op te bouwen en zorgen over toezicht te verminderen.
- **Feedbackmechanismen:** Bied mogelijkheden voor leerlingen en ouders om zorgen te uiten en feedback te geven over de effectiviteit van het systeem.

Stap 7: Monitoring en Continue Verbetering

- Gebruik analysetools en dashboards om de prestaties van het systeem, de resultaten van interventies en de voortgang van leerlingen te volgen.
- Voer regelmatig audits uit om vooroordelen of onnauwkeurigheden in voorspellingen op te sporen, zodat AI-tools alle leerlingen eerlijk bedienen.

Aanpassing van AI voor Primair versus Secundair Onderwijs

- **Primair Onderwijs:** Leg de nadruk op basispatronen in aanwezigheid en deelname, sociaal-emotionele ontwikkeling en vroege detectie van leerstoornissen. AI-tools voor emotie- en stress detectie, zoals IoT-gebaseerde monitoringsystemen (Singh et al., 2022), kunnen de SEL-doelen ondersteunen.
- **Secundair Onderwijs:** Op dit niveau kan AI voorspellende inzichten bieden over vak prestaties, aanwezigheid en toekomstig academisch succes, evenals loopbaanbegeleiding op basis van prestatie patronen en interesses van leerlingen.

Uitdagingen en Oplossingen

- **Overbelasting van Leraren:** AI-platforms moeten werkprocessen vereenvoudigen in plaats van compliceren. Systemen die planning, monitoring en interventie tools in één interface combineren, kunnen de administratieve last verminderen.



- **Vooringenomenheid en Ongelijkheid:** AI-tools moeten zorgvuldig worden gemonitord om te voorkomen dat bestaande vooroordelen in historische data worden versterkt. Het gebruik van *Explainable AI*-methoden, zoals SHAP (Ujkani et al., 2024), helpt leraren mogelijke vooroordelen te begrijpen en aan te pakken.

Aanbevelingen voor beleid en praktijk

- **Sector Samenwerking:** Werk samen met nationale en lokale onderwijs autoriteiten om richtlijnen voor AI-implementatie op te stellen die aansluiten bij bredere beleidsdoelen.
- **Pilotprojecten en Opschaling:** Start met kleinschalige pilots in geselecteerde scholen om best practices te identificeren voordat het breder wordt uitgerold.
- **Betrekken van Leerlingen:** Betrek leerlingen vertegenwoordigers bij discussies over AI-interventies om te waarborgen dat tools de autonomie van leerlingen respecteren en inspelen op hun werkelijke behoeften.

Door AI-integratie af te stemmen op bestaande onderwijsdoelen, zoals vroege interventie en welzijn van leerlingen, kunnen scholen technologie benutten om leerresultaten te verbeteren. De sleutel ligt in het vinden van een balans tussen technologische innovatie en mensgerichte aanpakken, waarbij AI leraren aanvult en versterkt, in plaats van hun cruciale rol te vervangen.

3.2. Waarborgen van Ethisch en Eerlijk Gebruik van AI

Dit onderdeel, als onderdeel van een rapport over effectieve interventiestrategieën—waaronder het gebruik van AI-technologie—om Vroegtijdig School Verlaten (VSV) te voorkomen en te bestrijden, begint met een cruciale vraag: **In welke mate beïnvloeden beslissingen van AI-systemen de besluitvormingsprocessen binnen organisaties?** Het beantwoorden van deze vraag is essentieel om de risico's in te schatten die verbonden zijn aan AI-systemen en om hun ethische implicaties te beoordelen. Volgens de **EU AI Act** worden AI-systemen in het onderwijs niet automatisch geclassificeerd als *hoogrisico*. Het risiconiveau kan echter variëren, afhankelijk van de specifieke toepassing, met name de uitkomsten die voortkomen uit AI-analyses. Deze duidelijkheid is belangrijk voor het ontwerpen en implementeren van stappen om gesignaleerde VSV-risico's effectief aan te pakken. Er moeten heldere



stappen en initiatieven worden uitgewerkt voor actie wanneer VSV-risico's worden vastgesteld.

De Europese Unie benadrukt het belang van **ethische en eerlijke AI** via diverse officiële documenten en richtlijnen, waarin grenzen worden gesteld en rechten worden gedefinieerd om het digitale transformatietijdperk te reguleren. Centraal in deze inspanning staan de **Ethics Guidelines for Trustworthy Artificial Intelligence**, ontwikkeld door de *High-Level Expert Group on AI*.

De richtlijnen benadrukken dat het realiseren van **vertrouwenswaardige AI** voortdurende inspanningen vereist gedurende de gehele levenscyclus van een AI-systeem. Belangrijke vereisten zijn onder meer het evalueren van implementatiemethoden en het continu beoordelen en verantwoorden van proceswijzigingen, rekening houdend met het dynamische en evoluerende karakter van AI.

Zeven Kernvereisten voor Betrouwbare AI



Zoals hierboven aangegeven, beschrijven de richtlijnen zeven kernvereisten voor betrouwbare AI: **1) Menselijke autonomie en toezicht** – Het behouden van menselijke controle door individuen in staat te stellen weloverwogen beslissingen te nemen, met bescherming van hun fundamentele rechten. **2) Technische robuustheid en veiligheid** – AI-systemen moeten betrouwbaar, veilig en voorzien zijn van nood- en terugval opties om schade te minimaliseren. **3) Privacy en gegevensbeheer** – Volledig respect voor privacy, waarborgen van gegevensintegriteit en gecontroleerde, legitieme toegang tot data. **4) Transparantie** – Systemen en hun beslissingen moeten uitlegbaar en begrijpelijk zijn voor alle betrokken partijen. **5) Diversiteit, non-discriminatie en**

eerlijkheid – Het voorkomen van vooroordelen die tot marginalisatie of discriminatie kunnen leiden. **6) Maatschappelijk en ecologisch welzijn** – AI moet bijdragen aan duurzaamheid en inclusiviteit. **7) Verantwoordingsmechanismen** – Inclusief audit mogelijkheden en toegankelijke klachtenprocedures om verantwoordelijkheid voor uitkomsten te waarborgen, vooral in kritieke toepassingen.

Context Onderwijs

Het document benadrukt dat AI in het onderwijs grote kansen biedt, zoals het personaliseren van leerervaringen, het verbeteren van de onderwijskwaliteit en het verkleinen van ongelijkheden. Het stAI-project sluit bijvoorbeeld aan bij de EU-richtlijnen om VSV te verminderen, met respect voor kinderrechten. AI kan de leersnelheid en -kwaliteit op alle niveaus verhogen en leerlingen helpen vaardigheden te ontwikkelen die passen bij hun capaciteiten. Tegelijkertijd bestaan er ethische zorgen, zoals de automatische identificatie van individuen. Hoewel dit in specifieke contexten, zoals het terugdringen van VSV, kan aansluiten bij ethische principes, roept het belangrijke juridische en psychologische vragen op. AI-systemen moeten daarom **proportioneel gebruikmaken van controletechnieken**, waarbij autonomie en rechten van Europese burgers behouden blijven. In scholen mag AI alleen worden toegepast met **zinnvolle, verifieerbare toestemming** van kinderen en hun voogden, met het onderwijs als fundamenteel recht als uitgangspunt.

Proportionele controletechnieken moeten altijd **autonomie en fundamentele rechten** respecteren. Toestemming Mechanismen dienen passend te zijn bij de leeftijd en het begripsvermogen van kinderen. Daarnaast vereisen **privacy- en gegevensbescherming**, zoals voorgeschreven in de **GDPR**, stevige waarborgen zoals dataminimalisatie en zorgvuldige omgang met **gevoelige gegevens**.



In praktische termen betekent dit dat onderzoeks initiatieven gevoelige gegevens niet uitsluitend voor onderzoeksdoeleinden mogen gebruiken. In gevallen waarbij informatie over **etniciteit of afkomst** betrokken is, moeten dergelijke gevoelige gegevens met

bijzondere zorg worden behandeld. Bovendien is het gebruik van **emotieherkenning technologie** verboden onder de **EU AI Act** (Artikel 5F).

Het principe om ethiek direct in het AI-ontwerp te integreren—bekend als **“X-by-design”**—is cruciaal voor het realiseren van betrouwbare AI. Deze aanpak zorgt ervoor dat abstracte ethische principes concreet worden gekoppeld aan implementatie beslissingen. *Privacy-by-design* en *security-by-design* integreren bijvoorbeeld vanaf het begin waarborgen in AI-systemen, waardoor deze veilig, robuust en fouttolerant worden. Leveranciers van AI-systemen moeten potentiële risico's voorzien, aanpakken en naleving van ethische normen waarborgen vanaf de eerste ontwikkelingsfase van het systeem.

Transparantie is een ander essentieel aspect, vooral om ervoor te zorgen dat gebruikers, zoals leraren, altijd weten of zij met een machine of met een mens communiceren. Dit is met name relevant voor leraren en schoolpersoneel die AI-tools gebruiken, zoals die in het **StAI-project**. Duidelijke transparantie over de mogelijkheden en beperkingen van AI bevordert vertrouwen en weloverwogen besluitvorming, aangezien betrouwbare communicatie over deze mogelijkheden en beperkingen essentieel is voor het opbouwen van vertrouwen en geïnformeerd gebruik—een cruciale factor voor projecten zoals **stAI** en vergelijkbare initiatieven.

Bovendien moeten de **langetermijnevolgen** van het gebruik van AI in het onderwijs zorgvuldig worden overwogen, waaronder hoe gegevens worden opgeslagen en hoe beslissingen op de lange termijn invloed hebben op kinderen. **Risico- en effectbeoordelingen** moeten zowel de directe als indirecte effecten op alle belanghebbenden in overweging nemen, om mogelijke negatieve gevolgen voor kinderen—zoals psychologische effecten of algoritmische vooringenomenheid—te identificeren en te beperken.



Furthermore, the **long-term implications of AI** use in education must be carefully considered, including how data is stored and how decisions impact children over time. **Risk and impact assessments** should consider direct and indirect effects on all stakeholders to identify and mitigate potential negative consequences for children, such as psychological impacts or algorithmic biases.

Deze ethische overwegingen sluiten aan bij de **Europese Verklaring inzake Digitale Rechten en Principes**, die het belang onderstreept dat AI-systemen de mensenrechten respecteren, geïnformeerde digitale interacties bevorderen en de individuele autonomie waarborgen. Een van de kernbeloften in de verklaring is dat AI-systemen mensgericht, transparant en gebaseerd op onbevooroordeelde gegevens moeten zijn. Daarnaast wordt benadrukt dat AI niet de persoonlijke keuzes mag doorkruisen, vooral niet in cruciale domeinen zoals **onderwijs**, gezondheid en het privéleven. Onderzoek en ontwikkeling op het gebied van AI moeten voldoen aan de hoogste ethische normen en in overeenstemming zijn met de EU-wetgeving.



De **EU-richtlijnen** benadrukken het belang van het vermijden van **oneerlijke vooringenomenheid in AI-systemen**. Vooroordelen kunnen voortkomen uit historische onnauwkeurigheden, onvolledige gegevens of gebrekkige bestuursmodellen. Deze vooroordelen kunnen leiden tot onbedoelde discriminatie of bevoordeling van bepaalde groepen, waardoor marginalisatie wordt verergerd. Daarnaast kan schade ontstaan door het opzettelijk uitbuiten van vooroordelen, bijvoorbeeld via oneerlijke concurrentie of prijsmanipulatie in een niet-transparante markt.

Om deze risico's te beperken:

- **Voringenomenheid bij Gegevensverzameling:** Discriminerende vooroordelen moeten, waar mogelijk, al in de fase van gegevensverzameling worden geïdentificeerd en verwijderd.
- **Voringenomenheid in Algoritmeontwerp:** Er moeten toezicht processen worden ingevoerd om transparantie te waarborgen over het doel van het systeem, de beperkingen, de vereisten en de genomen beslissingen.



Volgens de *Trustworthy AI Assessment List*, met name het onderdeel over Diversiteit, Non-discriminatie en Eerlijkheid, worden ontwikkelaars aangemoedigd om:

1. Strategieën of procedures op te stellen om het ontstaan of versterken van oneerlijke vooroordelen in zowel datagebruik als algoritme ontwerp te voorkomen.
2. Potentiële beperkingen als gevolg van de samenstelling van datasets te beoordelen en te erkennen.
3. Diversiteit en representativiteit van gebruikers binnen de datasets te waarborgen.
4. Te testen op vooroordelen binnen specifieke populaties of probleemgevallen.
5. Beschikbare technische hulpmiddelen te gebruiken om het begrip van de data, het model en de systeemprestaties te vergroten.

Het wordt daarnaast aanbevolen om diversiteit gericht aan te werven, waarbij mensen met uiteenlopende achtergronden, culturen en disciplines worden betrokken, om zo diverse perspectieven tijdens de ontwikkelfase te bevorderen.

In de context van onderwijs en projecten zoals **stAI** vereist de ethische inzet van AI een balans tussen innovatie en waarborgen voor privacy, gelijkheid en mensenrechten. Door de EU-richtlijnen te volgen, ethiek in het AI-ontwerp te verankeren en oog te hebben voor lange termijn vraagstukken, kan AI een aanzienlijke bijdrage leveren aan het terugdringen van ELET, met respect voor de rechten en waardigheid van alle betrokkenen.



4. Conclusie

De uitdagingen die gepaard gaan met *Early Leaving from Education and Training* (ELET) vereisen een gezamenlijke inspanning van onderwijzers, beleidsmakers en technologisch ontwikkelaars. Dit handboek heeft zowel traditionele aanpakken als AI-aangedreven strategieën onderzocht om het probleem van ELET aan te pakken, met nadruk op vroegtijdige identificatie, het verbeteren van de schoolomgeving en het integreren van innovatieve hulpmiddelen ter ondersteuning van het welzijn van leerlingen.

4.1 Samenvatting van de Belangrijkste Aanbevelingen

Er is sterk de nadruk gelegd op het belang van vroege identificatie en interventie. Traditionele methoden, zoals het bijhouden van aanwezigheid, het monitoren van gedrag en het beoordelen van academische prestaties, blijven cruciaal om te voorspellen welke leerlingen het risico lopen vroegtijdig te stoppen. Deze aanpakken vormen al lange tijd de basis in het voorkomen van ELET. De introductie van AI-aangedreven tools brengt echter nieuwe mogelijkheden met zich mee. AI-systemen, die in staat zijn grote hoeveelheden gegevens te analyseren, bieden een nauwkeurigere en realtime identificatie van risicoleerlingen door patronen te ontdekken die met traditionele middelen niet eenvoudig zichtbaar zijn. *Predictive analytics* en machine learning modellen zijn hierbij bijzonder effectief in het signaleren van vroege waarschuwingssignalen, waardoor snellere en gerichte interventies mogelijk worden.

Wat betreft het verbeteren van de schoolomgeving en het bevorderen van het welzijn van leerlingen, hebben traditionele strategieën zich altijd gericht op het opbouwen van ondersteunende relaties, het stimuleren van een inclusieve cultuur en het nauwer betrekken van ouders bij het onderwijs van hun kinderen. Octav Bancila heeft deze tijdloze aanpakken benadrukt als essentieel voor het behoud van een positief schoolklimaat, waarin leerlingen zich veilig, gewaardeerd en gemotiveerd voelen. Tegenwoordig kan AI deze inspanningen versterken. AI-gestuurde oplossingen, zoals gepersonaliseerde leerplatforms en toepassingen voor het monitoren van mentale gezondheid, spelen in op de individuele behoeften van leerlingen in realtime. Deze hulpmiddelen zorgen ervoor dat leerlingen niet alleen op maat gemaakte

academische ondersteuning krijgen, maar ook profiteren van tijdige interventies die hun emotionele en psychologische welzijn aanpakken.

Bij implementatiestrategieën moet de focus liggen op het effectief integreren van AI in bestaande onderwijskaders. Het succes van deze integratie hangt af van een gestructureerde, methodische planning. Dit omvat het trainen van leraren in het gebruik van AI-tools, het verkrijgen van steun van belangrijke stakeholders en het vastleggen van duidelijke implementatiestappen die soepele overgangen waarborgen. Bovendien moeten ethische overwegingen centraal staan bij het gebruik van AI in het onderwijs. Er is benadrukt dat het gebruik van AI transparant, eerlijk en rechtvaardig moet zijn, zodat het geen vooroordelen versterkt of bestaande onderwijs ongelijkheden verdiept. AI moet worden ingezet als een instrument om meer inclusieve leeromgevingen te creëren, niet om bestaande verschillen te vergroten.

4.2 Oproep tot Actie

Het vraagstuk van ELET vereist onmiddellijke en doortastende actie. Alle betrokkenen—onderwijzers, schoolleiders, beleidsmakers en technologie-experts—moeten zowel traditionele als AI-aangedreven strategieën omarmen om de onderwijsprestaties te verbeteren. Beleidsmakers moeten investeren in AI-technologieën voor scholen tot prioriteit maken, terwijl leraren toegang moeten hebben tot voortdurende professionele ontwikkeling om deze technologieën effectief te gebruiken. Er moeten ook ethische kaders worden opgesteld om ervoor te zorgen dat AI op een manier wordt ingezet die alle leerlingen ondersteunt, ongeacht hun achtergrond of omstandigheden.

Het terugdringen van ELET is binnen ons bereik als we nu handelen. Door beproefde onderwijspraktijken te combineren met geavanceerde technologie, kunnen we veerkrachtigere en ondersteunende onderwijssystemen creëren waarin elke leerling de kans krijgt om te slagen. De tijd om deze innovaties te omarmen en een onderwijslandschap te bouwen dat geen enkele leerling achterlaat, is nu.



Referenties

1. Abd-Alrazaq, A., Alajlani, M., Ahmad, R., AlSaad, R., Aziz, S., Ahmed, A., ... Sheikh, J. (2024). The Performance of Wearable AI in Detecting Stress Among Students: Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Medical Internet Research*, 26(1). <https://doi.org/10.2196/52622>
2. Alexios-Fotios A. Mentis, Lee, D., & Roussos, P. (2024). Applications of artificial intelligence-machine learning for detection of stress: a critical overview. *Molecular Psychiatry*, 29, 1882–1894.
3. Anwar, A., Rehman, I. U., Nasralla, M. M., Khattak, S. B. A., & Khilji, N. (2023). Emotions Matter: A Systematic Review and Meta-Analysis of the Detection and Classification of Students' Emotions in STEM during Online Learning. *Education Sciences*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/educsci13090914>
4. Azizah, Z., Ohyama, T., Zhao, X., Ohkawa, Y., & Mitsuishi, T. (2024). Predicting at-risk students in the early stage of a blended learning course via machine learning using limited data. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 7(June), 100261. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100261>
5. Baneres, D., Rodriguez-Gonzalez, M. E., & Guerrero-Roldan, A. E. (2023). A Real-Time Predictive Model for Identifying Course Dropout in Online Higher Education. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 16(4), 484–499. <https://doi.org/10.1109/TLT.2023.3267275>
6. Bañeres, D., Rodríguez-González, M. E., Guerrero-Roldán, A. E., & Cortadas, P. (2023). An early warning system to identify and intervene online dropout learners. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00371-5>
7. Brand C, E. J., Gabriel Ramirez, V. M., Diaz, J., & Moreira, F. (2024). Toward Educational Sustainability: An AI System for Identifying and Preventing Student Dropout. *Revista Iberoamericana de Tecnologías Del Aprendizaje*, 19, 100–110. <https://doi.org/10.1109/RITA.2024.3381850>
8. Chao Du, C. L., Balamurugan, P., & Selvaraj, P. (2021). Deep Learning-based Mental Health Monitoring Scheme for College Students Using Convolutional Neural Network. *International Journal on Artificial Intelligence Tools*, 30(06n08).
9. Ciolacu, M., Tehrani, A. F., Binder, L., & Svasta, P. M. (2018). Education 4.0 - Artificial Intelligence assisted Higher Education: Early recognition System with Machine Learning to support Students' Success. 2018 IEEE 24th International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME), (MI), 234–238. IEEE.
10. Dharmalingam, R., Baskar, S., & Ataulah, S. T. (2023). A Framework for Predicting the Students at Risk Using AI: A Case Study. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/FIE58773.2023.10343232>
11. Embarak, O. H., & Hawarna, S. (2024). Enhancing Student Success with XAI-Powered RADAR: An Automated AI-driven System for Early Detection of At-risk Students. *Procedia Computer Science*, 231(2023), 151–160. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.12.187>
12. Gedam, S., & Paul, S. (2021). A Review on Mental Stress Detection Using Wearable Sensors and Machine Learning Techniques. *IEEE Access*, 9, 84045–84066. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3085502>
13. Joshi, M. L., & Kanoongo, N. (2022). Depression detection using emotional artificial intelligence and machine learning: A closer review. *Materials Today: Proceedings*, 58, 217–226. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.01.467>
14. Khare, S. K., Blanes-Vidal, V., Nadimi, E. S., & Acharya, U. R. (2024). Emotion recognition and artificial intelligence: A systematic review (2014–2023) and research recommendations. *Information Fusion*, 102(September 2023), 102019. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2023.102019>





15. Kim, Y., Soyata, T., & Behnagh, R. F. (2018). Towards Emotionally Aware AI Smart Classroom: Current Issues and Directions for Engineering and Education. *IEEE Access*, 6, 5308–5331. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2791861>
16. Liu, J., & Wang, H. (2022). Analysis of Educational Mental Health and Emotion Based on Deep Learning and Computational Intelligence Optimization. *Frontiers in Psychology*, 13(June), 1–7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.898609>
17. Liu, S., Zhang, Y., Zhao, L., & Liu, Z. (2024). Academic stress detection based on multisource data: a systematic review from 2012 to 2024. *Interactive Learning Environments*, 1–27. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/10494820.2024.2387744>
18. Marengo, A. Pagano, A. Pange, J. & Soomro, K.A. (2023). The educational value of artificial intelligence in higher education: a ten-year systematic literature review. *Interactive Technology and Smart Education*, 21(4), 625–644. <https://doi.org/10.20944/preprints202311.0055.v1>
19. Mahligawati, F., Allanas, E., Butarbutar, M.H. & Nordin N.A.N. (2023). Artificial intelligence in physics education: a comprehensive literature review. *Journal of Physics Conference Series*, 2596(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2596/1/012080>
20. Mittal, U. Sai, S., Chamola V. & Sangwan, D. (2024). A Comprehensive Review on Generative AI for Education. *IEEE Access*, 12, 142733–142759. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3468368>
21. Nie, J., & Ahmadi Dehrashid, H. (2024). Evaluation of student failure in higher education by an innovative strategy of fuzzy system combined optimization algorithms and AI. *Heliyon*, 10(7), e29182. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29182>
22. Panda, M., Sharma, A., & Jaiswal, G. (2024). Cognitive Wellness Assessment: A Comprehensive Review of Deep Learning and Machine Learning Approaches for Mental Stress Detection in the Digital Age. *Proceedings of the 14th International Conference on Cloud Computing, Data Science and Engineering, Confluence 2024*, 668–673. <https://doi.org/10.1109/Confluence60223.2024.10463296>
23. Pek, R. Z., Ozyer, S. T., Elhage, T., Ozyer, T., & Alhajj, R. (2023). The Role of Machine Learning in Identifying Students At-Risk and Minimizing Failure. *IEEE Access*, 11, 1224–1243. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3232984>
24. QuadC. 20th of February.
25. Roshanaei, M., Olivares, H. & Lopez, R.R. (2023). Harnessing AI to foster equity in education: opportunities, challenges, and emerging strategies. *Journal of Intelligent Learning Systems and Applications*, 15(04), 123–143. <https://doi.org/10.4236/jilsa.2023.154009>
26. Schleiss, J., Laupichler, M.C., Rapuach, T. & Stober, S. (2023). AI course design planning framework: developing domain-specific ai education courses. *Education Sciences*, 13(9), 954. <https://doi.org/10.3390/educsci13090954>
27. Shoaib, M., Sayed, N., Singh, J., Shafi, J., Khan, S., & Ali, F. (2024). AI student success predictor: Enhancing personalized learning in campus management systems. *Computers in Human Behavior*, 158(May), 108301. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2024.108301>
28. Singh, M., Bharti, S., Kaur, H., Arora, V., Saini, M., Kaur, M., & Singh, J. (2022). A Facial and Vocal Expression Based Comprehensive Framework for Real-Time Student Stress Monitoring in an IoT-Fog-Cloud Environment. *IEEE Access*, 10, 63177–63188. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3183077>
29. Tiwari, S., & Agarwal, S. (2021). A Shrewd Artificial Neural Network-Based Hybrid Model for Pervasive Stress Detection of Students Using Galvanic Skin Response and Electrocardiogram Signals. *Big Data*, 9(6). <https://doi.org/https://doi.org/10.1089/big.2020.0256>





30. Ujkani, B., Minkovska, D., & Hinov, N. (2024). Course Success Prediction and Early Identification of At-Risk Students Using Explainable Artificial Intelligence. *Electronics (Switzerland)*, 13(21), 1–24. <https://doi.org/10.3390/electronics13214157>
31. Vistorte, A. O. R., Deroncelle-Acosta, A., Ayala, J. L. M., Barrasa, A., López-Granero, C., & Martí-González, M. (2024). Integrating artificial intelligence to assess emotions in learning environments: a systematic literature review. *Frontiers in Psychology*, 15(June). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1387089>
32. Zhao, H. (2024). Psychological Health Assessment and Intervention System for Chemical Engineering Students Based on Emotional Computing Technology. *Journal of Electrical Systems*, 20(3s), 1874–1885. <https://doi.org/10.52783/jes.1727>

