



VIRTUALIZED DETECTOR LEARNING PLATFORM

Software Architectuur Document

Egberts, Mees

S1120441

Datum:	P3 & P4
Bedrijf:	RedAnt
School:	Hogeschool Leiden
Opleiding:	Informatica
Versie:	1.0

Documenthistorie

Datum	Versie	Beschrijving	Auteur
11-03-2024	0.1	Initiële versie	Mees Egberts
12-03-2024	0.2	Hoofdstuk nummers toegevoegd	Mees Egberts
19-03-2024	0.3	Hoofdstuk 9.4 en 9.5 toegevoegd	Mees Egberts
27-03-2024	0.4	Communicatie over gRPC in plaats van RabbitMQ vervangen in hoofdstuk 1.1, 3.1 en 3.2	Mees Egberts
28-03-2024	0.5	RabbitMQ vervangen met gRPC in hoofdstuk 5	Mees Egberts
28-03-2024	0.5	Deployment en pipelines herzien in hoofdstuk 7	Mees Egberts
28-03-2024	0.5	gRPC toegevoegd in hoofdstuk 8.4 en ontwikkelconcepten aangepast in hoofdstuk 8.6	Mees Egberts
28-03-2024	0.5	gRPC en event sourcing toegevoegd in architectuurbeslissingen van hoofdstuk 9	Mees Egberts
26-04-2024	0.6	Hoofdstuk 7 aangepast met nieuwe deploy strategie	Mees Egberts
26-04-2024	0.6	Overige kleine aanpassingen	Mees Egberts
22-05-2024	1.0	Conceptversie	Mees Egberts

Tabel 1. Documentenhistorie

Begrippen en afkortingen

Begrip	Uitleg
UI	Het deel van de app waarmee gebruikers interactie hebben, inclusief knoppen en schermen
DAO	Een patroon om database-interacties te abstraheren, biedt een interface voor data-toegang
RabbitMQ	Een open-source berichtenbroker die complexe berichten ondersteunt, gebruikt voor asynchrone communicatie
Database	Een georganiseerde verzameling gegevens, opgeslagen en toegankelijk via een computersysteem
AMQP	Een protocol voor berichtenoriëntatie, queuing, routing, betrouwbaarheid en beveiliging
Component library	Een verzameling herbruikbare componenten of controls die gebruikt worden in softwareontwikkeling
Component-tree	Een hiërarchische representatie van de componenten die in een applicatie worden gebruikt
Requests	Berichten verzonden door een client om data van een server te vragen of acties te laten uitvoeren
Fetch	Verwijst naar operaties die uitgevoerd worden op de server, in tegenstelling tot op de client
Server-Side	Verwijst naar operaties die uitgevoerd worden op de server, in tegenstelling tot op de client
ORM	Een techniek om databases te manipuleren met object-georiënteerde talen
Edge computing	Het verwerken van gegevens dicht bij de rand van het netwerk, dicht bij de bron van de gegevens

Tabel 2. Begrippen en afkortingen

Inhoudsopgave

Documenthistorie.....	1
Begrippen en afkortingen	2
1 Inleiding en doelstellingen	7
1.1 Requirements	7
1.2 Kwaliteitsdoelstellingen	10
1.3 Stakeholders	11
2 Beperkingen.....	12
2.1 Technische Beperkingen	12
2.2 Organisatorische en politieke beperkingen	12
2.3 Conventies	13
3 Context en scope	14
3.1 Zakelijk context	14
3.1.1 Actoren	15
3.2 Technische context	16
4 Oplossingsstrategie	18
5 Building Block View.....	19
5.1 Whitebox Overall System	19
5.1.1 Motivatie	20
5.1.2 Blackboxes.....	20
5.1.3 Belangrijke interfaces.....	20
5.2 Level 2	21
5.2.1 Detector Integration Service	22
5.2.2 Server action	22
5.2.3 Authenticatie Service	23
5.3 Level 3	24
5.3.1 Detector Integration Service	24
6 Runtime View.....	26
6.1 UC-1 - Registreren voor het leerplatform.....	26
6.1.1 User Stories	26
6.1.2 Functionele Requirements	26
6.1.3 Acceptatiecriteria.....	26
6.1.4 Diagram	27
6.1.5 Uitleg	27
6.2 UC-2 - Inloggen op het leerplatform	28
6.2.1 User Stories	28
6.2.2 Functionele Requirements	28
6.2.3 Acceptatiecriteria.....	28

6.2.4	Diagram	29
6.2.5	Uitleg	29
6.3	UC-5 - Een cursus maken	30
6.3.1	User Stories	30
6.3.2	Functionele Requirements	30
6.3.3	Acceptatiecriteria.....	30
6.3.4	Diagram	31
6.3.5	Uitleg	31
6.4	UC-6 - Een cursus bewerken.....	32
6.4.1	User Stories	32
6.4.2	Functionele Requirements	32
6.4.3	Acceptatiecriteria.....	32
6.4.4	Diagram	33
6.4.5	Uitleg	33
6.5	UC-7 - Een cursus verwijderen	34
6.5.1	User Stories	34
6.5.2	Functionele Requirements	34
6.5.3	Acceptatiecriteria.....	34
6.5.4	Diagram	35
6.5.5	Uitleg	35
6.6	UC-9 - Lessen maken binnen een cursus	36
6.6.1	User Stories	36
6.6.2	Functionele Requirements	36
6.6.3	Acceptatiecriteria.....	36
6.6.4	Diagram	37
6.6.5	Uitleg	37
6.7	UC-10 - Lessen maken binnen een cursus	38
6.7.1	User Stories	38
6.7.2	Functionele Requirements	38
6.7.3	Acceptatiecriteria.....	38
6.7.4	Diagram	39
6.7.5	Uitleg	39
6.8	UC-11 - Lessen verwijderen	40
6.8.1	User Stories	40
6.8.2	Functionele Requirements	40
6.8.3	Acceptatiecriteria.....	40
6.8.4	Diagram	41
6.8.5	Uitleg	41
6.9	UC-12 - Detector tonen in het leerplatform	42
6.9.1	User Stories	42
6.9.2	Functionele Requirements	42
6.9.3	Acceptatiecriteria.....	42
6.9.4	Diagram	43
6.9.5	Uitleg	43
6.10	UC-13 - Beheren van interactie tussen cursusinhoud en detector	44
6.10.1	User Stories	44
6.10.2	Functionele Requirements.....	44
6.10.3	Acceptatiecriteria	44

6.10.4	Diagram	45
6.10.5	Uitleg	45
6.11	UC-15 - Synchronisatie van acties tussen cursusinhoud en detector	46
6.11.1	User Stories	46
6.11.2	Functionele Requirements	46
6.11.3	Acceptatiecriteria	46
6.11.4	Diagram	46
6.12	UC-16 - Gesimuleerde metingen beheren	47
6.12.1	User Stories	47
6.12.2	Functionele Requirements	47
6.12.3	Acceptatiecriteria	47
6.12.4	Diagram	48
6.12.5	Uitleg	48
6.13	UC-17 - Starten van gesimuleerde metingen op specifieke cursusmomenten	49
6.13.1	User Stories	49
6.13.2	Functionele Requirements	49
6.13.3	Acceptatiecriteria	49
6.13.4	Diagram	50
6.13.5	Uitleg	50
6.14	UC-42 - Een cursus volgen	51
6.14.1	User Stories	51
6.14.2	Functionele Requirements	51
6.14.3	Acceptatiecriteria	52
6.14.4	Diagrammen	53
6.14.5	Uitleg	54
6.15	UC-44 - Trainers uitnodigen voor organisatie	55
6.15.1	User Stories	55
6.15.2	Functionele Requirements	55
6.15.3	Acceptatiecriteria	55
6.15.4	Diagram	56
6.15.5	Uitleg	56
7	Deployment view	57
7.1	Infrastructuurniveau 1	57
7.1.1	Overzicht van de infrastructuur	58
7.1.2	Motivatie	58
7.1.3	Kwaliteit en/of Prestatiekenmerken	58
7.1.4	Mapping	59
7.2	Infrastructuurniveau 2	60
7.2.1	Cloud Services	61
8	Concepten	62
8.1	Domeinconcepten	62
8.2	Gebruikers ervaringsconcepten (UX)	63
8.3	Veiligheids- en beveiligingsconcepten	64
8.3.1	Data Encryptie	64
8.3.2	Authenticatie en Autorisatie	64

8.3.3	Algemene beveiliging.....	64
8.4	Architectuur- en ontwerppatronen	65
8.5	Technische Besluitvorming	67
8.6	Ontwikkelingsconcepten	68
9	Architectuurbeslissingen	70
9.1	Technologiestack Keuze.....	70
9.2	Vercel.....	71
9.3	Communicatieprotocol.....	72
9.4	Database Technologie.....	73
9.5	Authenticatie service	74
9.6	Schadcn/UI	75
9.7	Event Sourcing.....	76
10	Kwaliteitseisen.....	77
10.1	Eisen	77
10.2	Scenario's	79
10.2.1	Betrouwbaarheid	79
10.2.2	Beveiliging	79
10.2.3	Prestatie-efficiëntie	79
10.2.4	Onderhoudbaarheid	80
10.2.5	Gebruiksvriendelijkheid	80
11	Risico's.....	81
11.1	Afhankelijkheid van detector functionaliteit	81
11.1.1	Beschrijving	81
11.1.2	Potentiële gevolgen.....	81
11.1.3	Mitigatiestrategieën	81

1 Inleiding en doelstellingen

Dit document introduceert de architectuur van het online leerplatform, ontwikkeld om de training van detectieapparatuur te verbeteren. Het stelt organisaties in staat om zelf interactieve, digitale cursussen te ontwerpen en aan te bieden, met als doel training efficiënter, toegankelijker en veiliger te maken.

Centraal staat het bieden van een kosteneffectieve, schaalbare oplossing die voldoet aan de hedendaagse e-learning standaarden, mede mogelijk gemaakt door de integratie met de Experience API (xAPI). Het platform richt zich op kwaliteitsdoelen zoals schaalbaarheid, beveiliging en betrouwbaarheid, essentieel voor organisaties, eindgebruikers en ontwikkelaars.

Het einddoel is een platform dat een nieuwe manier van trainen faciliteert, door organisaties de tools te geven om hun eigen educatieve content te creëren en te verspreiden binnen een innovatieve leeromgeving

1.1 Requirements

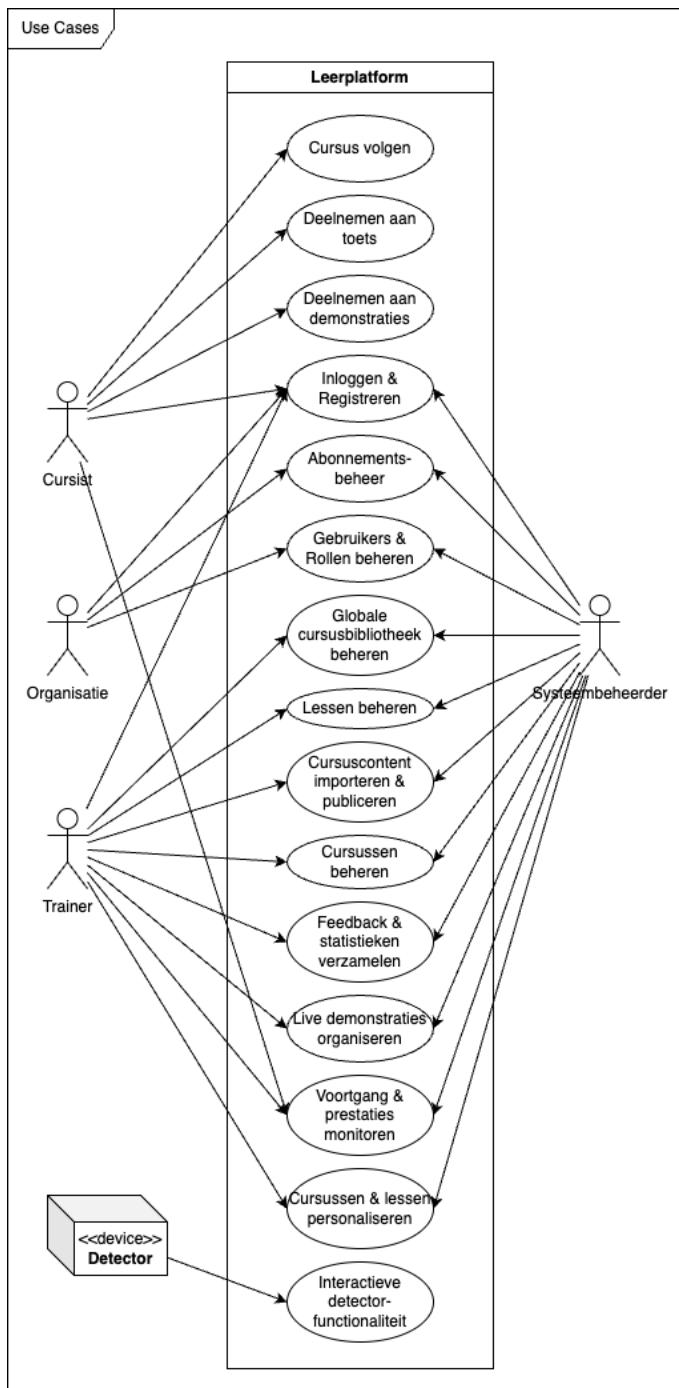
In de ontwikkelingsfase van het leerplatform, ontworpen om de training voor het gebruik van detectieapparatuur te veranderen, is er een set functionele requirements vastgesteld die de ruggengraat vormen van het systeem. Deze requirements zijn verzameld en gedocumenteerd in ons Software Requirement Specification (SRS) document en de methodologie achter deze verzameling is uiteengezet in het Software Elicitation Document.

De motivatie achter het creëren van dit platform is tweeledig. Ten eerste streven we ernaar de ondersteuning van zakelijke activiteiten binnen organisaties te verbeteren door een innovatieve, efficiënte en veilige methode voor training aan te bieden. Ten tweede is het onze doelstelling om de kwaliteit van de training significant te verhogen, waardoor organisaties in staat worden gesteld om zelfstandig en flexibel cursussen te ontwikkelen en aan te bieden die zijn afgestemd op hun specifieke behoeften.

De functionele requirements die ik heb geïdentificeerd, belichten verschillende aspecten van het systeem, van gebruikersregistratie en cursusbeheer tot interactiviteit en voortgangsmonitoring. Deze requirements dienen als leidraad voor het ontwikkelingsteam tijdens het ontwerpproces.

Requirements	Categorie	Samenvatting
FR-1, FR-2, FR-3, FR-7, FR-8, FR-9, FR-10	Gebruikers- en Organisatiemanagement	Registratie, toegangsbeheer, en gebruikersuitnodigingen voor organisaties
FR-18, FR-20, FR-21, FR-23, FR-28, FR-29, FR-31, FR-33	Cursus- en Lesbeheer	Beheer van cursussen en lessen, inclusief creatie, aanpassing, publicatie, en verwijdering
FR-36, FR-37, FR-38, FR-39, FR-40, FR-41, FR-43, FR-44, FR-45, FR-46	Interactiviteit en Voortgangsmonitoring	Interactieve detectorfunctionaliteit en monitoring van gebruikersvoortgang en prestaties
FR-47, FR-48, FR-50, FR-52, FR-53	Abonnements- en Toegangscontrole	Abonnementsmanagement en toegangscontrole gebaseerd op abonnementsniveau
FR-84, FR-85, FR-88, FR-90, FR-92, FR-93, FR-95, FR-96, FR-98, FR-99	Globale Cursusbibliotheek	Beheer van de globale bibliotheek, inclusief cursusimport en -publicatie
FR-54, FR-55, FR-56, FR-57, FR-58, FR-59, FR-60	Toetsing en Evaluatie	Ontwerp, configuratie en uitvoering van toetsen; beoordeling en analyse van resultaten
FR-61, FR-62, FR-63, FR-64, FR-65, FR-66, FR-67, FR-68, FR-69	Demonstratie evenementen	Creëren, uitnodigen en beheren van interactieve live demonstratie-evenementen
FR-70, FR-71, FR-72, FR-73, FR-74, FR-75, FR-76, FR-77, FR-78, FR-79, FR-80, FR-81, FR-82, FR-83	Hosting en Toegangsbeheer	Opties voor platformhosting en beheer van toegangsrechten voor organisaties en gebruikers

Tabel 3. Samenvatting van functionele requirements



Figuur 1. Use case diagram

1.2 Kwaliteitsdoelstellingen

De architectuur van het leerplatform richt zich op het vervullen van kritieke kwaliteitsdoelen, die essentieel zijn voor de tevredenheid van onze stakeholders. Deze doelen zijn gekozen op basis van de ISO 25010 standaard¹. Voor het project zijn de volgende kwaliteitsdoelen geïdentificeerd als de hoogste prioriteit:

ID	Kwaliteitsdoel	Beschrijving	Prioriteit
QG-1	Betrouwbaarheid	Het platform moet consistent een gespecificeerd prestatieniveau handhaven onder de verwachte bedrijfsomstandigheden. Dit omvat een sterke nadruk op fouttolerantie en systeemstabiliteit om de impact van eventuele storingen op gebruikers te minimaliseren.	Hoog
QG-2	Beveiliging	De bescherming van gebruikersgegevens en cursusmateriaal tegen ongeautoriseerde toegang, gebruik, wijziging, vernietiging of openbaarmaking is cruciaal. De architectuur moet beveiligingsmaatregelen implementeren, waaronder encryptie, toegangscontrole, en veilige datatransmissie.	Hoog
QG-3	Prestatie-efficiëntie	Het systeem moet optimale prestaties leveren met betrekking tot de gebruikte middelen. Dit houdt in dat de architectuur geoptimaliseerd is voor snelle responsiviteit, zelfs bij hoge belasting of grote hoeveelheden gelijktijdige gebruikers.	Hoog
QG-4	Onderhoudbaarheid	Aanpassingen, verbeteringen, en uitbreidingen zijn belangrijk voor de evolutie van het platform. De architectuur moet zodanig ontworpen zijn dat wijzigingen in de omgeving of in de vereisten efficiënt doorgevoerd kunnen worden zonder significante disrupties.	Middel
QG-5	Gebruiksvriendelijkheid	Het platform moet toegankelijk en eenvoudig te gebruiken zijn voor een brede doelgroep, inclusief organisaties, trainers en cursisten. Dit vereist een intuïtieve gebruikersinterface en navigatie, minimale trainingsvereisten en aantrekkelijk ontwerp.	Middel

Tabel 4. Kwaliteitsdoelstellingen voor het leerplatform

¹ <https://iso25000.com/index.php/en/iso-25000-standards/iso-25010>

1.3 Stakeholders

Voor de ontwikkeling van het leerplatform zijn diverse stakeholders geïdentificeerd, wiens behoeften en verwachtingen van belang zijn voor het succes van het project. Een analyse van de stakeholders is uitgevoerd als onderdeel van het "Bijlage A1 - Requirements Elicitation Document". Dit onderzoek heeft geleid tot het vaststellen van specifieke behoeften en verwachtingen, die vervolgens zijn verwerkt in het "Bijlage A3 - Software Requirement Specification" document. Hieronder volgt een overzicht van de belangrijkste stakeholders, hun rollen en de verwachtingen die zij hebben ten aanzien van de architectuur en de documentatie van het systeem:

Rol	Contact	Verwachtingen
CBRN Detector Trainers	herman.gerards@telenet.be	Verwachten een systeem dat intuïtieve creatie en beheer van cursusinhoud biedt (FR-18, FR-20), evenals uitgebreide interactieve detectorfunctionaliteiten (FR-36, FR-37).
Detector Fabrikanten	heijmerikx@dijkstra.net	Streven ernaar hun producten te verrijken door het aanbieden van cursussen die uitleggen hoe hun detectoren werken (FR-73), met nadruk op naadloze integratie binnen het platform (FR-36, FR-37) en sterke beveiliging voor hun data (QG2, QG3).
RedAnt	info@redant.nl	Vereist duidelijke richtlijnen voor het ontwikkelen van een schaalbare, onderhoudbare en beveiligde architectuur (QG1, QG3, QG4), evenals gedetailleerde specificaties voor alle functies (alle FR's).
Eindgebruikers (Cursisten)	N.V.T	Verwachten een toegankelijke en gebruiksvriendelijke leerervaring (FR-102, FR-103), inclusief de mogelijkheid om feedback te ontvangen (FR-104) en prestaties te monitoren (FR-43, FR-44).

Tabel 5. Overzicht van belangrijkste stakeholders

2 Beperkingen

Architectuurbependingen definiëren de grenzen binnen welke ontwerp- en implementatiebeslissingen moeten worden genomen. Deze beperkingen zijn afkomstig uit verschillende bronnen, zoals technische requirements, organisatorische richtlijnen en externe regelgeving. Het herkennen en adresseren van deze beperkingen is van belang voor de ontwikkeling van het systeem. Hieronder volgt een overzicht van de primaire beperkingen waarmee ons project te maken heeft.

2.1 Technische Beperkingen

ID	Beschrijving	Uitleg
TC1	Compatibiliteit	Het platform moet compatibel zijn met de belangrijkste webbrowsers, zoals Chrome, Firefox, Safari en Edge.
TC2	Responsief ontwerp	Het ontwerp moet responsief zijn om een optimale gebruikerservaring te bieden op verschillende apparaten, zoals desktops, tablets en smartphones.
TC3	Beveiliging van gegevens	Sterke beveiligingsmaatregelen zijn vereist om gebruikersgegevens te beschermen tegen ongeautoriseerde toegang, gebruik en datalekken.
TC4	Deploymentflexibiliteit	Moet geschikt zijn voor zowel cloudinfrastructuur als on-premise serverimplementaties, met ondersteuning voor schaalbaarheid en resourcebeheer.

Tabel 6. Technische beperkingen

2.2 Organisatorische en politieke beperkingen

ID	Beschrijving	Uitleg
OP1	Adherentie aan educatieve standaarden	Het platform moet voldoen aan nationale en internationale educatieve standaarden en richtlijnen voor online leren (xAPI), om de kwaliteit en effectiviteit van het aangeboden onderwijs te waarborgen.
OP2	Data-uitwisseling en -privacy	Het platform moet voldoen aan de wetgeving op het gebied van data-uitwisseling en privacy, zoals de GDPR in de EU, wat invloed heeft op de architecturale beslissingen rondom datamanagement en -opslag.
OP3	Meertaligheid	Het platform moet meerdere talen ondersteunen om een breed en internationaal publiek te bedienen, wat eisen stelt aan de content managementsystemen en de UI/UX ontwerpen.
OP4	Stakeholder engagement en feedback	Continue betrokkenheid van en feedback van alle stakeholders is vereist voor iteratieve verbeteringen, wat betekent dat het platform flexibel ontworpen moet zijn om aanpassingen efficiënt door te kunnen voeren.

Tabel 7. Organisatorische en politieke beperkingen

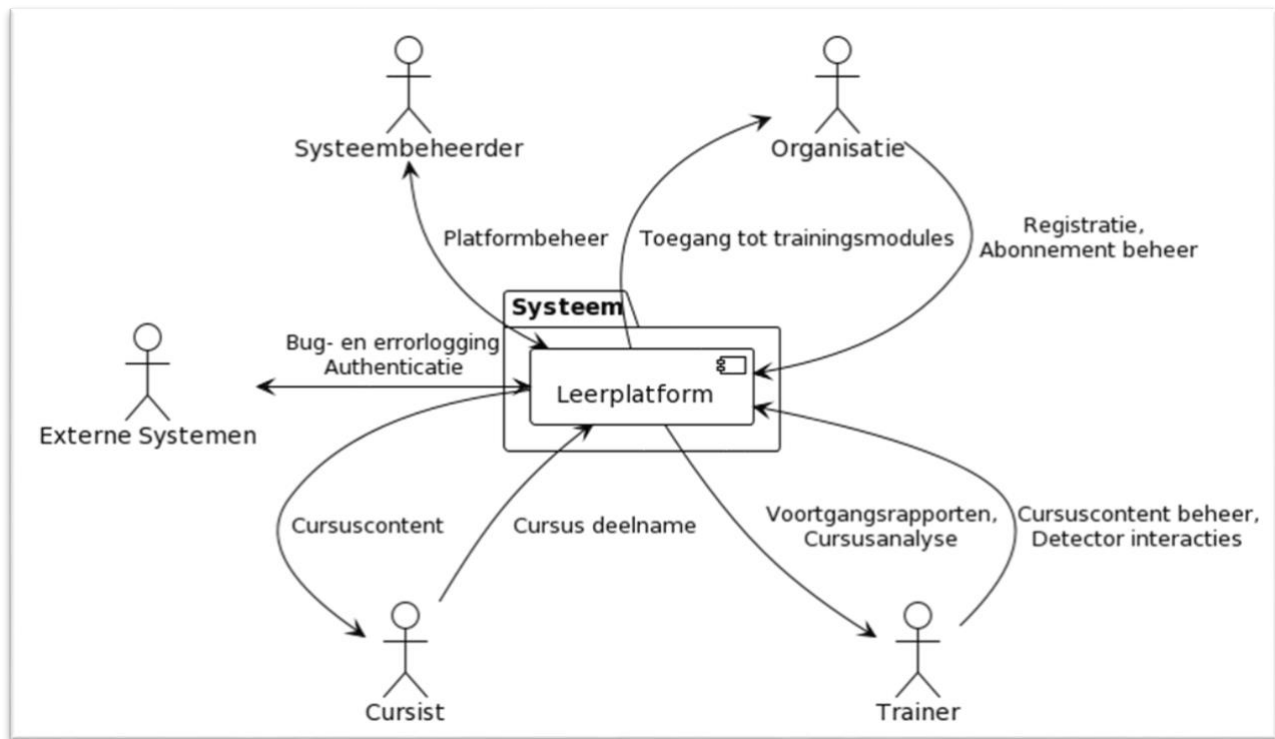
2.3 Conventies

ID	Beschrijving	Uitleg
C1	Codeerstandaarden	De code moet voldoen aan industrie-standaarden en best practices voor helderheid, onderhoudbaarheid en beveiliging.
C2	Versiebeheer	Het gebruik van Git voor versiebeheer met strikte regels voor branch management en commit berichten.
C3	Naamgevingsconventies	Consistente naamgeving voor alle code-elementen, databaseschema's en documentatie is vereist voor eenvoudig beheer en onderhoud.

Tabel 8. Conventies

3 Context en scope

3.1 Zakelijk context



Figuur 2. Business context diagram

Communicatiepartner	Input naar het systeem	Output van het systeem
Organisaties	• Uitnodigingen aan trainers • Registratieaanvragen • Abonnementsbeheer	• Toegang tot platform voor hun trainers • Aangepaste trainingsmodules ontwikkeld door trainers • Abonnementsdetails
Trainers	• Cursusmodules creëren/bewerken/verwijderen • Detector simulatie commando's • Lesmateriaal • Toets- en evaluatiemateriaal	• Voortgangsrapporten van cursisten • Feedback op cursus inhoud
Cursisten	• Inschrijvingen voor cursussen • Deelname aan lessen	• Voortgang en voltooiingscertificaten

	• Interacties met cursuscontent en gesimuleerde detectors	
Externe Systemen	• xAPI leerdata voor synchronisatie • Authenticatieverzoeken van gebruikers	• Synchronisatiebevestigingen • Gebruikersauthenticatie • Export van gebruikers- en leerprestatiedata
Systeembeheerders	Volledige controle over het platform: gebruikersbeheer, configuratie, toegangsrechten, en alle andere beheeractiviteiten	Volledige toegang tot alle systeemfuncties en -gegevens, Inclusief administratieve tools en rapportages

Tabel 9. Communicatiepartners en data-uitwisseling met het leerplatform

3.1.1 Actoren

3.1.1.1 Organisaties

Verantwoordelijk voor het uitnodigen van trainers om cursussen te ontwikkelen. Ze verstrekken de nodige informatie voor registratie en abonnementsbeheer. De output is gericht op toegang tot het platform voor hun trainers en het faciliteren van op maat gemaakte trainingsmodules

3.1.1.2 Systeembeheerders

Als beheerders hebben zij volledige controle over het platform, met de bevoegdheid om vrijwel elke actie uit te voeren, waaronder gebruikers-, configuratie-, en toegangsbeheer. Outputs omvatten uitgebreide beheertools en diepgaande rapportages over het gehele systeem.

3.1.1.3 Trainers

Op uitnodiging van organisaties ontwikkelen zij de cursuscontent. Ze creëren, bewerken en publiceren interactieve lessen en toetsen. Ze ontvangen voortgangsrapporten van cursisten, wat essentieel is voor het aanpassen en verbeteren van de trainingsmaterialen.

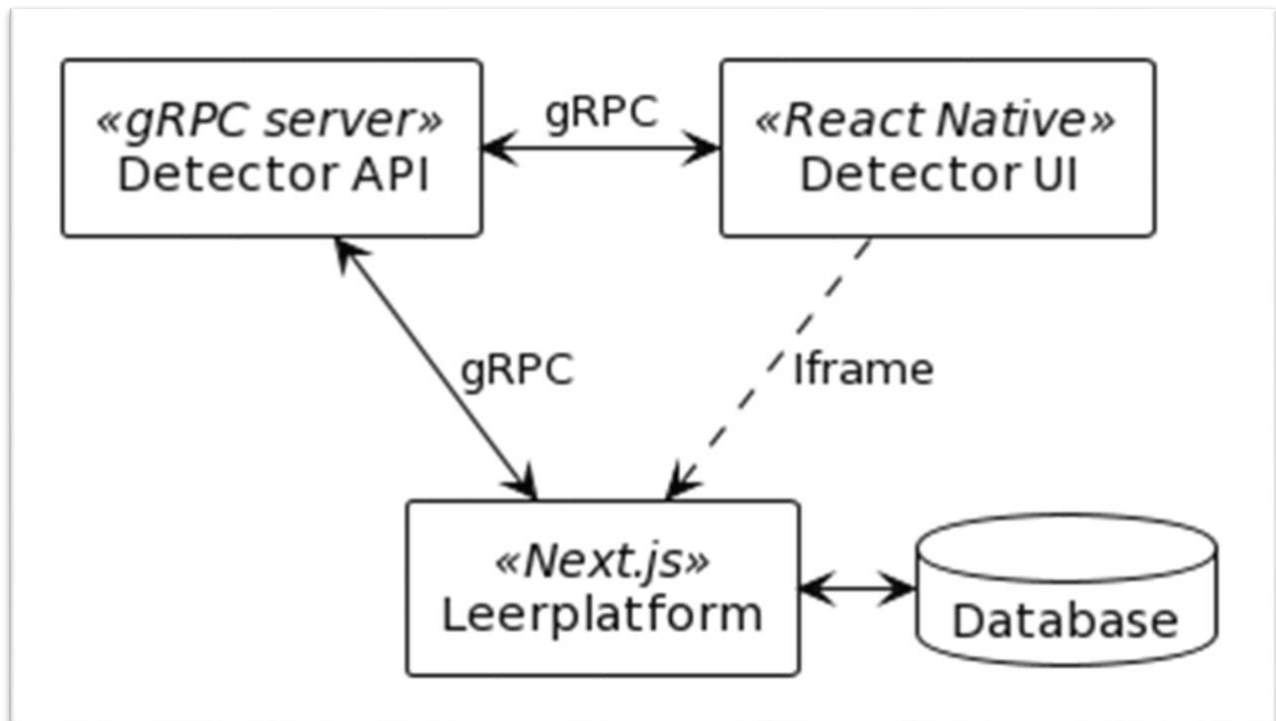
3.1.1.4 Cursisten

Actieve deelnemers aan het platform, die zich inschrijven voor en deelnemen aan cursussen. Hun interacties leveren essentiële outputs op, zoals educatieve content, toets resultaten, en certificaten.

3.1.1.5 Externe Systemen

Bieden ondersteuning voor gebruikersauthenticatie, betalingen en de uitwisseling van leerdata via xAPI, zonder gebruik van traditionele LMS-systemen. Outputs omvatten bevestiging van succesvolle authenticatie en gedetailleerde leerdata voor zowel het platform als de gebruikers.

3.2 Technische context



Figuur 3. Technische context voor het leerplatform

Component	Communicatiepartner	Kanaal	Beschrijving
Leerplatform	Detector UI	Iframe	Laadt de Detector UI in de Next.js applicatie via een Iframe.
Leerplatform	Detector API	Remote Procedure Call (gRPC)	Houdt de cursus gesynchroniseerd met de detector en andersom
Detector API	Detector UI	Remote Procedure Call (gRPC)	Toont de detector

Tabel 10. Componenten en communicatiekanalen van systemen binnen het leerplatform

4 Oplossingsstrategie

Kwaliteitsdoel	Scenario	Oplossingsbenadering	Link naar details
Betrouwbaarheid	Fouten in de applicatie leiden niet tot langdurige uitval.	Implementatie van robuuste foutafhandeling en logging in Next.js, gebruikmakend van built-in features en externe monitoringtools.	Betrouwbaarheid Technologiestack Keuze Betrouwbaarheid
Beveiliging	Bescherming tegen ongeautoriseerde toegang.	SSL/TLS voor veilige communicatie, JWT voor sessiebeheer en role-based toegangscontroles.	Authenticatie Service Beveiliging Veiligheids- en beveiligingsconcepten Beveiliging
Prestatie-efficiëntie	Snel laden van pagina's, zelfs onder hoge belasting.	Gebruik van Next.js' Static Generation voor optimale laadtijden en caching strategieën.	Kwaliteit en/of Prestatiekenmerken Technologiestack Keuze Prestatie-efficiëntie
Onderhoudbaarheid	Eenvoudige updates en toevoegingen mogelijk.	Modulaire structuur in Next.js met herbruikbare componenten en duidelijke code-organisatie.	Architectuur- en ontwerppatronen Technische Besluitvorming Ontwikkelingsconcepten Architectuurbeslissingen Onderhoudbaarheid
Gebruiksvriendelijkheid	Intuïtieve navigatie en interactie voor de gebruiker.	Ontwerp op basis van gebruikersfeedback, ondersteund door UI/UX-best practices en toegankelijkheidsstandaard en.	Gebruikers ervaringsconcepten (UX)

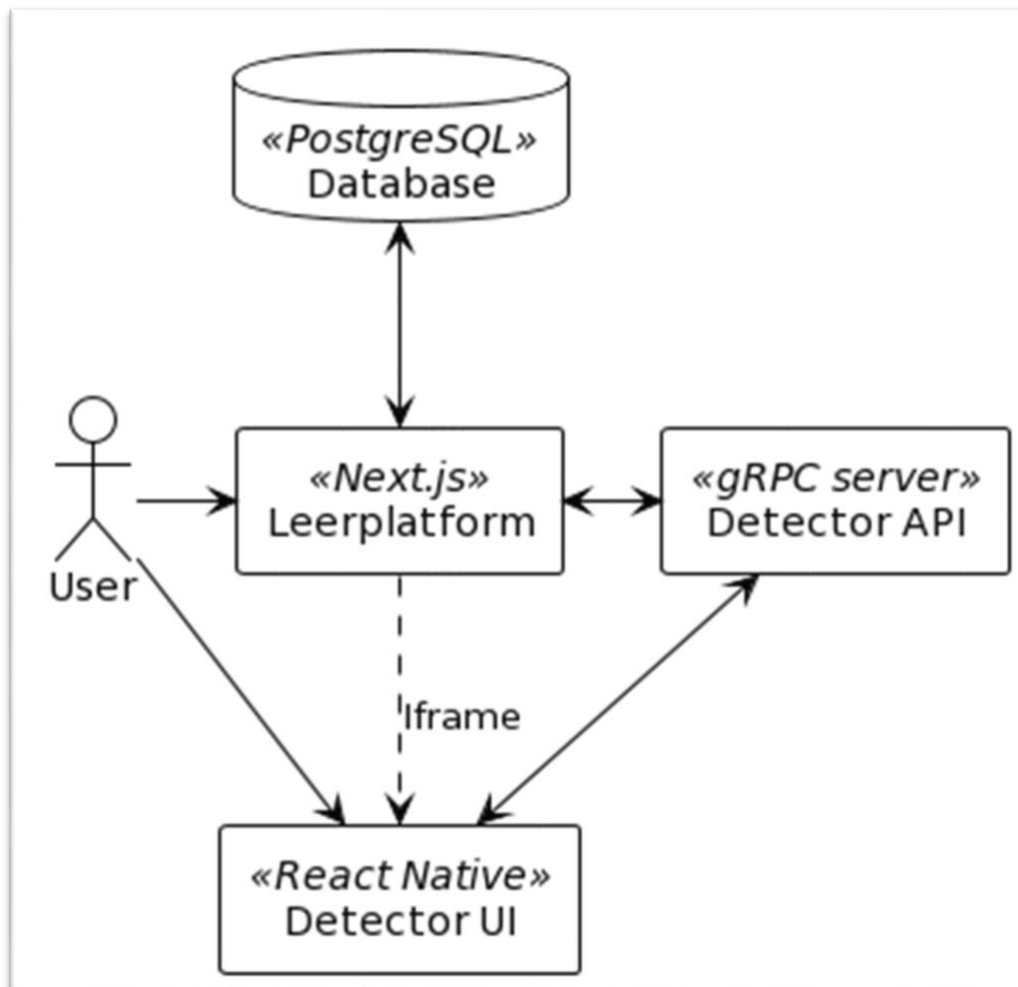
Tabel 11. Oplossingsstrategieën

5 Building Block View

5.1 Whitebox Overall System

Het leerplatform is gecentreerd rond het leerplatform, die als hoofdtoegangspunt voor gebruikers dient. Deze applicatie integreert met een PostgreSQL database voor het beheer van alle gegevens, cursusinhoud, en voortgangsdataba.

Voor interacties met de gevirtualiseerde detectieapparatuur worden twee componenten gebruikt: de "Detector UI", ontwikkeld met React Native, biedt een interface voor gebruikersinteracties, terwijl de "Detector API", een gRPC Server, de backend-logica en communicatie tussen het platform en de detectieapparatuur verzorgt. Het leerplatform communiceert met de "Detector UI" via een Iframe en met de "Detector API" door middel van gRPC met protocol buffers, wat zorgt voor efficiënte operaties.



Figuur 4. Level 1 van het leerplatform in de building block view

5.1.1 Motivatie

De huidige decompositie van het diagram is gekozen om de samenhang en interactie tussen verschillende technologieën en componenten binnen het leerplatform te benadrukken. Het gebruik van Next.js voor het leerplatform ondersteunt moderne web ontwikkelingspraktijken en optimaliseert de gebruikerservaring. De implementatie van een gRPC Server voor de "Detector API" verzekert efficiënte, schaalbare communicatie tussen de platformcomponenten, essentieel voor real-time detector-functionaliteiten. Deze architecturale opzet zorgt voor een duidelijke scheiding van zorgen en een robuuste basis voor toekomstige uitbreidingen van het platform.

5.1.2 Blackboxes

Component	Doel
Leerplatform	Dient als de primaire interface voor gebruikersinteracties en logica van het platform.
Detector UI	Biedt een gebruikersinterface specifiek voor de interactie met detectieapparatuur.
Database	Opslag van alle gegevens gerelateerd aan cursusmateriaal, en activiteiten.
Detector API	Interface voor de communicatie tussen het leerplatform en de detectieapparatuur.

Tabel 12. Blackboxes van het leerplatform

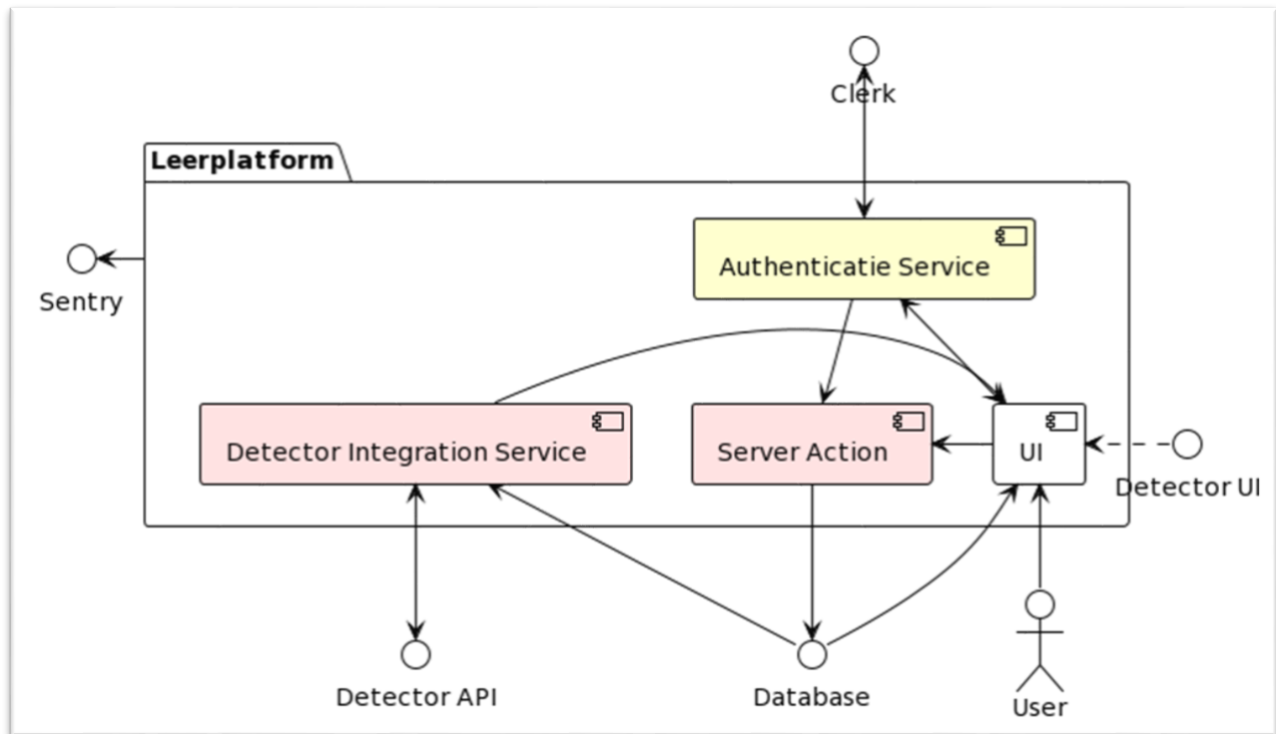
5.1.3 Belangrijke interfaces

Interface	Beschrijving
Leerplatform - Detector API	Faciliteert bidirectionele communicatie tussen de gevirtualiseerde detectoren en de cursus binnen het leerplatform.
Leerplatform - Database	Maakt data-uitwisseling mogelijk tussen het leerplatform en de database voor het beheer van opgeslagen gegevens.
Detector UI - Detector API	Het visuele en interactieve aspect van de detector. Geeft de logica van de detector API weer.

Tabel 13. Belangrijke interfaces in whitebox overall system diagram

5.2 Level 2

In dit gedeelte duiken we dieper in de structuur van enkele belangrijke bouwblokken van het leerplatform.



Figuur 5. Componenten binnen de Next.js applicatie van het leerplatform

5.2.1 Detector Integration Service

De Detector Integration Service faciliteert communicatie tussen het leerplatform en de Detector API. Dit gaat doormiddel van asynchrone communicatie over gRPC. Deze service zal de cursus synchroon houden met de detector en andersom.

5.2.1.1 Motivatie

Deze service is voor het verwerken van gegevens en commando's van detectoren, wat de kernfunctionaliteit van het platform ondersteunt.

5.2.1.2 Blackboxes

Component	Doel
Database	Bewaart gegevens over wat de detector integration service moet doen bij een stap in de cursus en wat de detector moet zijn op en bepaald moment in de cursus.
UI	Verzorgt de visuele feedback van het verwerken van berichten van de detector API
Detector API	Ontvangt commando's van en zendt data naar de virtuele detectoren

Tabel 14. Blackboxes voor de detector integration service

5.2.2 Server action

Server actions zijn asynchrone functies die op de server worden uitgevoerd. Deze kunnen zowel op de client als op de server worden aangeroepen. Ze zijn bedoeld om gegevens mutaties op de server af te handelen.

5.2.2.1 Motivatie

Gegevens zullen met regelmatig moeten worden verwerkt vanaf de UI. De UI zal een verzoek versturen naar een server action om de data te verwerken.

5.2.2.2 Blackboxes

Component	Doel
UI	De UI zal data verzamelen in bijvoorbeeld formulieren en deze data vervolgens naar een server action versturen om deze verder te verwerken
Database	Na het valideren en mogelijk andere acties kan de server action de data opslaan in een database
Authenticatie Service	Soms is het van belang dat een server action checkt of de gebruiker toegang heeft tot een bepaalde actie, daarom zal de server action ook gegevens moeten verkrijgen vanuit de Authenticatie Service.

Tabel 15. Blackboxes voor de AMQP-service

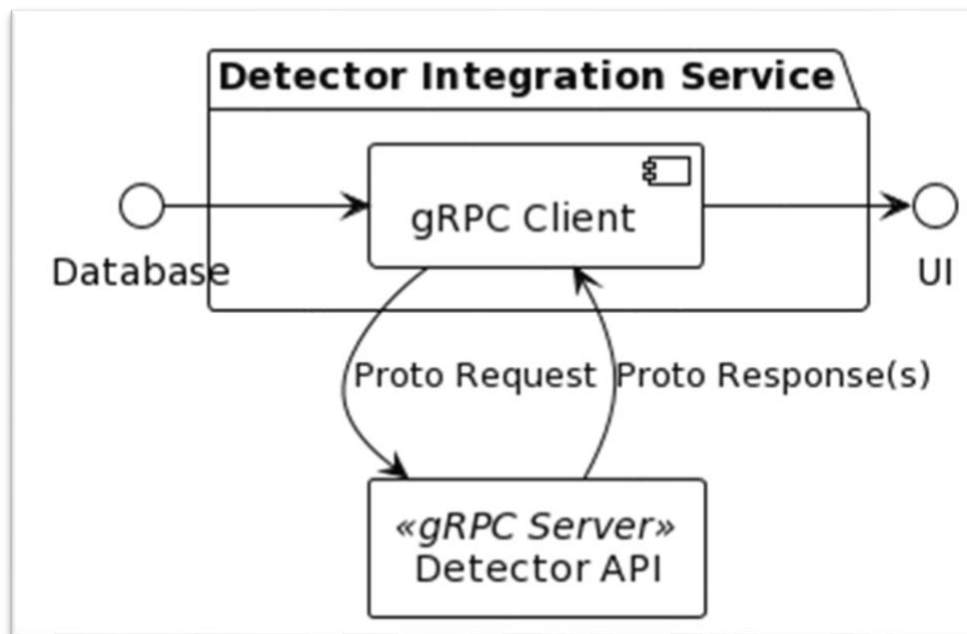
5.2.3 Authenticatie Service

De authenticatie service wordt verzorgd door Clerk. Clerk is een Authentication as a Service (AaaS). Clerk verzorgt de formulieren voor het registreren, inloggen en andere authenticatie functionaliteiten. Verder beschikt Clerk ook over een *middleware*. Dat is een stuk code wat voor elk verzoek naar de applicatie wordt uitgevoerd. In dit stuk code checkt Clerk of de gebruiker wel toegang heeft tot het leerplatform. Als laatste verzorgt Clerk ook functies voor het verkrijgen van gebruikers- en organisatie data van de huidige gebruiker.

5.3 Level 3

5.3.1 Detector Integration Service

Het diagram toont de architectuur van de Detector Integration Service, die primair functioneert als een gRPC client. Voor iedere specifieke detector wordt een afzonderlijke client instantie gecreëerd. Deze instanties communiceren via Protocol Buffer berichten, welke zijn vastgelegd in de `athena-model` repository. Belangrijk is dat bij iedere commit naar de `main` branch van deze repository, de Protocol Buffer berichten automatisch worden omgezet naar TypeScript interfaces en gRPC services. Het resultaat van deze compilatie is vervolgens beschikbaar als een package binnen onze GitHub-organisatie, waardoor integratie en hergebruik binnen verschillende projecten eenvoudig wordt gefaciliteerd.



Figuur 6. Componenten binnen de Detector Integration Service

5.3.1.1 Motivatie

De *Detector integration Service* is van belang om de interactie tussen het leerplatform en de webversie van de detectoren te coördineren, waarbij de nadruk ligt op het synchroniseren van cursusmateriaal met de status en output van de detector. Deze service zorgt voor een interactieve ervaring waarbij de leerinhoud dynamisch aangepast wordt op basis van real time feedback van de detectoren.

5.3.1.2 Blackboxes

Component	Doel
gRPC client	Verantwoordelijk voor het versturen van commando's en data naar de detector API via gRPC
Detector API	Ontvangt en verwerkt de protobuf berichten over gRPC en voert de des betreffende logica van de detector uit
Database	Beheert de opslag en opvraging van gegevens die betrekking hebben op cursusmateriaal en detectorinteracties
UI	Toont de visuele veranderingen van de detector logica

Tabel 16. Blackboxes voor de Detector Integration Service

6 Runtime View

In dit hoofdstuk concentreren ik mij op de interacties binnen het leerplatform, specifiek door de 'Must Have' use cases en functionele requirements uit te werken in sequence diagrammen. Deze essentiële elementen zijn bepalend voor het eerste prototype of Minimum Viable Product (MVP) dat ontwikkeld wordt tijdens mijn afstudeerproject. Het doel is om via deze diagrammen inzichtelijk te maken hoe de componenten van het systeem samenwerken en communiceren tijdens de uitvoering.

6.1 UC-1 - Registreren voor het leerplatform

6.1.1 User Stories

ID	User Story
US-1	Als organisatie wil ik mij kunnen registreren voor het leerplatform zodat ik toegang heb tot cursussen en materialen om mijn studenten te onderwijzen.

Tabel 17. User Stories voor UC-1

6.1.2 Functionele Requirements

ID	Requirement
FR-1	Het systeem moet een organisatie in staat stellen zich te registreren voor het leerplatform.
FR-2	Na registratie moet de organisatie toegang krijgen tot het platform.

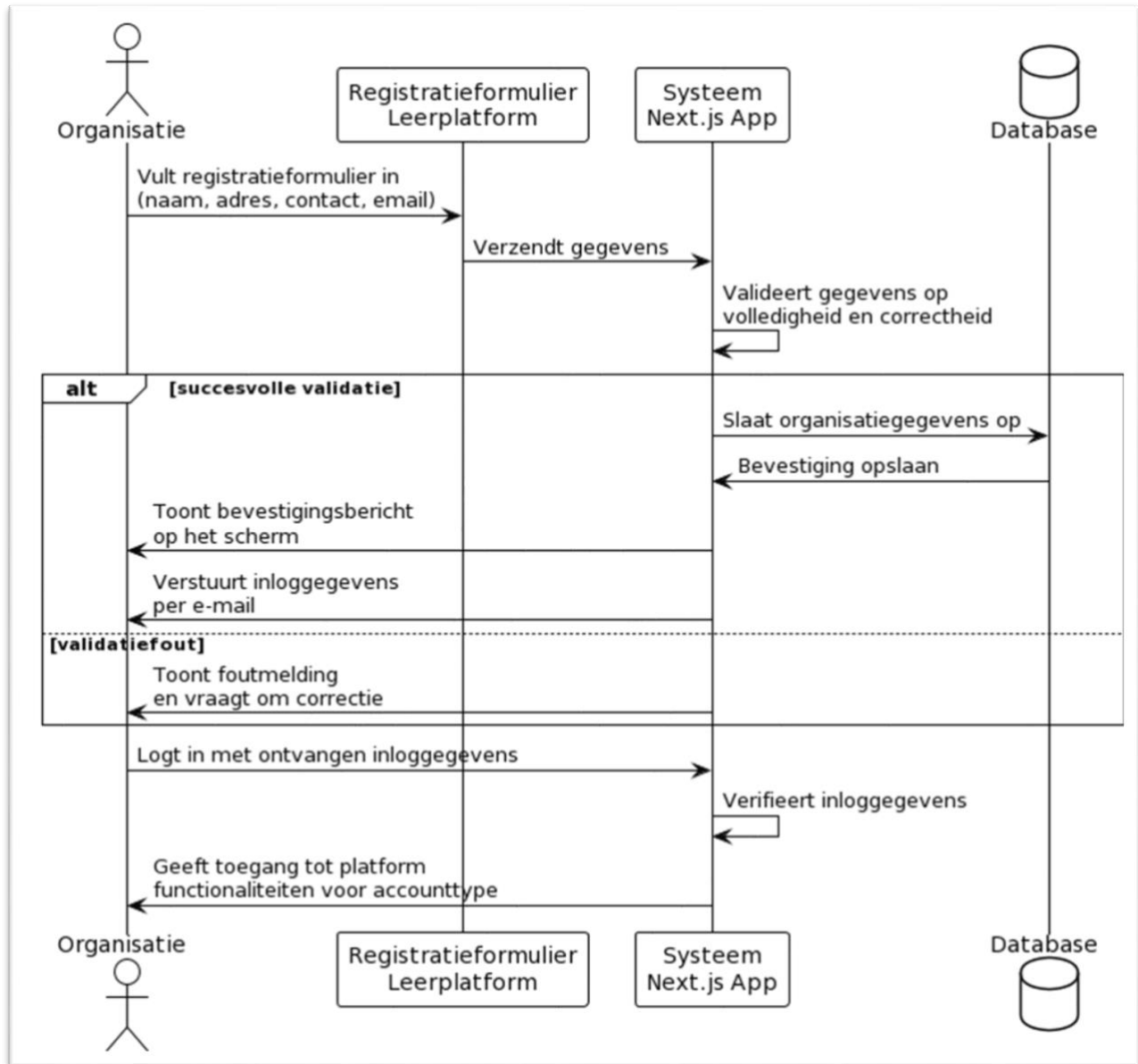
Tabel 18. Functionele requirements voor UC-1

6.1.3 Acceptatiecriteria

ID	Requirement	Acceptatiecriteria
AC-1	FR-1	Een organisatie moet een registratieformulier kunnen invullen met gegevens zoals naam, adres, contactpersoon en e-mailadres.
AC-2	FR-1	Het systeem valideert de ingevoerde gegevens op volledigheid en correctheid.
AC-3	FR-1	Na succesvolle validatie, slaat het systeem de organisatiegegevens op in de database.
AC-4	FR-1	Het systeem toont een bevestigingsbericht op het scherm dat de registratie succesvol is.
AC-5	FR-2	Direct na de registratie ontvangt de organisatie per e-mail de inloggegevens.
AC-6	FR-2	Met de ontvangen inloggegevens kan de organisatie inloggen op het platform.
AC-7	FR-2	Na het inloggen heeft de organisatie toegang tot de functionaliteiten van het platform die beschikbaar zijn voor hun accounttype.

Tabel 19. Acceptatiecriteria voor UC-1

6.1.4 Diagram



Figuur 7. Sequence diagram voor UC-1

6.1.5 Uitleg

Het sequence diagram toont het registratieproces voor een organisatie op het leerplatform. De organisatie vult een registratieformulier in, waarna het systeem de gegevens valideert. Bij succesvolle validatie slaat het systeem de gegevens op in de database, bevestigt dit naar de organisatie, en verstuurt inloggegevens via e-mail. Bij validatiefouten toont het systeem een foutmelding en vraagt om correcties. Eenmaal geregistreerd en ingelogd, krijgt de organisatie toegang tot de platformfunctionaliteiten. Dit diagram illustreert het begin-tot-eind proces van registratie tot toegang tot het platform.

6.2 UC-2 - Inloggen op het leerplatform

6.2.1 User Stories

ID	User Story
US-3	Als systeembeheerder wil ik inloggen op het leerplatform zodat ik toegang krijg tot beheeropties en het platform kan onderhouden.
US-4	Als organisatie wil ik inloggen op het leerplatform zodat ik opleidingen kan maken, beheren en aanbieden aan mijn studenten.
US-6	Als trainer wil ik inloggen op het leerplatform zodat ik cursussen of demonstraties kan geven aan cursisten.
US-7	Als cursist wil ik inloggen op het leerplatform zodat ik de cursussen kan volgen en mijn voortgang kan bijhouden.

Tabel 20. User Stories voor UC-2

6.2.2 Functionele Requirements

ID	Requirement
FR-7	Uitgenodigde gebruikers moeten een uitnodiging ontvangen met toegangsinformatie.

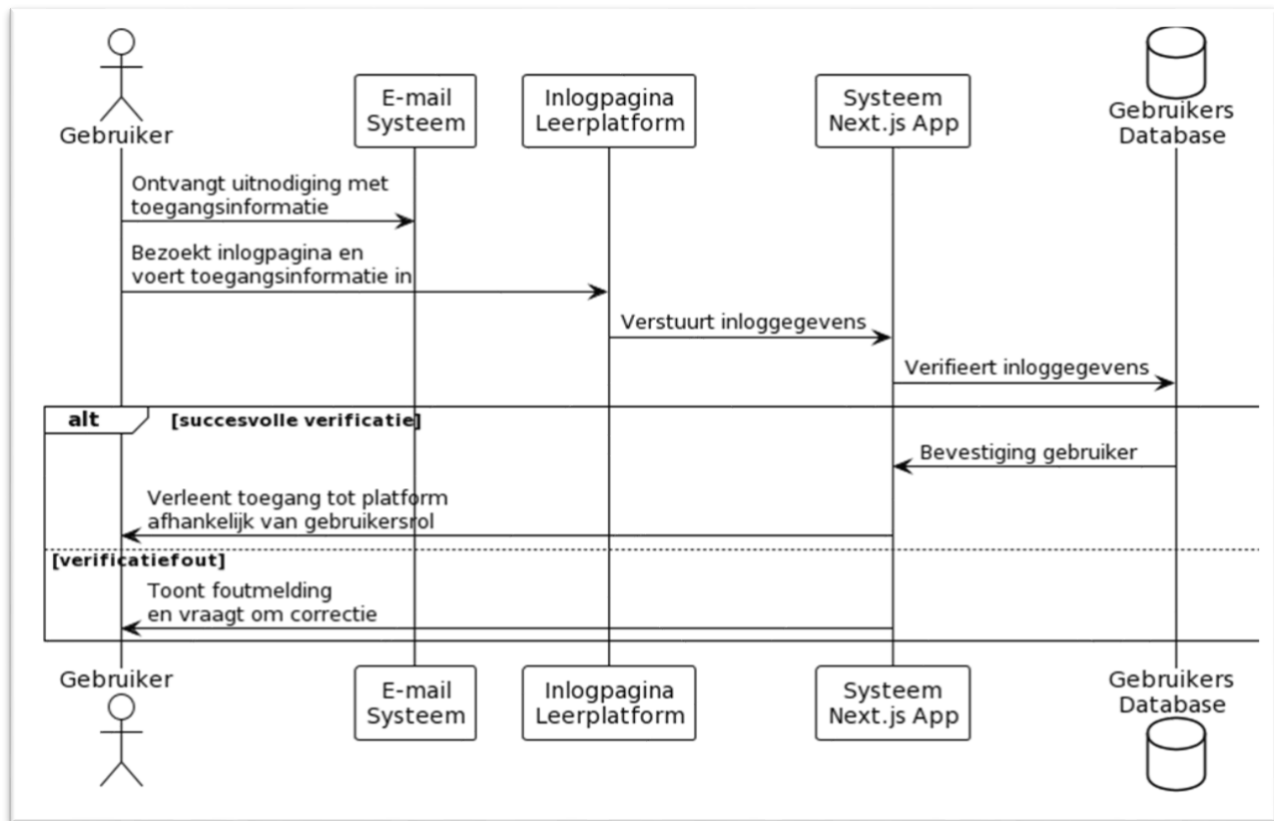
Tabel 21. Functionele requirements voor UC-2

6.2.3 Acceptatiecriteria

ID	Requirement	Acceptatiecriteria
AC-11	FR-7	Wanneer een gebruiker wordt uitgenodigd, moet het systeem automatisch een e-mail sturen naar het opgegeven e-mailadres van de gebruiker.
AC-12	FR-7	De e-mail bevat informatie over hoe toegang te krijgen tot het platform, inclusief eventuele tijdelijke inloggegevens of een registratielink.
AC-13	FR-7	De gebruiker kan de toegangsinformatie gebruiken om toegang te krijgen tot het platform.
AC-11	FR-7	Wanneer een gebruiker wordt uitgenodigd, moet het systeem automatisch een e-mail sturen naar het opgegeven e-mailadres van de gebruiker.
AC-12	FR-7	De e-mail bevat informatie over hoe toegang te krijgen tot het platform, inclusief eventuele tijdelijke inloggegevens of een registratielink.
AC-13	FR-7	De gebruiker kan de toegangsinformatie gebruiken om toegang te krijgen tot het platform.
AC-11	FR-7	Wanneer een gebruiker wordt uitgenodigd, moet het systeem automatisch een e-mail sturen naar het opgegeven e-mailadres van de gebruiker.

Tabel 22. Acceptatiecriteria voor UC-2

6.2.4 Diagram



Figuur 8. Sequence diagram voor UC-2

6.2.5 Uitleg

Dit sequence diagram illustreert het inlogproces op het leerplatform voor verschillende rollen zoals systeembeheerders, organisaties, trainers, en cursisten. Het proces start wanneer de gebruiker een uitnodigingse-mail ontvangt met toegangsinformatie, inclusief tijdelijke inloggegevens of een registratielink. De gebruiker navigeert vervolgens naar de inlogpagina van het platform en voert de verstrekte inloggegevens in. Deze gegevens worden doorgestuurd naar het systeem, dat een verificatie uitvoert met de gebruikersdatabase. Bij succesvolle verificatie verleent het systeem de gebruiker toegang tot het platform, met functionaliteiten specifiek afgestemd op de rol van de gebruiker. In geval van verificatiefouten wordt de gebruiker om correctie gevraagd, waarmee het diagram een duidelijk overzicht biedt van het inlogproces en de daaropvolgende stappen gebaseerd op de uitkomst van de verificatie.

6.3 UC-5 - Een cursus maken

6.3.1 User Stories

ID	User Story
US-14	Als trainer wil ik een nieuwe cursus kunnen creëren binnen het platform zodat ik student kan leren om gaan met detectoren

Tabel 23. User Stories voor UC-5

6.3.2 Functionele Requirements

ID	Requirement
FR-18	Het systeem moet trainers in staat stellen nieuwe cursussen te creëren.

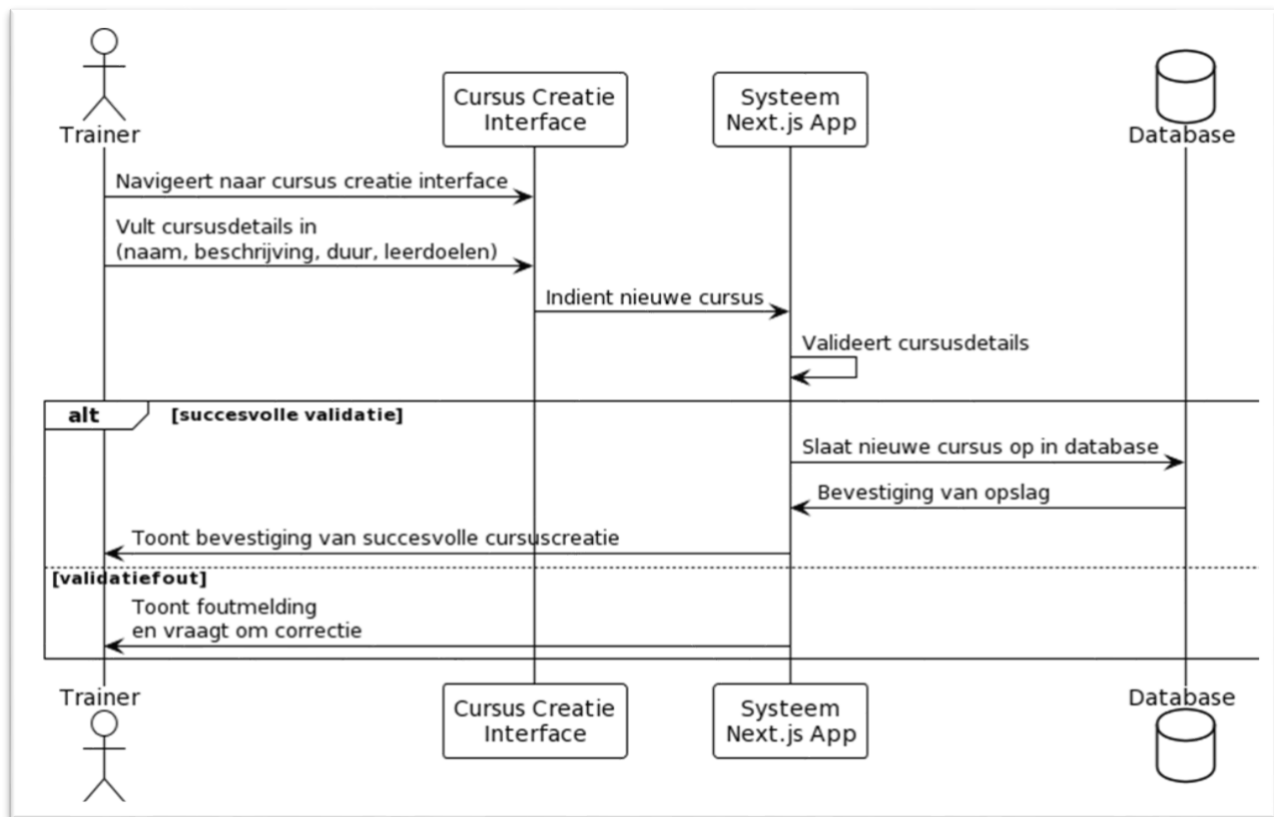
Tabel 24. Functionele requirements voor UC-5

6.3.3 Acceptatiecriteria

ID	Requirement	Acceptatiecriteria
AC-33	FR-18	Trainers moeten een interface hebben om nieuwe cursussen te creëren, inclusief het invullen van cursusdetails zoals naam, beschrijving, duur, en leerdoelen.
AC-34	FR-18	Na het indienen, moet het systeem de nieuwe cursus valideren en opslaan in de cursuscatalogus.
AC-35	FR-18	Het systeem bevestigt de succesvolle creatie van de cursus aan de trainer.

Tabel 25. Acceptatiecriteria voor UC-5

6.3.4 Diagram



Figuur 9. Sequence diagram voor UC-5

6.3.5 Uitleg

Het sequence diagram illustreert het proces waarbij een trainer een nieuwe cursus creëert binnen het leerplatform. De trainer begint met het navigeren naar de cursus creatie interface, waar hij de details van de cursus invult, zoals de naam, beschrijving, duur, en de leerdoelen. Deze gegevens worden ingediend bij het systeem, dat de details valideert. Bij succesvolle validatie slaat het systeem de cursus op in de cursuscatalogus en ontvangt de trainer een bevestiging van het succesvol creëren van de cursus. Indien de validatie fouten oplevert, wordt de trainer gevraagd om correcties aan te brengen. Dit diagram toont dus het volledige traject van het creëren van een cursus, van het invoeren van de gegevens tot de uiteindelijke bevestiging van succes, of de noodzaak tot correctie bij validatiefouten.

6.4 UC-6 - Een cursus bewerken

6.4.1 User Stories

ID	User Story
US-17	Als trainer wil ik bestaande cursusinhoud kunnen aanpassen of updaten zodat een cursus actueel en relevant blijft voor alle gebruikers.

Tabel 26. User Stories voor UC-6

6.4.2 Functionele Requirements

ID	Requirement
FR-20	Het systeem moet trainers toestaan om bestaande cursusinhoud aan te passen of te updaten.

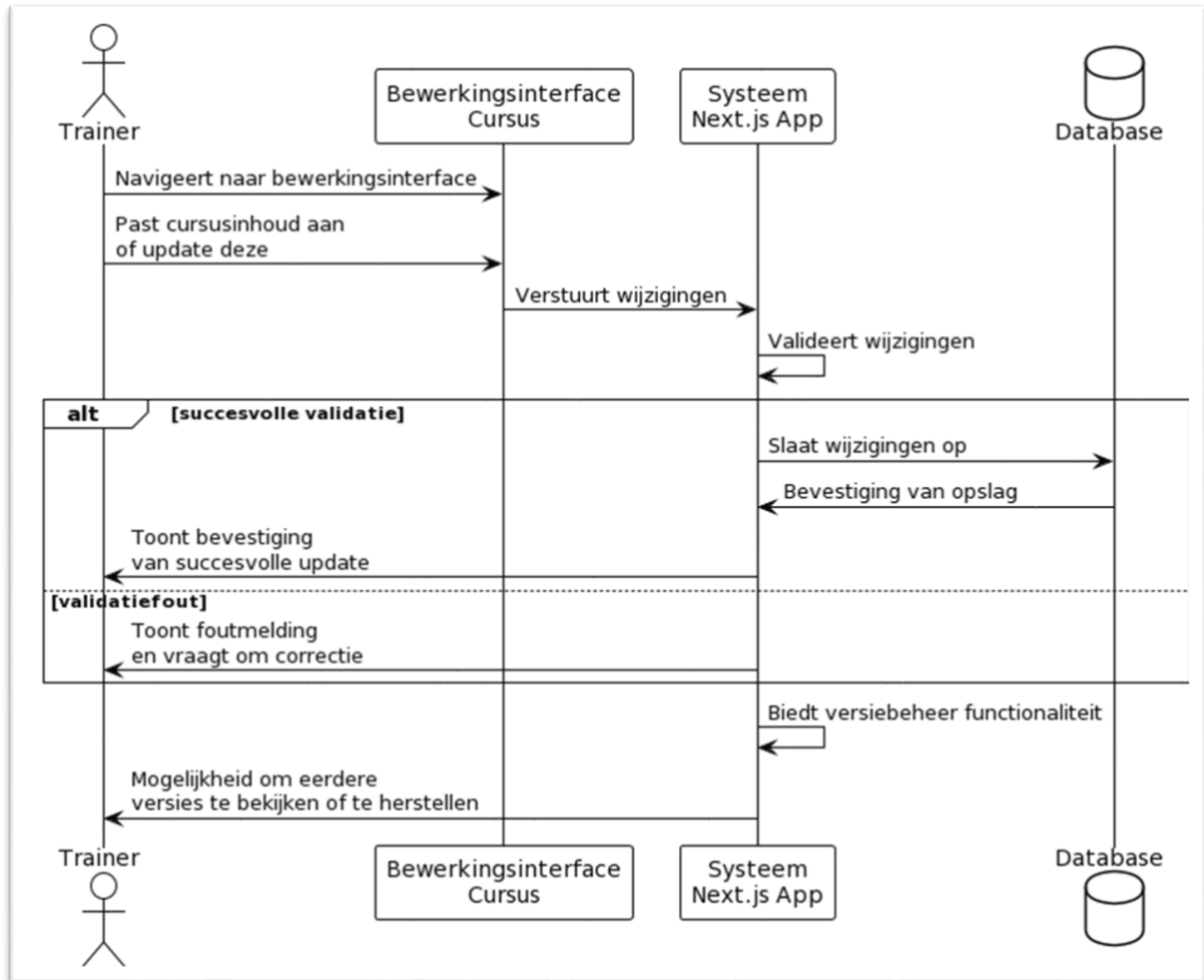
Tabel 27. Functionele requirements voor UC-6

6.4.3 Acceptatiecriteria

ID	Requirement	Acceptatiecriteria
AC-39	FR-20	Trainers moeten toegang hebben tot een bewerkingsinterface om bestaande cursusinhoud aan te passen of te updaten.
AC-40	FR-20	Het systeem moet wijzigingen opslaan en onmiddellijk reflecteren in de weergave van de cursus voor gebruikers.
AC-41	FR-20	Het systeem moet de mogelijkheid bieden om eerdere versies van de cursusinhoud te bekijken of te herstellen, als een vorm van versiebeheer.

Tabel 28. Acceptatiecriteria voor UC-6

6.4.4 Diagram



Figuur 10. Sequence diagram voor UC-6

6.4.5 Uitleg

Het sequence diagram illustreert het proces waarin een trainer bestaande cursusinhoud bewerkt binnen het leerplatform. De trainer start dit proces door naar een specifieke bewerkingsinterface te navigeren en daar de gewenste aanpassingen of updates aan de cursusinhoud door te voeren. Deze wijzigingen worden vervolgens ter validatie naar het systeem gestuurd. Als de validatie succesvol is, worden de aangepaste gegevens opgeslagen in de database, waarna het systeem een bevestiging van de succesvolle update aan de trainer geeft. Indien de wijzigingen niet voldoen aan de validatiecriteria, ontvangt de trainer een foutmelding met het verzoek om de benodigde correcties door te voeren. Daarnaast biedt het systeem versiebeheerfunctionaliteit, waarmee trainers eerdere versies van de cursusinhoud kunnen bekijken of herstellen. Dit proces ondersteunt de continue actualisering en relevantie van de cursusinhoud op het platform.

6.5 UC-7 - Een cursus verwijderen

6.5.1 User Stories

ID	User Story
US-20	Als trainer wil ik een bestaande cursus kunnen verwijderen uit het systeem zodat ik kan zorgen voor een schoon en overzichtelijk aanbod op het leerplatform.

Tabel 29. User Stories voor UC-7

6.5.2 Functionele Requirements

ID	Requirement
FR-23	Het systeem moet trainers in staat stellen bestaande cursussen te verwijderen.

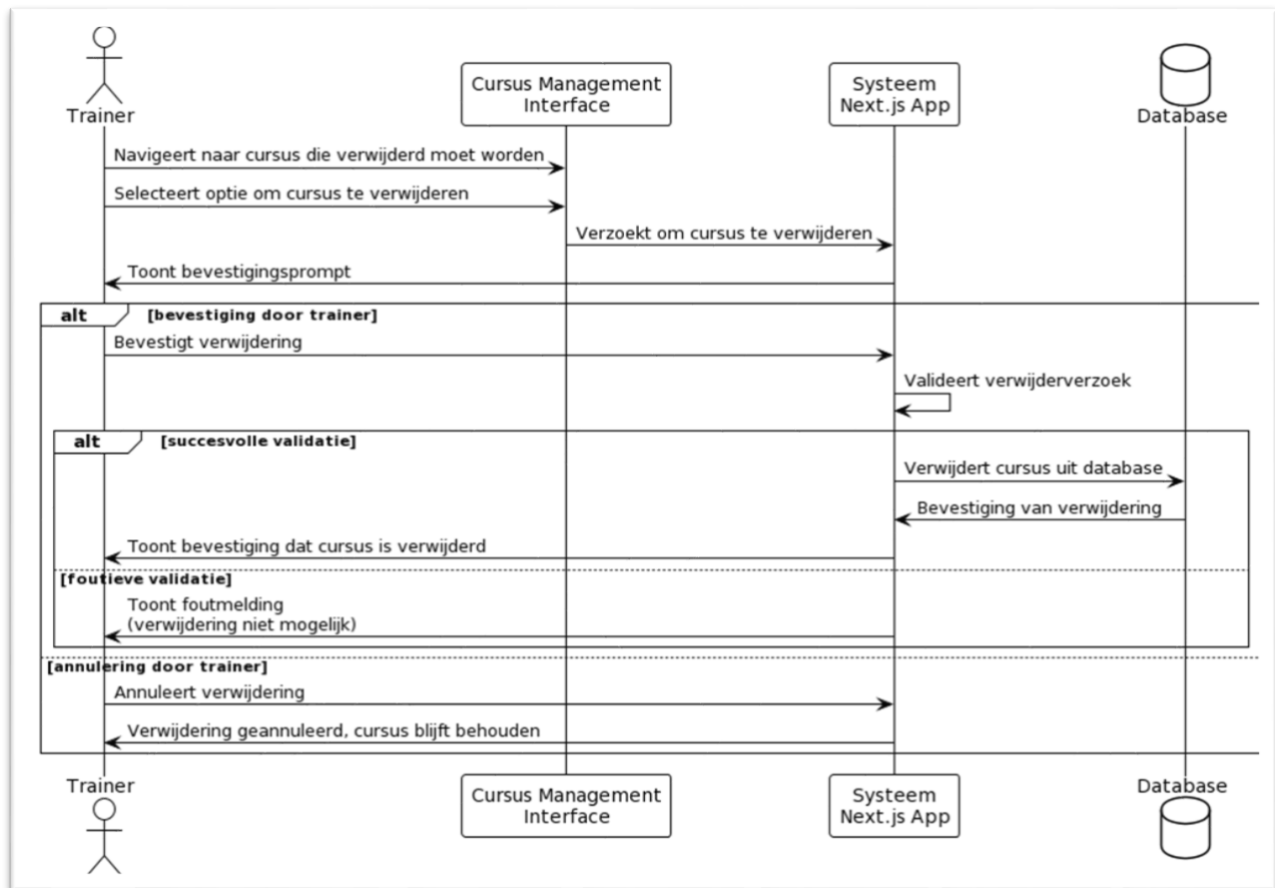
Tabel 30. Functionele requirements voor UC-7

6.5.3 Acceptatiecriteria

ID	Requirement	Acceptatiecriteria
AC-48	FR-23	Trainers moeten in staat zijn om via een duidelijk gemarkeerde optie binnen het platform bestaande cursussen te verwijderen.
AC-49	FR-23	Het systeem moet een bevestigingsprompt tonen om onbedoelde verwijdering te voorkomen.
AC-50	FR-23	Na bevestiging wordt de cursus verwijderd en niet meer toegankelijk voor cursisten.

Tabel 31. Acceptatiecriteria voor UC-7

6.5.4 Diagram



Figuur 11. Sequence diagram voor UC-7

6.5.5 Uitleg

Het sequence diagram toont hoe een trainer een cursus verwijdert binnen het leerplatform. De trainer selecteert de te verwijderen cursus en bevestigt deze actie na een prompt van het systeem. Het systeem valideert het verzoek; bij succesvolle validatie wordt de cursus uit de database verwijderd en ontvangt de trainer een bevestiging van verwijdering. Bij foutieve validatie of annulering door de trainer wordt de verwijdering gestopt en de cursus blijft behouden. Dit proces waarborgt zorgvuldige verwijdering van cursussen met bevestiging en validatie om onbedoelde verwijderingen te voorkomen.

6.6 UC-9 - Lessen maken binnen een cursus

6.6.1 User Stories

ID	User Story
US-26	Als trainer wil ik lessen kunnen toevoegen aan een cursus zodat ik de structuur en inhoud van het educatieve aanbod op het platform kan verbeteren.

Tabel 32. User Stories voor UC-9

6.6.2 Functionele Requirements

ID	Requirement
FR-28	Het platform moet trainers in staat stellen om lessen te ontwikkelen binnen een cursus

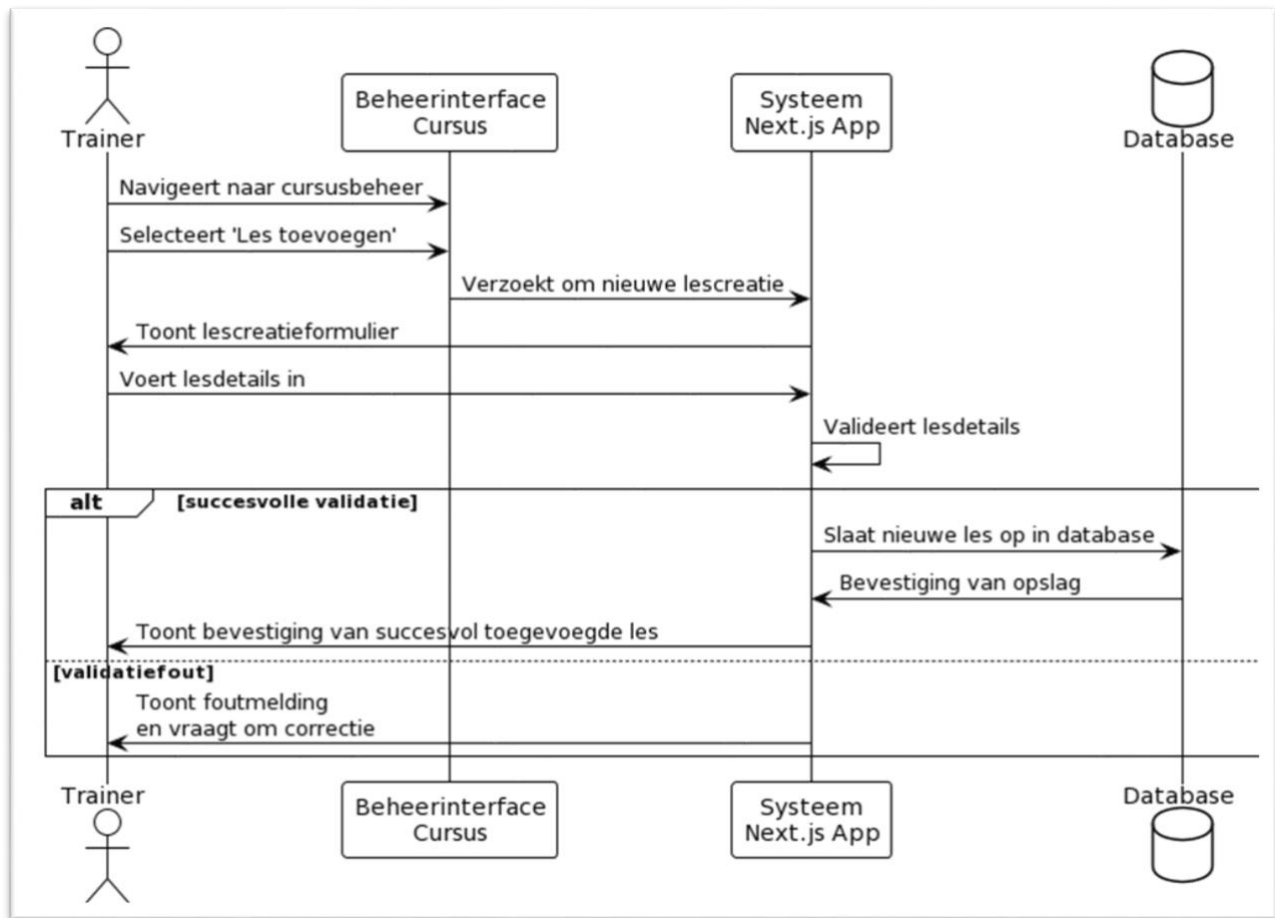
Tabel 33. Functionele requirements voor UC-9

6.6.3 Acceptatiecriteria

ID	Requirement	Acceptatiecriteria
AC-58	FR-28	Trainers moeten de mogelijkheid hebben om lessen toe te voegen aan bestaande cursussen via een beheerinterface.

Tabel 34. Acceptatiecriteria voor UC-9

6.6.4 Diagram



Figuur 12. Sequence diagram voor UC-9

6.6.5 Uitleg

Het sequence diagram illustreert het proces waarin een trainer nieuwe lessen toevoegt aan een bestaande cursus op het leerplatform. De trainer begint met het navigeren naar de cursusbeheerinterface en selecteert de optie om een nieuwe les toe te voegen. Vervolgens toont het systeem een formulier waarin de trainer de details van de les, zoals naam, inhoud, en duur, invult. Na het indienen van deze gegevens, valideert het systeem de ingevoerde details. Bij succesvolle validatie slaat het systeem de les op in de database en bevestigt aan de trainer dat de les succesvol is toegevoegd. Indien de validatie fouten oplevert, toont het systeem een foutmelding en verzoekt de trainer om correcties aan te brengen. Dit proces stelt trainers in staat de structuur en inhoud van hun cursusaanbod op het platform te verfijnen en te verbeteren.

6.7 UC-10 - Lessen maken binnen een cursus

6.7.1 User Stories

ID	User Story
US-29	Als trainer wil ik bestaande lessen binnen een cursus kunnen wijzigen of updaten zodat ik de kwaliteit en relevantie van het leerplatform kan waarborgen.

Tabel 35. User Stories voor UC-10

6.7.2 Functionele Requirements

ID	Requirement
FR-29	Het platform moet de volgorde van lessen binnen een cursus aanpasbaar maken.
FR-31	Het systeem moet trainers in staat stellen om bestaande lessen binnen een cursus te wijzigen of te updaten.

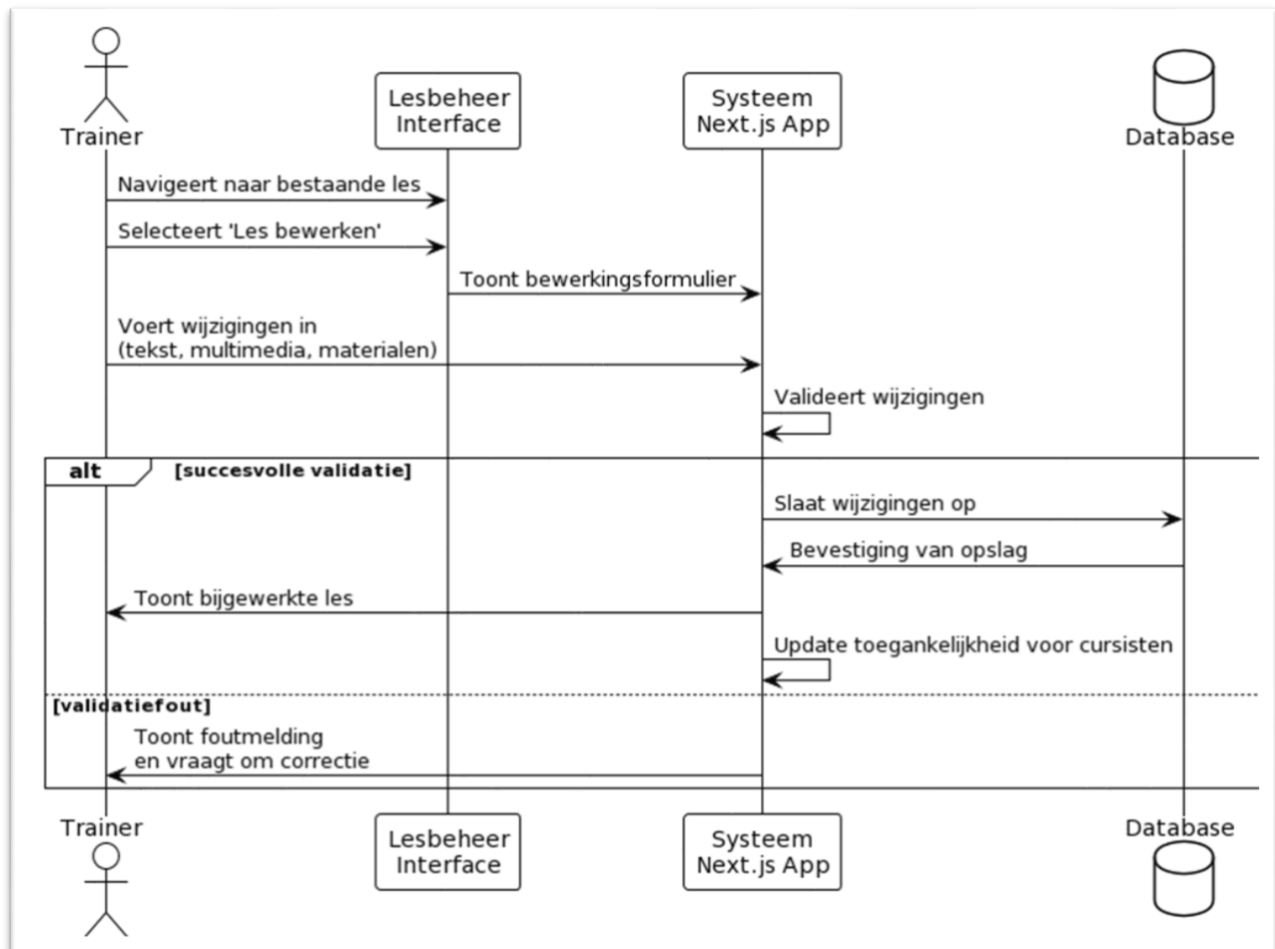
Tabel 36. Functionele requirements voor UC-10

6.7.3 Acceptatiecriteria

ID	Requirement	Acceptatiecriteria
AC-60	FR-29	Trainers moeten de volgorde van lessen binnen een cursus kunnen aanpassen via drag-and-drop functionaliteit of een andere intuïtieve methode.
AC-63	FR-31	Trainers moeten bestaande lessen binnen een cursus kunnen selecteren en wijzigingen aanbrengen in de inhoud, inclusief tekst, multimedia en andere lesmaterialen.
AC-64	FR-31	Het systeem moet wijzigingen onmiddellijk opslaan en de bijgewerkte les weergeven zodra de trainer de update bevestigt.
AC-65	FR-31	Cursisten moeten toegang hebben tot de meest recente versie van de les zodra deze is bijgewerkt.

Tabel 37. Acceptatiecriteria voor UC-10

6.7.4 Diagram



Figuur 13. Sequence diagram voor UC-10

6.7.5 Uitleg

Het sequence diagram illustreert het proces waarbij een trainer bestaande lessen binnen een cursus wijzigt of bijwerkt op het leerplatform. De trainer start dit proces door naar de les te navigeren die aangepast moet worden en selecteert de optie om deze te bewerken. Het systeem opent dan een bewerkingsformulier waarin de trainer wijzigingen kan invoeren, zoals tekstupdates, het toevoegen van multimedia, of andere aanpassingen aan het lesmateriaal.

Na het invoeren van de wijzigingen valideert het systeem deze aanpassingen. Bij een succesvolle validatie worden de wijzigingen opgeslagen in de database en wordt de bijgewerkte les getoond aan de trainer. Dit zorgt er ook voor dat cursisten direct toegang krijgen tot de meest recente versie van de les. Als de wijzigingen niet aan de validatiecriteria voldoen, toont het systeem een foutmelding aan de trainer met het verzoek om de nodige correcties door te voeren. Dit proces faciliteert de continue verbetering en relevantie van de cursusinhoud, waarborgend dat het aanbod up-to-date en van hoge kwaliteit blijft.

6.8 UC-11 - Lessen verwijderen

6.8.1 User Stories

ID	User Story
US-33	Als trainer wil ik specifieke lessen uit een cursus kunnen verwijderen zodat ik kan zorgen voor een up-to-date en relevante cursus.

Tabel 38. User Stories voor UC-11

6.8.2 Functionele Requirements

ID	Requirement
FR-33	Het systeem moet trainer toestaan om specifieke lessen uit een cursus te verwijderen.

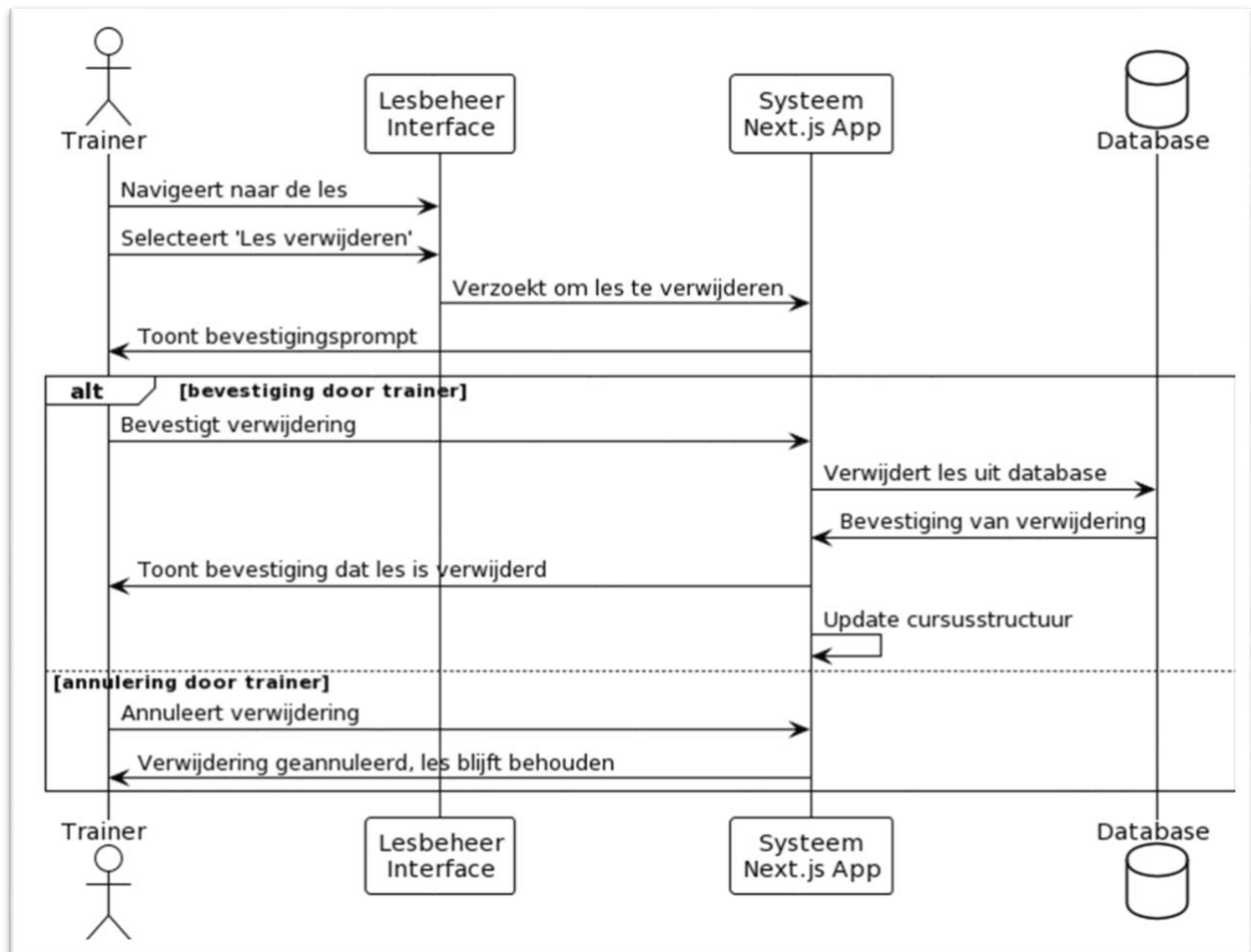
Tabel 39. Functionele requirements voor UC-11

6.8.3 Acceptatiecriteria

ID	Requirement	Acceptatiecriteria
AC-68	FR-33	Trainers moeten de optie hebben om specifieke lessen uit een cursus te verwijderen via de lesbeheerinterface.
AC-69	FR-33	Het systeem moet een bevestigingsprompt weergeven om onbedoelde verwijderingen te voorkomen.
AC-70	FR-33	Na bevestiging wordt de les verwijderd uit de cursusstructuur en is deze niet meer toegankelijk voor cursisten.

Tabel 40. Acceptatiecriteria voor UC-11

6.8.4 Diagram



Figuur 14. Sequence diagram voor UC-11

6.8.5 Uitleg

Het sequence diagram illustreert hoe een trainer een les verwijdert uit een cursus via de lesbeheerinterface op het leerplatform. Na het selecteren van 'Les verwijderen', vraagt het systeem om bevestiging om onbedoelde verwijderingen te voorkomen. Bij bevestiging verwijdert het systeem de les uit de database en bevestigt de succesvolle actie aan de trainer, waarna de cursusstructuur wordt bijgewerkt. Als de trainer kiest voor annulering, blijft de les behouden. Dit proces ondersteunt trainers in het actueel en relevant houden van hun cursusaanbod door het mogelijk te maken verouderde of onnodige lessen te verwijderen.

6.9 UC-12 - Detector tonen in het leerplatform

6.9.1 User Stories

ID	User Story
US-37	Als cursist (of trainer) wil ik dat de detector getoond wordt binnen het leerplatform zodat ik interactief kan leren (of onderwijzen) met behulp van de detector in een realistische maar gecontroleerde omgeving

Tabel 41. User Stories voor UC-12

6.9.2 Functionele Requirements

ID	Requirement
FR-36	Het leerplatform moet een interactieve detectorfunctionaliteit bieden voor cursisten en trainers.
FR-37	De detector moet kunnen worden geïntegreerd in specifieke cursussen of lessen waar het relevant is.

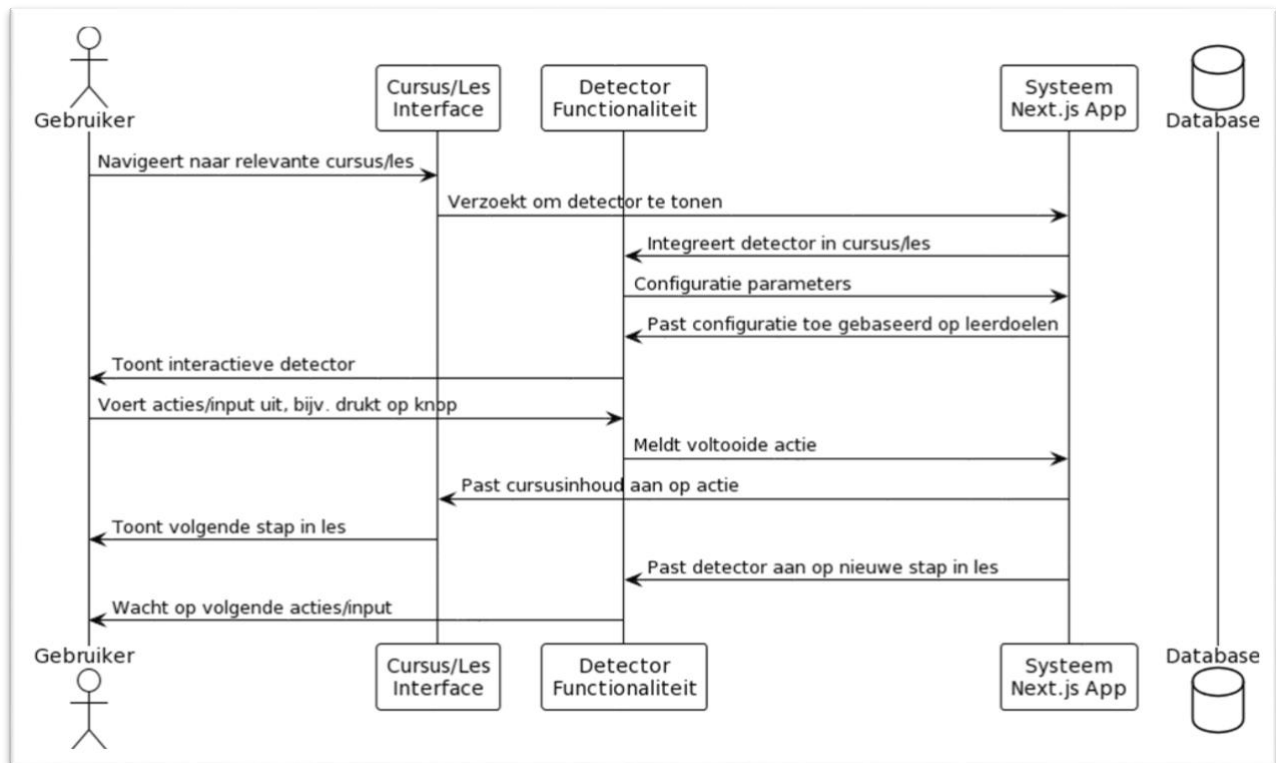
Tabel 42. Functionele requirements voor UC-12

6.9.3 Acceptatiecriteria

ID	Requirement	Acceptatiecriteria
AC-75	FR-36	Het leerplatform moet een interactieve detectorfunctionaliteit bieden die reageert op input of acties van cursisten en trainers.
AC-76	FR-36	Deze functionaliteit moet real-time feedback of begeleiding bieden gebaseerd op de interacties binnen de cursus.
AC-77	FR-37	Trainers moeten de detector eenvoudig kunnen integreren in specifieke cursussen of lessen waar dit relevant is.
AC-78	FR-37	Het systeem moet ondersteuning bieden voor het configureren van de detectorparameters afhankelijk van de leerdoelen van de cursus of les.

Tabel 43. Acceptatiecriteria voor UC-12

6.9.4 Diagram



Figuur 15. Sequence diagram voor UC-12

6.9.5 Uitleg

Het sequence diagram illustreert het interactieve leerproces binnen een cursus op het leerplatform, waarbij de detectorfunctionaliteit centraal staat. Gebruikers navigeren naar een specifieke cursus of les, waarna het systeem de detector integreert, compleet met configuraties afgestemd op de leerdoelen. Wanneer de cursus de gebruiker instrueert om bepaalde acties op de detector uit te voeren, zoals het drukken op een knop, worden deze acties geregistreerd en doorgegeven aan het systeem. Het systeem reageert door de cursusinhoud aan te passen op basis van de voltooide actie, waardoor de gebruiker naar de volgende stap of instructie binnen de les wordt geleid. Dit creëert een dynamische wisselwerking tussen de gebruiker, de detector en de cursusinhoud, waardoor een interactieve en realistische leeromgeving ontstaat die direct reageert op de input van de gebruiker.

6.10 UC-13 - Beheren van interactie tussen cursusinhoud en detector

6.10.1 User Stories

ID	User Story
US-38	Als trainer wil ik de interactie tussen cursusinhoud en de detector kunnen instellen en beheren zodat het leerplatform effectief gebruikmaakt van de detectorfunctionaliteiten voor educatieve doeleinden.
US-41	Als trainer wil ik de wisselwerking tussen cursusinhoud en de detector kunnen instellen en beheren zodat ik de leerervaring voor cursisten kan verbeteren door praktische toepassingen te integreren.

Tabel 44. User Stories voor UC-13

6.10.2 Functionele Requirements

ID	Requirement
FR-38	Het platform moet trainers de mogelijkheid bieden om de interactie tussen cursusinhoud en de detector te configureren.
FR-39	Trainers moeten de flexibiliteit hebben om de wisselwerking tussen lessen en de detector te beheren.

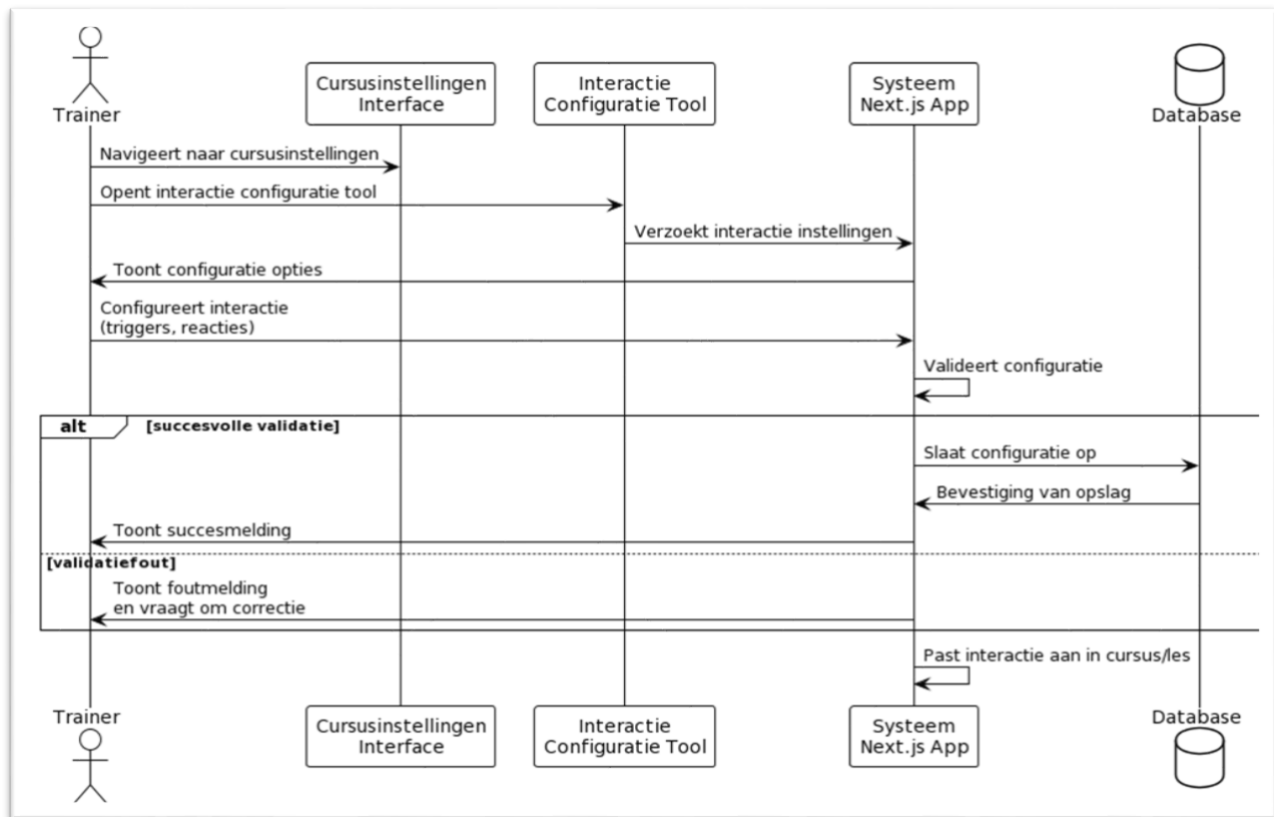
Tabel 45. Functionele requirements voor UC-13

6.10.3 Acceptatiecriteria

ID	Requirement	Acceptatiecriteria
AC-79	FR-38	Trainers moeten de interactie tussen cursusinhoud en de detector kunnen configureren, zoals het instellen van triggers en reacties op basis van gebruikersacties.
AC-80	FR-38	Het platform moet flexibele instellingen bieden voor het aanpassen van de detectorfunctionaliteit aan de specifieke behoeften van de cursus.
AC-81	FR-39	Trainers moeten de mogelijkheid hebben om de wisselwerking tussen lessen en de detector te beheren, inclusief het activeren of deactiveren van detectiefeatures voor specifieke lessen.

Tabel 46. Acceptatiecriteria voor UC-13

6.10.4 Diagram



Figuur 16. Sequence diagram voor UC-13

6.10.5 Uitleg

Het sequence diagram visualiseert het proces waarin trainers de interactie tussen cursusinhoud en de detector configureren en beheren op het leerplatform. Dit begint wanneer trainers de cursusinstellingen interface en de interactie configuratietool openen om instellingen zoals triggers en reacties op basis van gebruikersacties in te stellen. Het systeem valideert de aangebrachte configuraties; bij succes worden deze opgeslagen in de database, en de trainer krijgt een bevestiging van de geslaagde aanpassing. Indien er validatiefouten optreden, wordt de trainer gevraagd om de nodige correcties aan te brengen. Na succesvolle configuratie past het systeem de interactie-instellingen toe binnen de cursus of les, waardoor een geoptimaliseerde en praktische leerervaring ontstaat door het effectieve gebruik van de detectorfunctionaliteiten. Dit proces stelt trainers in staat om de leerinhoud levendiger en relevanter te maken door interactieve elementen te integreren.

6.11 UC-15 - Synchronisatie van acties tussen cursusinhoud en detector

6.11.1 User Stories

ID	User Story
US-43	Als trainer wil ik automatische synchronisatie van acties tussen cursusinhoud en de detector kunnen instellen zodat gebruikers een naadloze leerervaring hebben die theorie en praktijk integreert.

Tabel 47. User Stories voor UC-15

6.11.2 Functionele Requirements

ID	Requirement
FR-40	Het leerplatform moet automatische synchronisatie tussen cursusinhoud en de detector ondersteunen.

Tabel 48. Functionele requirements voor UC-15

6.11.3 Acceptatiecriteria

ID	Requirement	Acceptatiecriteria
AC-82	FR-40	Het leerplatform moet automatische synchronisatie ondersteunen tussen cursusinhoud en de detector, zodat wijzigingen in de een onmiddellijk worden weerspiegeld in de ander.
AC-83	FR-40	Deze synchronisatie moet zorgen voor een naadloze integratie en interactie, zonder handmatige tussenkomst van de trainer.

Tabel 49. Acceptatiecriteria voor UC-15

6.11.4 Diagram

Zie Figuur 16. Sequence diagram voor UC-13.

6.12 UC-16 - Gesimuleerde metingen beheren

6.12.1 User Stories

ID	User Story
US-50	Als trainer wil ik gesimuleerde metingen binnen de cursuscontext kunnen creëren en uitvoeren zodat ik de cursisten praktijkgerichte ervaringen kan bieden die hun begrip van de cursusinhoud verdiepen.

Tabel 50. User Stories voor UC-16

6.12.2 Functionele Requirements

ID	Requirement
FR-41	Het leerplatform moet het creëren en uitvoeren van gesimuleerde metingen voor de virtuele detector ondersteunen.

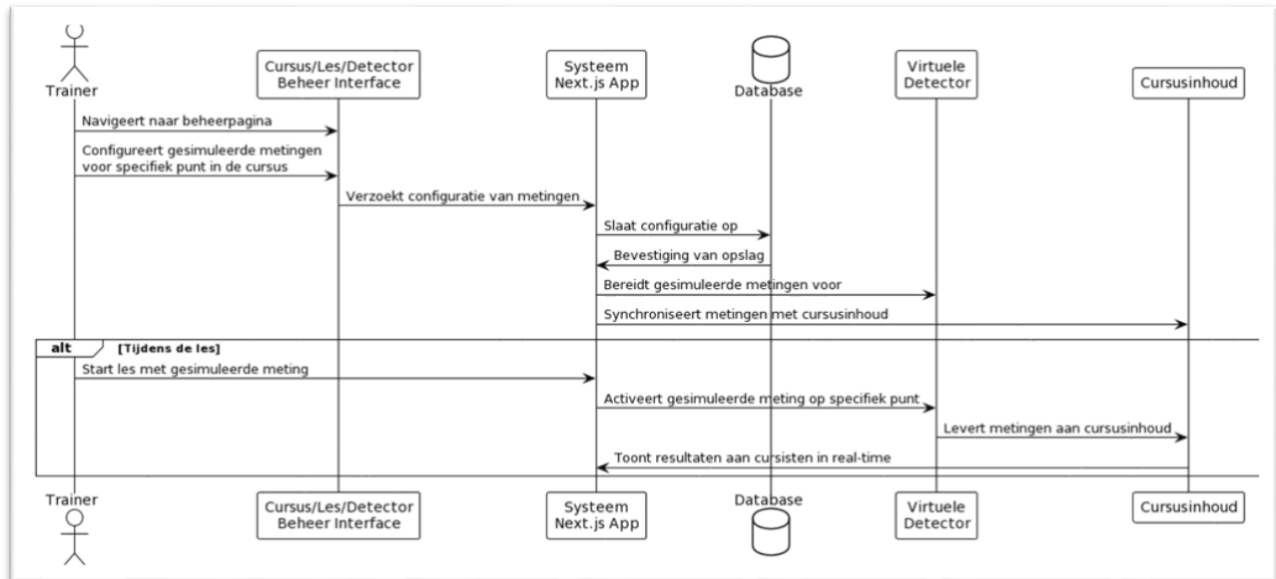
Tabel 51. Functionele requirements voor UC-16

6.12.3 Acceptatiecriteria

ID	Requirement	Acceptatiecriteria
AC-84	FR-41	Het leerplatform moet trainers in staat stellen om gesimuleerde metingen te creëren die relevant zijn voor de virtuele detector.
AC-85	FR-41	Trainers moeten deze gesimuleerde metingen kunnen uitvoeren binnen de context van specifieke lessen, om praktijkervaring na te bootsen.
AC-86	FR-41	Het systeem moet feedback of resultaten van deze gesimuleerde metingen in real-time kunnen weergeven aan cursisten.

Tabel 52. Acceptatiecriteria voor UC-16

6.12.4 Diagram



Figuur 17. Sequence diagram voor UC-16

6.12.5 Uitleg

Het sequence diagram illustreert hoe trainers gesimuleerde metingen binnen een cursusconfiguratie kunnen instellen via een geïntegreerde beheerinterface. Trainers selecteren specifieke punten in de cursus voor het activeren van gesimuleerde metingen, waarna deze configuratie wordt opgeslagen en gesynchroniseerd met de virtuele detector en de cursusinhoud. Tijdens de les activeert het systeem deze metingen op de ingestelde momenten, waardoor cursisten in real-time interactieve en praktijkgerichte ervaringen beleven.

6.13 UC-17 - Starten van gesimuleerde metingen op specifieke cursusmomenten

6.13.1 User Stories

ID	User Story
US-54	Als trainer wil ik dat gesimuleerde metingen automatisch starten op specifieke punten in de cursus zodat ik een dynamische en interactieve leeromgeving kan creëren die de cursisten helpt de stof beter te begrijpen.

Tabel 53. User Stories voor UC-17

6.13.2 Functionele Requirements

ID	Requirement
FR-42	Het platform moet in staat zijn om gesimuleerde metingen automatisch te initiëren bij specifieke lessen.

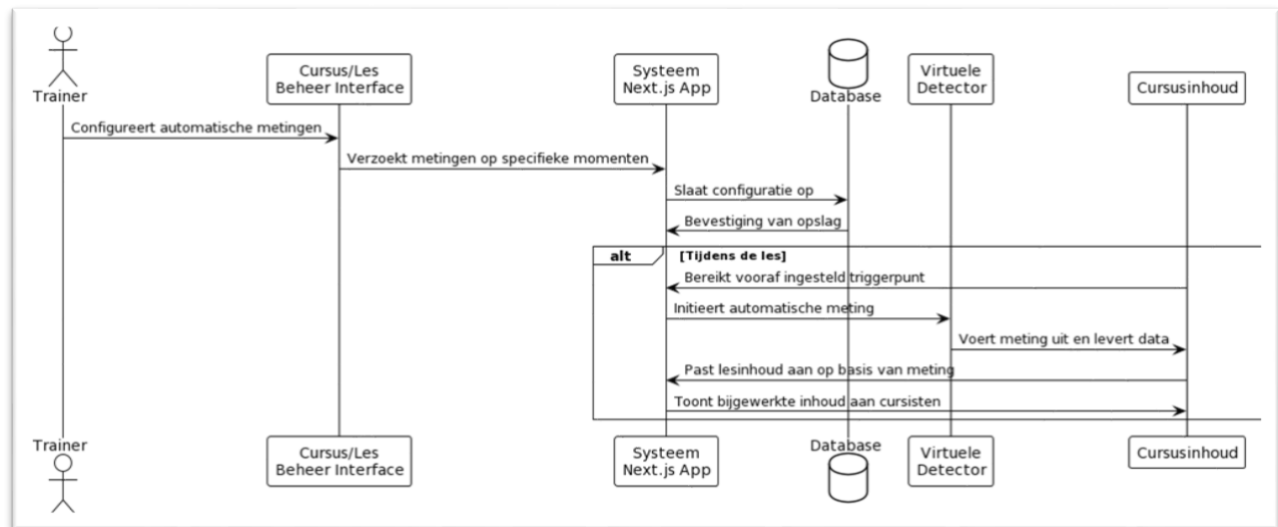
Tabel 54. Functionele requirements voor UC-17

6.13.3 Acceptatiecriteria

ID	Requirement	Acceptatiecriteria
AC-87	FR-42	Het platform moet in staat zijn om gesimuleerde metingen automatisch te initiëren op specifieke momenten binnen lessen, gebaseerd op vooraf ingestelde triggers of criteria.
AC-88	FR-42	Deze functionaliteit moet configureerbaar zijn door de trainer, zodat de metingen op het meest pedagogisch relevante moment plaatsvinden.

Tabel 55. Acceptatiecriteria voor UC-17

6.13.4 Diagram



Figuur 18. Sequence diagram voor UC-17

6.13.5 Uitleg

Het sequence diagram illustreert hoe trainers gesimuleerde metingen automatisch kunnen laten starten op vooraf bepaalde momenten binnen een les, om zo een dynamische en interactieve leerervaring te creëren. Trainers configureren deze metingen via een beheerinterface, waarna het systeem de instellingen opslaat in de database. Tijdens de les, wanneer specifieke triggerpunten worden bereikt, initieert het systeem de gesimuleerde metingen met behulp van de virtuele detector. Deze metingen genereren data die vervolgens wordt gebruikt om de cursusinhoud aan te passen, waardoor cursisten real-time feedback en bijgewerkte informatie ontvangen. Dit proces stimuleert actief leren en helpt cursisten de cursusinhoud beter te begrijpen door theorie en praktijk naadloos te integreren.

6.14 UC-42 - Een cursus volgen

6.14.1 User Stories

ID	User Story
US-136	Als cursist wil ik toegang tot een duidelijk overzicht van mijn ingeschreven cursussen, zodat ik mijn leerproces effectief kan managen.
US-137	"Als cursist wil ik inzicht hebben in de voortgang binnen elke cursus waarvoor ik ingeschreven ben, inclusief voltooide modules en behaalde resultaten.
US-138	Als cursist wil ik feedback kunnen ontvangen op mijn prestaties binnen de cursus, om gebieden voor verbetering te identificeren en mijn vaardigheden te ontwikkelen.
US-139	Als cursist wil ik de mogelijkheid hebben om cursusmateriaal, zoals video's, artikelen en oefeningen, op mijn eigen tempo door te nemen.
US-140	Als cursist wil ik certificaten of badges kunnen verdienen na het succesvol afronden van een cursus, om mijn professionele ontwikkeling te documenteren.

Tabel 56. User Stories voor UC-42

6.14.2 Functionele Requirements

ID	Requirement
FR-102	Het platform moet cursisten toegang bieden tot een duidelijk overzicht van hun ingeschreven cursussen, zodat ze hun leerproces effectief kunnen managen.
FR-103	Cursisten moeten inzicht hebben in de voortgang binnen elke cursus waarvoor ze ingeschreven zijn, inclusief voltooide modules en behaalde resultaten.
FR-105	Cursisten moeten de mogelijkheid hebben om cursusmateriaal, zoals video's, artikelen en oefeningen, op hun eigen tempo door te nemen.
FR-106	Cursisten moeten certificaten of badges kunnen verdienen na het succesvol afronden van een cursus, om hun professionele ontwikkeling te documenteren.

Tabel 57. Functionele requirements voor UC-42

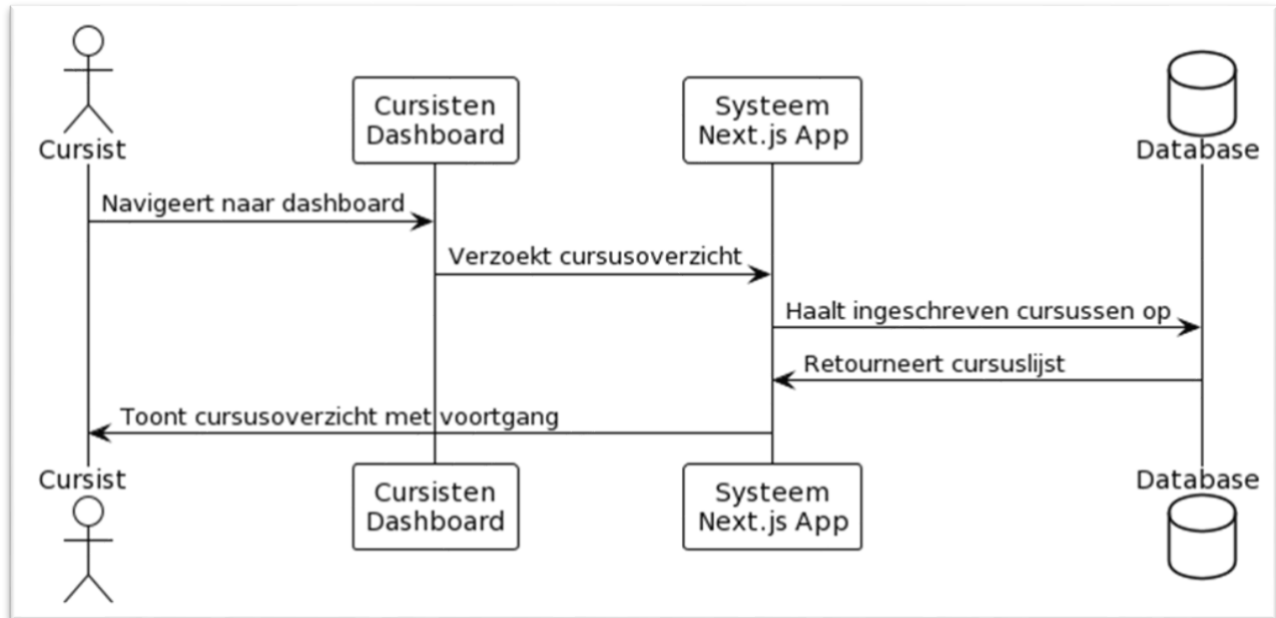
6.14.3 Acceptatiecriteria

ID	Requirement	Acceptatiecriteria
AC-188	FR-102	Cursisten moeten toegang hebben tot een dashboard of een persoonlijke pagina waarop alle cursussen waarvoor ze zijn ingeschreven, worden weergegeven.
AC-189	FR-102	Het overzicht moet essentiële informatie bevatten, zoals de cursusnaam, de voortgang, en eventuele deadlines of belangrijke data.
AC-190	FR-103	Voor elke ingeschreven cursus moeten cursisten een gedetailleerd overzicht kunnen zien van hun voortgang, inclusief voltooide en nog te voltooien modules, behaalde resultaten, en feedback.
AC-191	FR-103	Het systeem moet visuele indicatoren gebruiken, zoals voortgangsbalken of percentages, om de voortgang intuïtief weer te geven.
AC-192	FR-104	Cursisten moeten specifieke feedback kunnen ontvangen op hun prestaties binnen de cursus, inclusief scores, opmerkingen van trainers, en aanbevelingen voor verbetering.
AC-193	FR-104	Feedback moet toegankelijk zijn na het voltooien van modules, toetsen of opdrachten, en moet gericht zijn op het ondersteunen van de leerontwikkeling van de cursist.
AC-194	FR-105	Cursisten moeten de mogelijkheid hebben om cursusmateriaal, zoals video's, artikelen, en oefeningen, door te nemen op hun eigen tempo, zonder harde deadlines die hun voortgang belemmeren.
AC-195	FR-105	Het platform moet functies bieden zoals pauzeren en hervatten, en bladwijzers toevoegen, om het leren te vergemakkelijken.
AC-196	FR-106	Cursisten moeten in staat zijn om certificaten of badges te verdienen na het succesvol afronden van een cursus, als bewijs van hun professionele ontwikkeling.
AC-197	FR-106	Het platform moet een systeem hebben voor het automatisch toekennen van deze erkenningen zodra aan de vereisten voor voltooiing is voldaan, inclusief de mogelijkheid voor cursisten om hun certificaten of badges digitaal te delen.

Tabel 58. Acceptatiecriteria voor UC-42

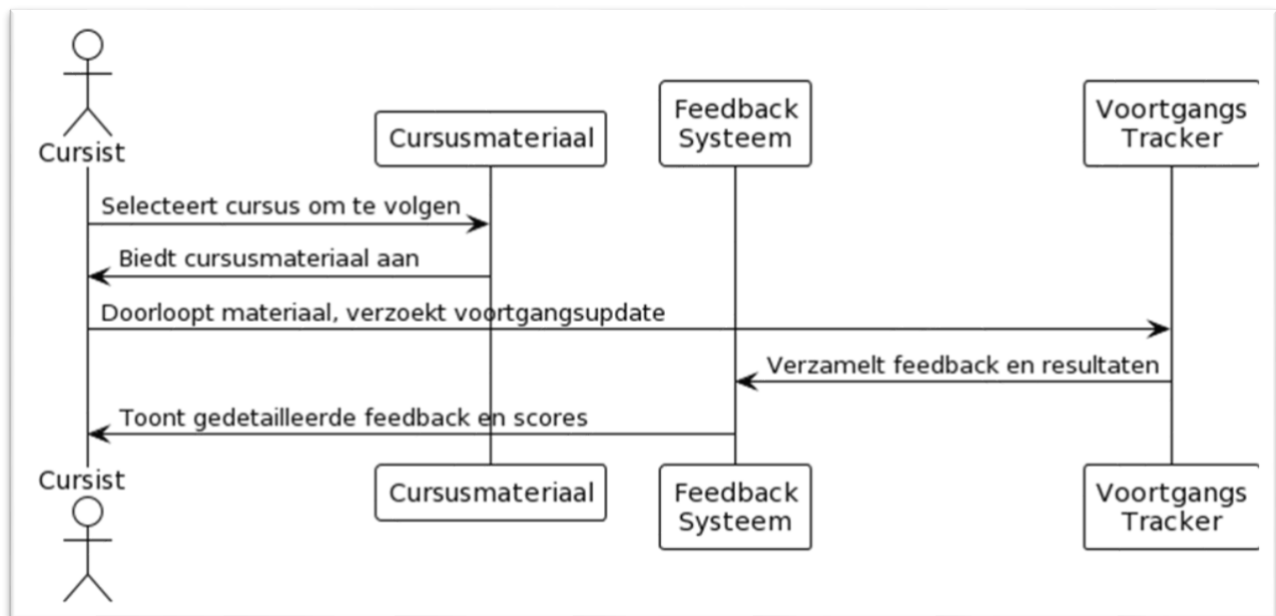
6.14.4 Diagrammen

6.14.4.1 Toegang tot cursusoverzicht en voortgang



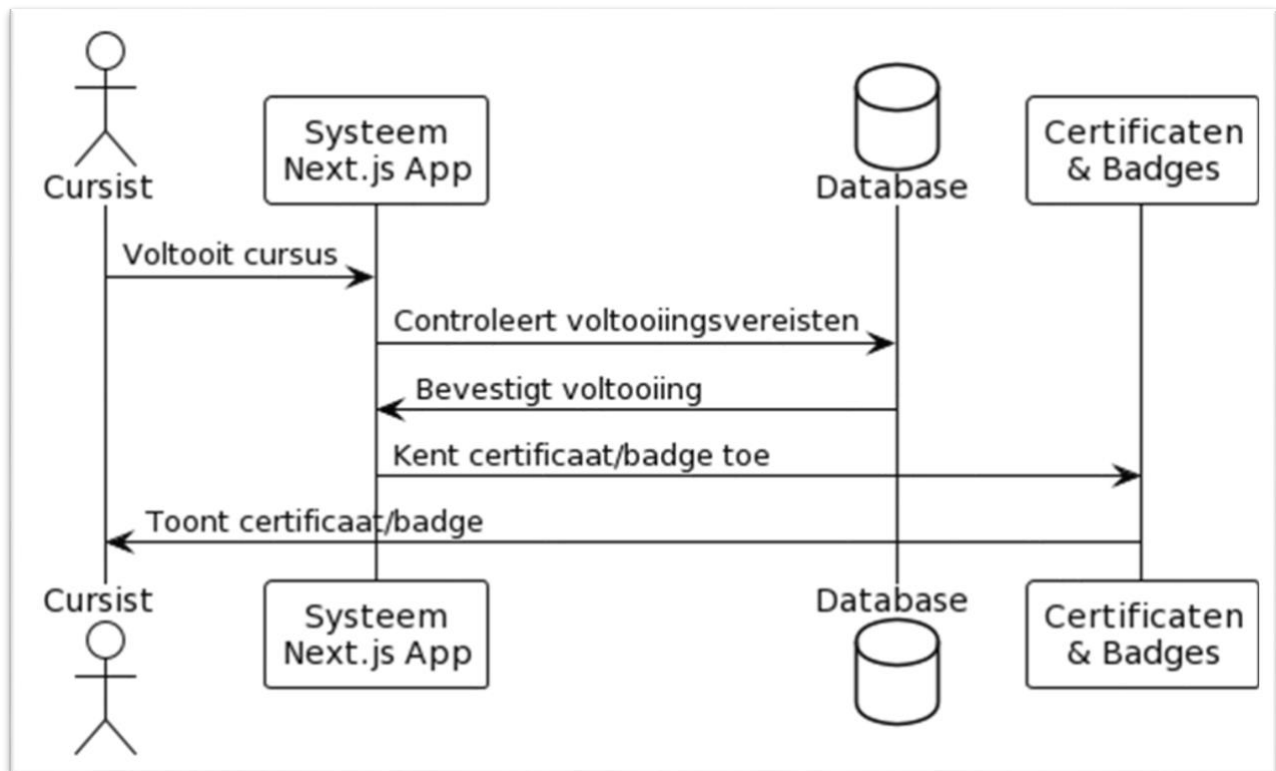
Figuur 19. Sequence diagram 1 voor UC-42

6.14.4.2 Interactie met cursusmateriaal en ontvangen van feedback



Figuur 20. Sequence diagram 2 voor UC-42

6.14.4.3 Het verdienen van certificaten of badges



Figuur 21. Sequence diagram 3 voor UC-43

6.14.5 Uitleg

De drie sequence diagrammen ontrafelen de cursuservaring op het leerplatform, startend met het overzicht van ingeschreven cursussen en voortgang van de cursist, gevolgd door interactie met het cursusmateriaal en het ontvangen van real-time feedback, tot aan het verdienen van certificaten of badges na succesvolle afronding. Dit gedetailleerde proces illustreert hoe cursisten hun leertraject beheren, actief betrokken zijn bij het leerproces door interactieve materialen, en uiteindelijk hun verworven kennis valideren door erkende erkenningen, wat bijdraagt aan een effectieve en verrijkende leerervaring.

6.15 UC-44 - Trainers uitnodigen voor organisatie

6.15.1 User Stories

ID	User Story
US-141	Als organisatie wil ik trainers uitnodigen voor mijn organisatie zodat zij cursussen kunnen ontwikkelen voor mijn organisatie en / of klanten

Tabel 59. User Stories voor UC-44

6.15.2 Functionele Requirements

ID	Requirement
FR-107	Trainers moeten uitgenodigd kunnen worden voor een organisatie om daar cursussen te kunnen ontwikkelen

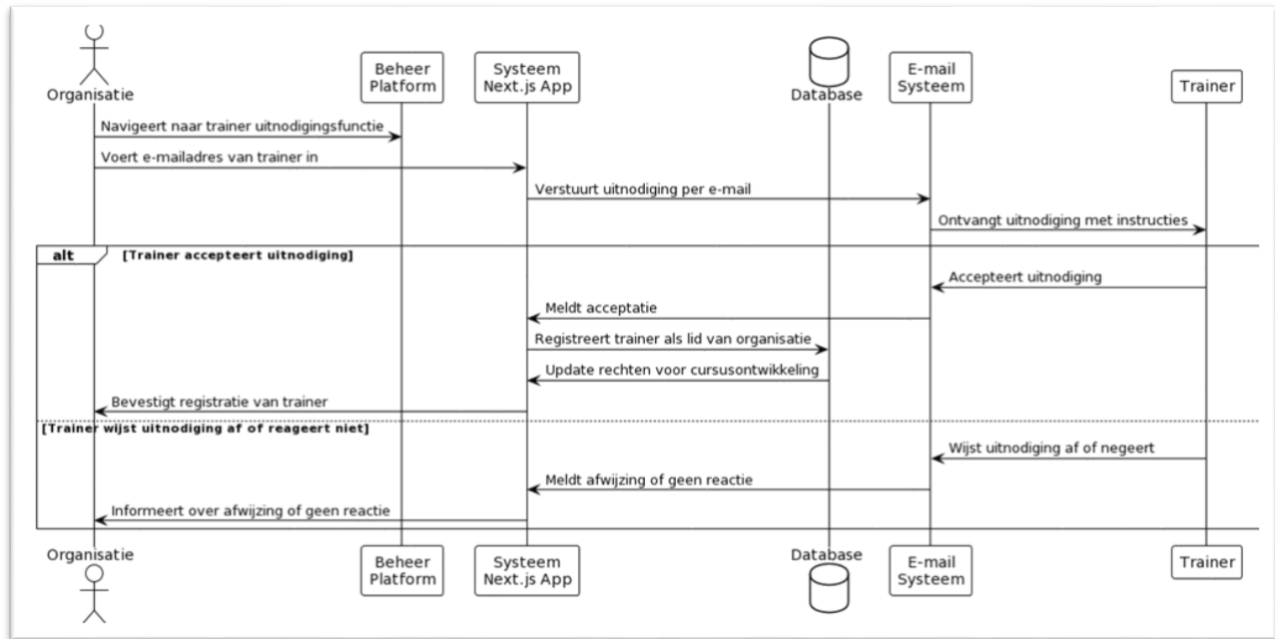
Tabel 60. Functionele requirements voor UC-44

6.15.3 Acceptatiecriteria

ID	Requirement	Acceptatiecriteria
AC-198	FR-107	De organisatie moet in staat zijn om via het platform een uitnodiging te sturen naar potentiële trainers.
AC-199	FR-107	Trainers moeten een uitnodiging per e-mail ontvangen met duidelijke instructies voor registratie bij de organisatie.
AC-200	FR-107	Na het accepteren van de uitnodiging moet de trainer als lid van de organisatie worden erkend en de juiste rechten krijgen om cursussen te ontwikkelen.
AC-201	FR-107	Het systeem moet de status van de uitnodiging en registratieprocessen accuraat bijhouden en weergeven.

Tabel 61. Acceptatiecriteria voor UC-44

6.15.4 Diagram



Figuur 22. Sequence diagram voor UC-44

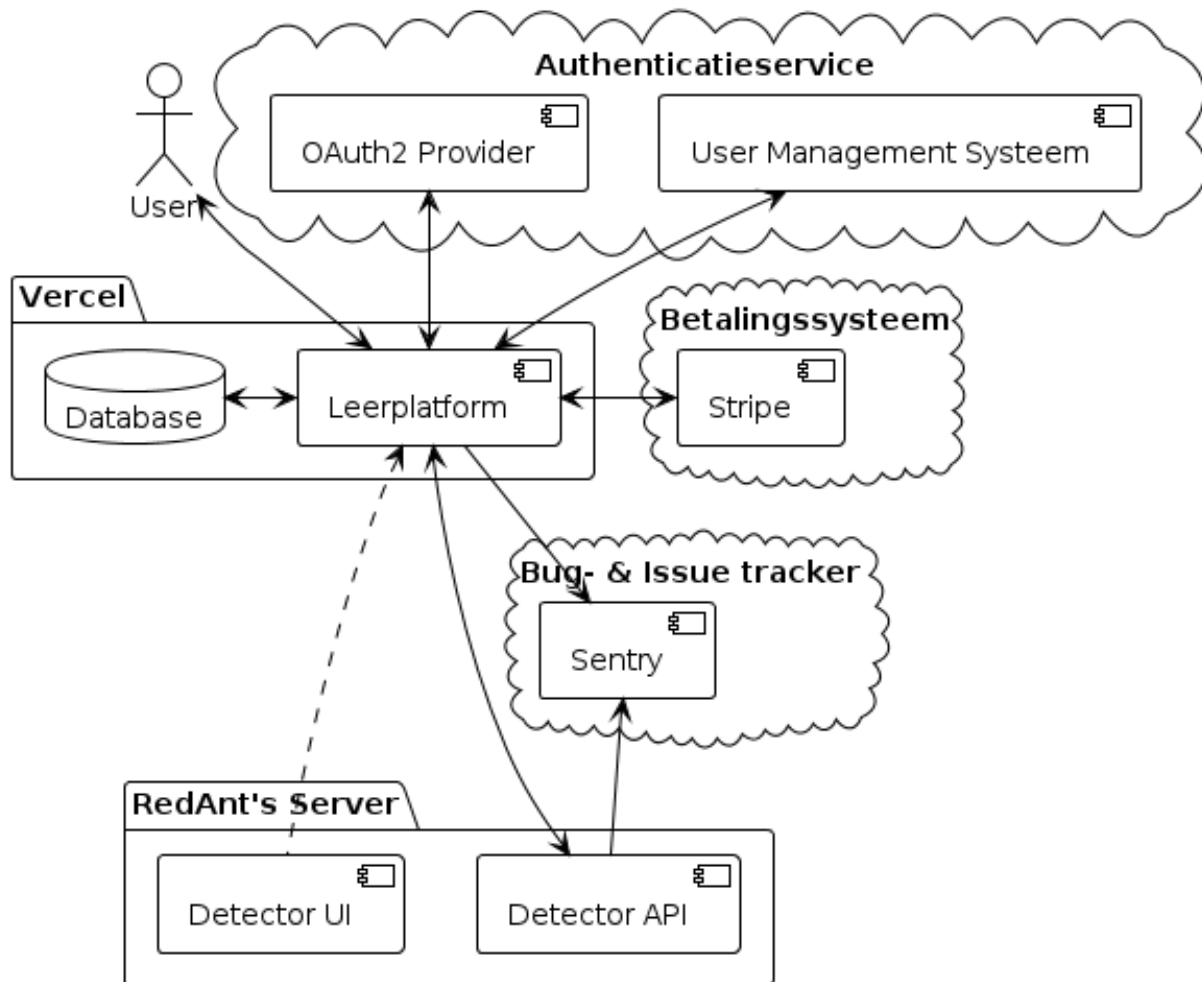
6.15.5 Uitleg

Het aangepaste sequence diagram voor UC-44 illustreert het proces waarin een organisatie trainers uitnodigt om deel te nemen aan hun platform voor het ontwikkelen van cursussen. De organisatie gebruikt een beheerplatform om potentiële trainers per e-mail uit te nodigen. Er zijn twee mogelijke uitkomsten: in de succesvolle flow accepteert de trainer de uitnodiging, waarna het systeem de trainer registreert als lid van de organisatie, inclusief de toekenning van de juiste rechten voor het ontwikkelen van cursussen. De organisatie ontvangt vervolgens een bevestiging van deze registratie. In de niet-succesvolle flow wijst de trainer de uitnodiging af of reageert niet, waarna het systeem de organisatie informeert over deze uitkomst. Dit proces zorgt voor een gestructureerde manier om trainers uit te nodigen en te integreren in het leerplatform, wat cruciaal is voor het verrijken van het educatieve aanbod.

7 Deployment view

7.1 Infrastructuurniveau 1

Het niveau 1 van de deployment view beschrijft de fysieke en technologische infrastructuur die nodig is om het leerplatform te draaien, inclusief de verdeling over meerdere servers en diensten, en hoe de softwarecomponenten zijn toegewezen aan deze infrastructuurelementen.



Figuur 23. Deployment diagram

7.1.1 Overzicht van de infrastructuur

Het leerplatform, inclusief de gekoppelde database, bevindt zich op het Vercel-platform om maximale isolatie en schaalbaarheid te garanderen. Dit centrale systeem integreert naadloos met externe diensten zoals Stripe voor betalingsverwerking, Clerk voor gebruikersbeheer via User Management Systeem en OAuth2 Provider, en Sentry voor het monitoren en oplossen van technische issues. Daarnaast worden de Detector API en de gebruikersinterface voor de Detector, conform een specifieke eis van het bedrijf, gehost op RedAnt's eigen servers. Dit zorgt voor een betrouwbare afhandeling van specifieke back-end functies en garandeert dat essentiële componenten lokaal beheerd worden. Deze componenten zijn ook verbonden met Sentry voor foutopsporing.

7.1.2 Motivatie

De keuze om de Detector API en de Detector UI exclusief op RedAnt's servers te hosten, is gebaseerd op de noodzaak om complexe operationele functionaliteiten te ondersteunen. De dynamische schaalbaarheid van Node.js instances en de specifieke configuratievereisten voor gRPC, die essentieel zijn voor http-streaming, konden het best worden beheerd op de eigen infrastructuur. Deze technische opstelling zorgt voor een geoptimaliseerde, veilige en efficiënte uitwisseling van gegevens, in lijn met de hoge eisen van het platform.

7.1.3 Kwaliteit en/of Prestatiekenmerken

De infrastructuur is geoptimaliseerd voor:

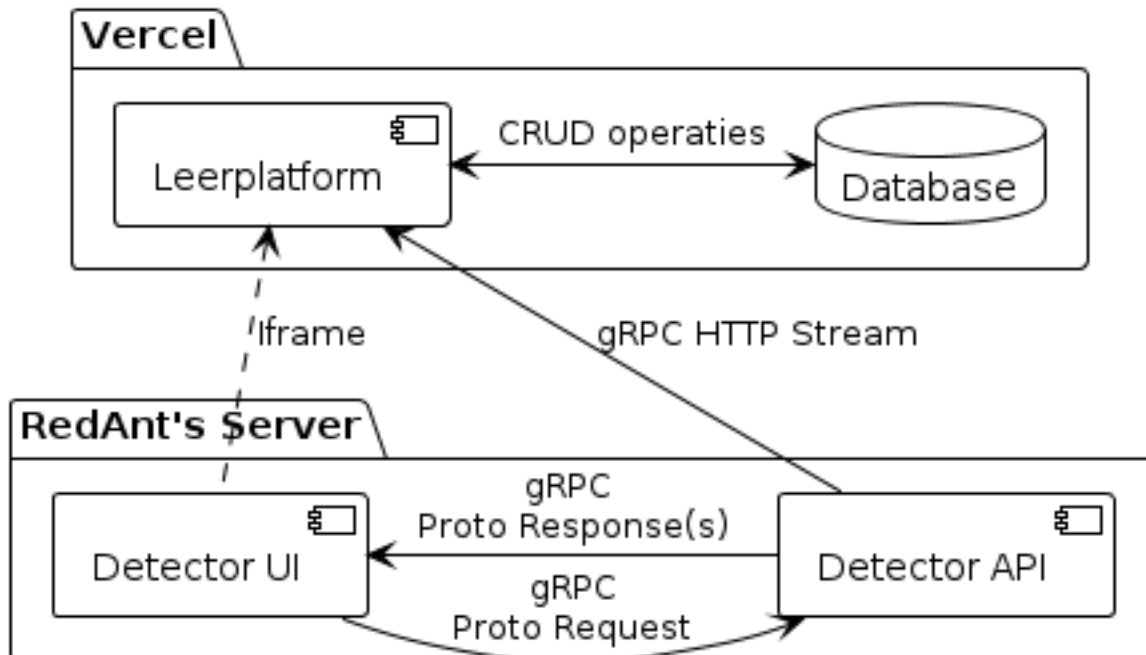
- **Hoge beschikbaarheid:** Vercel biedt een cloud-gebaseerde infrastructuur die is ontworpen voor hoge beschikbaarheid. Dit zorgt ervoor dat het leerplatform continu toegankelijk is voor gebruikers, zelfs tijdens piekbelastingen of onderhoud.
- **Automatische schaling:** Vercel ondersteunt automatische schaling van resources, waardoor het leerplatform naadloos kan opschalen om aan de fluctuerende vraag te voldoen zonder menselijke tussenkomst. Dit garandeert een stabiele en snelle gebruikerservaring, ongeacht het aantal gelijktijdige gebruikers .
- **Globale distributie:** Het platform maakt gebruik van Vercel's wereldwijd gedistribueerde netwerk van servers. Dit minimaliseert de latency door de geografische afstand tot de eindgebruiker te verkleinen, wat resulteert in snellere laadtijden van de pagina en een soepelere interactie (Managed Infrastructure on Vercel, 2024).
- **Ingebouwde beveiligingsmaatregelen:** Vercel biedt ingebouwde beveiligingsfuncties zoals automatische HTTPS, DDoS-bescherming, en isolatie van uitvoeromgevingen, waardoor het platform beschermd wordt tegen een scala aan veiligheidsrisico's (Security at Vercel, 2024).

7.1.4 Mapping

- **Leerplatform:** Het leerplatform is gehost bij Vercel. Deze keuze zorgt voor optimale prestaties door gebruik te maken van Vercel's mogelijkheden voor automatische schaling, hoge beschikbaarheid, en wereldwijde distributie van content. Deze hostingfaciliteit stelt het platform in staat om snel en efficiënt te reageren op gebruikersverzoeken, ongeacht hun geografische locatie.
- **Detector UI & API:** De Detector UI en API zijn gehost op de server van RedAnt. Dit was een strategische keuze om te voldoen aan de specifieke technische vereisten, zoals het dynamisch beheren van Node.js instances en geavanceerde configuraties voor gRPC die nodig zijn voor http-streaming. Het hosten op RedAnt's eigen servers biedt het team de volledige controle over de operationele omgeving en de flexibiliteit om snel aanpassingen te implementeren in reactie op nieuwe vereisten of om de prestaties te optimaliseren.

7.2 Infrastructuurniveau 2

Op dit niveau duiken we dieper in de interne structuur van enkele elementen van niveau 1, met als doel een gedetailleerder inzicht te geven in hoe deze elementen zijn geconfigureerd en samenwerken om het leerplatform te ondersteunen.



Figuur 24. Infrastructuurniveau 2 voor de Vercel & RedAnt's Server

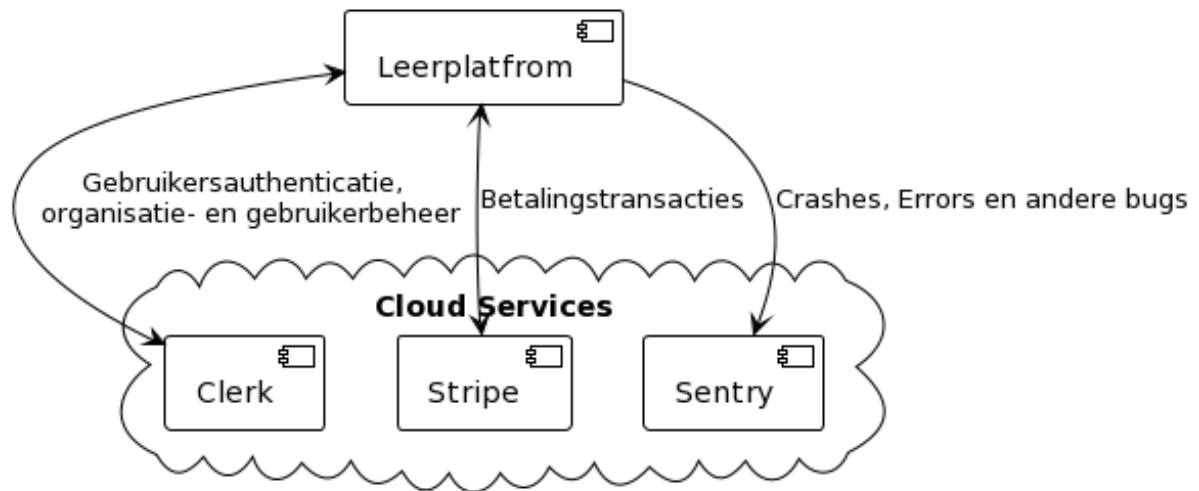
Het diagram illustreert de architectuur van het leerplatform, waarbij verschillende componenten worden gehost op specifieke locaties om de functionaliteit en efficiëntie te optimaliseren. Het leerplatform en de bijbehorende database zijn gehost op Vercel. Het leerplatform voert CRUD-operaties uit met deze database.

De Detector UI en de Detector API zijn gehost op RedAnt's server. Tussen het leerplatform en de Detector API vindt communicatie plaats via gRPC HTTP Streaming, wat de gegevensoverdracht tussen deze twee componenten faciliteert met behulp van Protocol Buffers. Dit zorgt voor een robuuste interactie die nodig is voor detectorfunctionaliteiten.

De Detector UI communiceert eveneens via gRPC met de Detector API, zowel voor het verzenden als het ontvangen van Protocol Buffers.

Daarnaast is er een integratie van de Detector UI binnen het leerplatform via een Iframe, wat het mogelijk maakt voor gebruikers om interactief deel te nemen aan de detectorfunctionaliteiten zonder het hoofdplatform te verlaten. Deze opzet toont een gelaagde architectuur die niet alleen de applicatielogica en dataopslag scheidt, maar ook externe service-interacties en gebruikersinterface-integratie effectief beheert.

7.2.1 Cloud Services

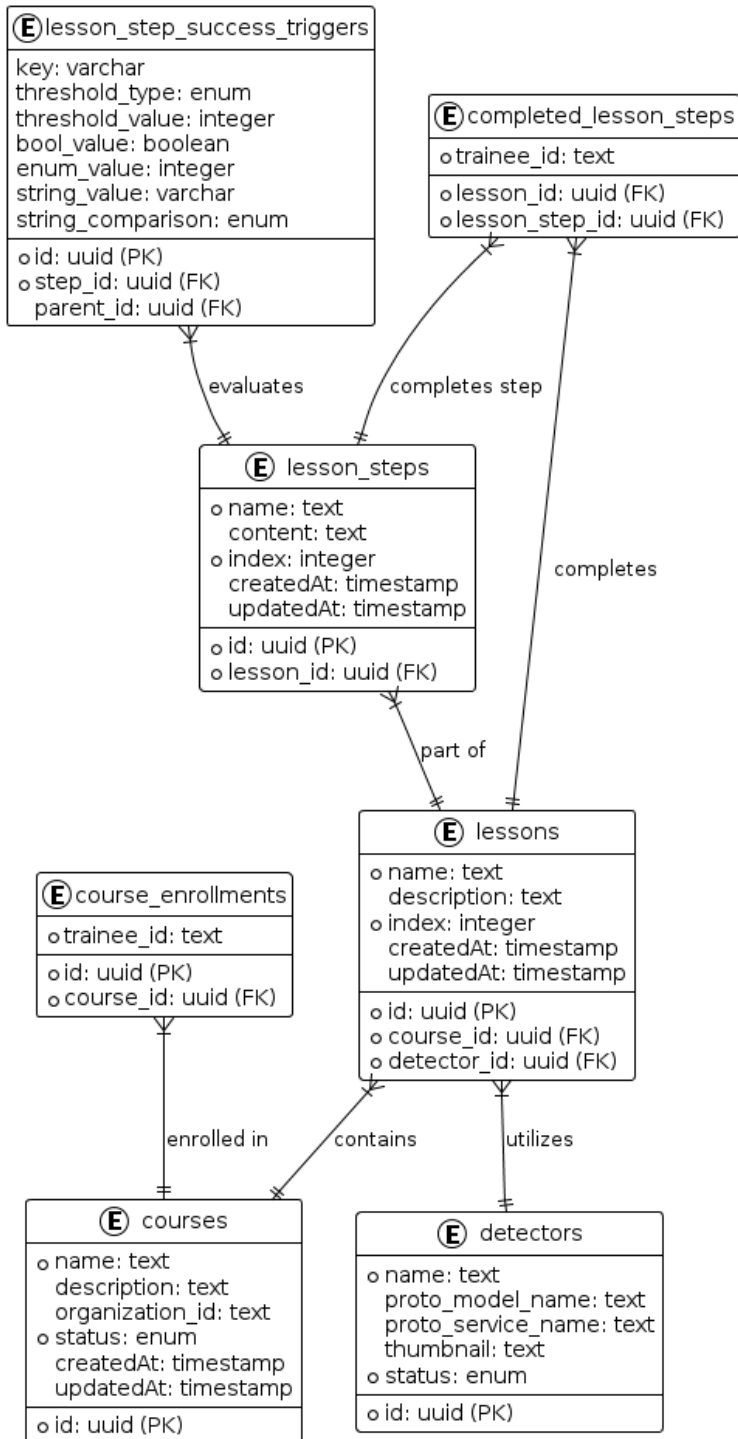


Figuur 25. Infrastructuurniveau 2 voor de cloud services en het leerplatform

Het diagram illustreert de interactie tussen het leerplatform en verschillende cloud services, waaronder Clerk voor gebruikersauthenticatie en beheer, Stripe voor betalingstransacties, en Sentry voor foutopsporing. Het toont hoe het leerplatform afhankelijk is van deze externe services voor kernfunctionaliteiten: Clerk wordt gebruikt voor authenticatieprocessen en het beheren van organisaties en gebruikers, Stripe faciliteert alle betalingsgerelateerde transacties, en Sentry helpt bij het monitoren en opsporen van crashes, errors, en andere bugs om de stabiliteit van het platform te waarborgen.

8 Concepten

8.1 Domeinconcepten



Figuur 26. Entity relationship diagram voor het leerplatform

8.2 Gebruikers ervaringsconcepten (UX)

Het leerplatform zal gebruikmaken van de principes en componenten aangeboden door *shadcn/ui*. Dit benadrukt een benadering waarbij herbruikbare componenten direct in de applicaties gekopieerd en geplakt kunnen worden. *Shadcn* staat voor toegankelijke en aanpasbare componenten die open source zijn, maar functioneert niet als een traditionele *component library*. In plaats daarvan biedt het een collectie van codevoorbeelden die ontwikkelaars direct in hun projecten kunnen integreren zonder deze als afhankelijkheid te installeren.

De kerngedachte achter *shadcn* is om ontwikkelaars de vrijheid te geven om alleen de benodigde componenten te selecteren, deze in hun projecten te implementeren en naar behoefte aan te passen.

"Bijlage O3 - UI Design" bevat wireframes van de gebruikersinterfaces die zijn ontworpen met behulp van *shadcn* componenten. Deze bijlage illustreert hoe de UX-principes en -componenten concreet binnen het leerplatform worden toegepast, inclusief voorbeelden van schermindelingen, navigatiepatronen en interactieontwerpen. Het biedt een visuele en referentie voor het ontwikkelen van een gebruikersvriendelijke omgeving.

8.3 Veiligheids- en beveiligingsconcepten

In het kader van het leerplatform is het van belang om een veilige en betrouwbare omgeving te creëren voor zowel organisaties als individuele gebruikers. Dit hoofdstuk beschrijft de fundamentele veiligheids- en beveiligingsmaatregelen die zijn geïmplementeerd om de integriteit, beschikbaarheid en vertrouwelijkheid van de data en interacties binnen het platform te waarborgen.

8.3.1 Data Encryptie

- **Data-at-Rest Encryptie:** Alle gevoelige gegevens opgeslagen binnen het systeem, inclusief gebruikersgegevens en cursusmaterialen, zijn versleuteld met moderne encryptietechnieken om ongeautoriseerde toegang te voorkomen.
- **Data-in-Transit Encryptie:** Communicatie tussen de client en de server, evenals tussen verschillende systeemcomponenten, maakt gebruik van SSL/TLS om een veilige.

8.3.2 Authenticatie en Autorisatie

- **Authenticatiemechanismen:** Het platform maakt gebruik van een robuust authenticatieproces, inclusief de optie voor twee factor authenticatie (2FA) voor een extra beveiliging laag.
- **Autorisatieniveaus:** Toegang tot verschillende delen van het platform en specifieke functionaliteiten is nauwkeurig gereguleerd op basis van gebruikersrollen en -rechten.

8.3.3 Algemene beveiliging

Het platform is ontwikkeld met aandacht voor de OWASP Top 10-webapplicatiebeveiligingsrisico's, inclusief maatregelen tegen SQL-injectie, cross-site scripting (XSS) en cross-site request forgery (CSRF).

8.4 Architectuur- en ontwerp patronen

Het leerplatform, ontwikkeld met Next.js, hanteert een component-based architectuur. Centraal in deze benadering staat het "single responsibility principle", wat inhoudt dat elke component één specifieke functie heeft en onafhankelijk moet kunnen opereren. Dit principe draagt bij aan de modulariteit en herbruikbaarheid van componenten, waardoor de onderhoudbaarheid van de codebase wordt verbeterd.

Het platform omarmt een functionele benadering, conform de filosofie van Next.js. Alle functionaliteiten zijn geïmplementeerd als pure functies, wat de voorspelbaarheid en testbaarheid van de code bevordert.

Een belangrijk aspect van de ontwikkeling met Next.js is het gebruik van Suspense voor een progressieve en incrementele levering van de UI. Dit stelt ontwikkelaars in staat om delen van de pagina die geen data vereisen direct te renderen, terwijl voor data-afhankelijke secties een laadindicator wordt getoond. Gebruikers kunnen hierdoor interactie hebben met delen van de pagina zonder te hoeven wachten tot alle data geladen is.

Het platform maakt primair gebruik van server-side data fetching, om de volgende redenen:

- Directe toegang tot backend data resources zoals databases.
- Verbeterde applicatiebeveiliging door gevoelige informatie, zoals toegangstokens en API-sleutels, niet aan de client bloot te stellen.
- Verminderde communicatie tussen client en server en verminderde belasting op de main thread van de client.
- De mogelijkheid om meerdere data-aanvragen in één keer te doen, wat efficiënter is dan meerdere individuele verzoeken.
- Afhankelijk van de regio kan data fetching dichterbij de databron gebeuren, wat vertraing vermindert en de prestaties verbetert.

Data wordt opgehaald waar nodig binnen de *component-tree*, zonder dat data globaal opgehaald hoeft te worden of props doorgegeven moeten worden. Dankzij automatische *request memoization*² van *fetch-requests* worden de prestaties behouden, zelfs als meerdere verzoeken voor dezelfde data worden gemaakt.

Data wordt parallel opgehaald door verzoeken buiten de componenten die de data nodig hebben te definiëren en vervolgens aan te roepen binnen de component. Dit versnelt het ophalen van data doordat beide verzoeken tegelijkertijd worden geïnitieerd. Om de gebruikerservaring te verbeteren, kan een Suspense Boundary worden toegevoegd om de rendering te splitsen en zo snel mogelijk een deel van de resultaten te tonen.

² <https://nextjs.org/docs/app/building-your-application/caching#request-memoization>

Het platform zal gebruik maken het ``athena -model` package`, een essentieel onderdeel binnen de RedAnt organisatie. Dit package bevat TypeScript interfaces en gRPC-services, gegenereerd uit Protocol Buffers definities. Het biedt end-to-end typesafety tussen de Detector API en het leerplatform, een cruciale factor voor betrouwbare communicatie en gegevensuitwisseling.

Communicatie tussen het leerplatform en de detector API geschiedt via gRPC, een keuze die wordt gedreven door de behoefte aan een efficiënte, robuuste en bidirectionele interactie. gRPC maakt gebruik van Protocol Buffers als zijn interface definition language (IDL), wat resulteert in lichtgewicht en snelle berichtenuitwisseling. Deze technologie stelt het platform in staat om zowel asynchroon als synchroon te communiceren, wat essentieel is voor de interactieve aard van de gevirtualiseerde detector binnen het leerplatform.

8.5 Technische Besluitvorming

Het platform maakt gebruik van PostgreSQL, een open-source relationele database, die bekend staat om zijn robuustheid, data-integriteit, en ondersteuning voor complexe query's en datarelaties. PostgreSQL is uitermate geschikt voor het beheer van gebruikersdata, cursusinformatie, en voortgangsregistraties, voor de interactieve en dynamische aard van het leerplatform.

Voor de interactie met de PostgreSQL-database wordt Drizzle ORM ingezet. Deze keuze is gebaseerd op Drizzle's lichtgewicht architectuur en efficiëntie, wat het geschikt maakt voor toepassingen die klaar zijn voor edge computing.

Middleware voor authenticatie en internationalisatie:

- **Authenticatie:** Het platform maakt gebruik van middleware voor het afhandelen van authenticatieprocessen. Deze middleware integreert met externe authenticatiediensten en biedt ondersteuning voor veilige sessies, twee factor authenticatie en gebruikersautorisatie. Dit waarborgt dat toegang tot het platform en zijn resources veilig en gecontroleerd verloopt.
- **Internationalisatie:** Om een breed scala aan gebruikers wereldwijd te ondersteunen, implementeert het platform middleware voor internationalisatie. Dit stelt ons in staat om meertalige ondersteuning te bieden, waardoor gebruikers in hun voorkeurstaal met het platform kunnen werken.

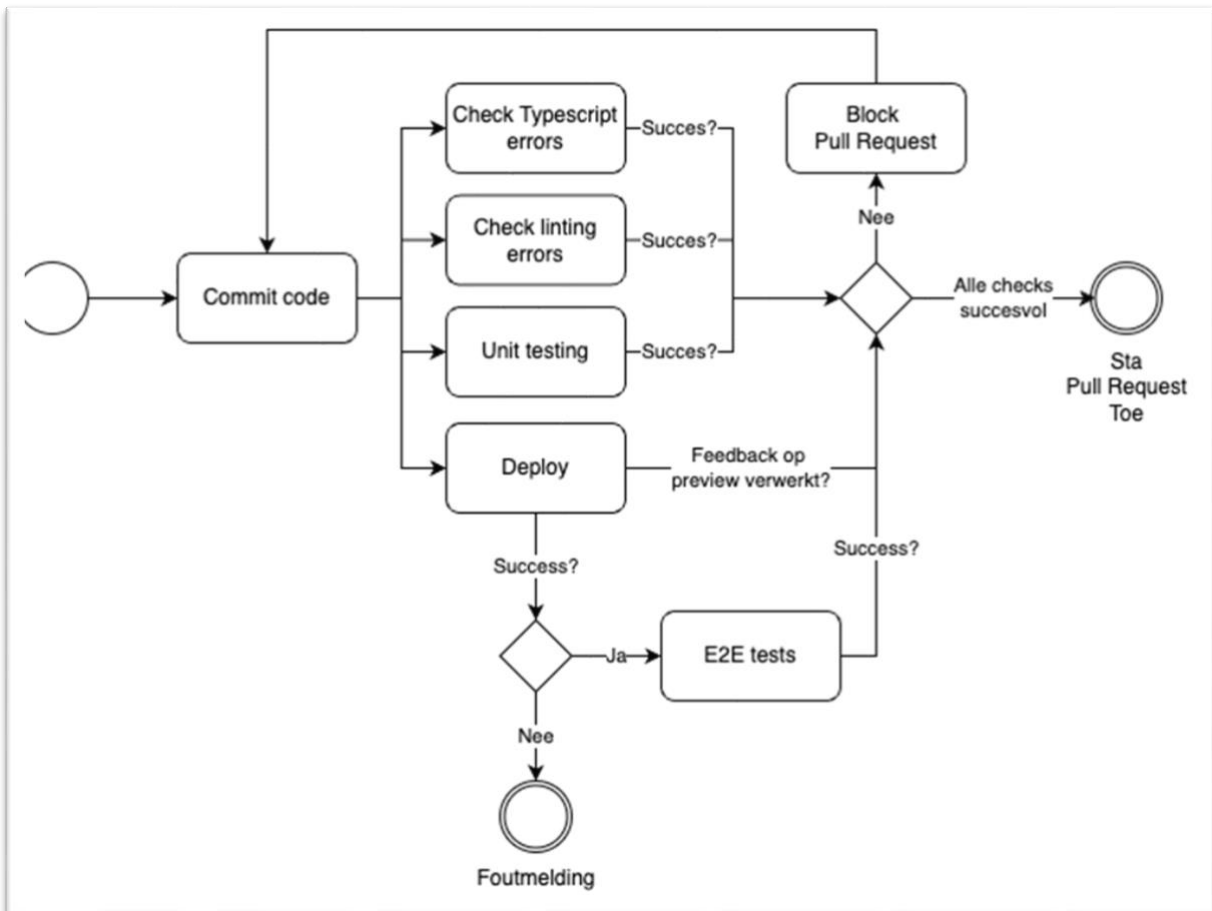
8.6 Ontwikkelingsconcepten

Gedetailleerde teststrategieën, inclusief unit tests, integratietests en systeemtests, zijn uitgewerkt in "Bijlage O2 – Testplan". Deze strategieën zijn ontworpen om te garanderen dat alle aspecten van het platform grondig worden getest, van individuele functies tot de algehele interactie tussen verschillende componenten.

Het ontwikkelingsproces wordt ondersteund door Continuous Integration/Continuous Deployment (CI/CD) pipelines. Deze geautomatiseerde pipelines faciliteren een soepele en efficiënte workflow voor softwareontwikkeling en dragen bij aan de handhaving van hoge codekwaliteit door middel van de volgende praktijken:

- **Automatische checks bij elke push:** Voor elke push naar welke branch dan ook worden automatisch verschillende checks uitgevoerd, inclusief het controleren op TypeScript en lint errors, naast het uitvoeren van unit en end-to-end (e2e) tests. Dit waarborgt dat code wijzigingen geen bestaande functionaliteiten breken en voldoen aan de gestelde kwaliteitsnormen. Daarbij wordt code coverage ook meegenomen om te zorgen dat een significant deel van de code door tests wordt gecovered, wat bijdraagt aan een hogere codekwaliteit en minder bugs in productie.
- **Pull request validaties:** Bij elke pull request naar de staging of productie branch worden dezelfde checks uitgevoerd om te verzekeren dat de integratie van nieuwe code soepel verloopt en de kwaliteit behouden blijft.
- **Deploymentproces:** Na succesvolle validatie van de code via de CI/CD pipeline, wordt het deploymentproces in twee stappen uitgevoerd:
 1. Een nieuwe release wordt aangemaakt in Sentry voor een gedetailleerde tracking van bugs en issues per software release.
 2. De code wordt automatisch gedeployed naar de juiste omgeving door Vercel.

Er is bewust gekozen om geen externe code kwaliteit checkers zoals SonarQube te gebruiken. Hoewel deze tools waardevolle inzichten kunnen bieden, zijn ze vaak prijzig en werd besloten dat de combinatie van linting, unit tests, e2e tests, en code coverage analyses voldoende garantie biedt voor het handhaven van de codekwaliteit



Figuur 27. Workflow-diagram voor CI-pipeline

9 Architectuurbeslissingen

9.1 Technologiystack Keuze

Sectie	Beschrijving
Titel	Technologiystack Keuze - Adoptie van Next.js als Full-Stack Framework
Context	Voor de ontwikkeling van het webapplicatieproject stond het bedrijf voor de keuze van een React framework. React's eigen documentatie beveelt het gebruik van een full-stack framework aan voor het ontwikkelen van webapplicaties, wat leidde tot een onderzoek naar beschikbare opties binnen het React ecosysteem.
Besluit	Na onderzoek naar de performance en mogelijkheden van de drie grote full-stack React frameworks (Next.js, Remix, en Gatsby), is gekozen voor Next.js. Deze keuze werd gedreven door Next.js' superieure prestatie-indicatoren en de breed ondersteunde functionaliteiten.
Status	Geaccepteerd. Deze beslissing is genomen na het evalueren van diverse frameworks en het raadplegen van technische documentatie, community feedback en interne vereisten.
Gevolgen	De keuze voor Next.js als technologiystack heeft verschillende gevolgen voor het project, waaronder verbeterde performance, betere SEO-optimalisatie mogelijkheden, en een flexibele architectuur voor zowel statische als dynamische content. Dit besluit legt echter ook de verplichting op aan het ontwikkelteam om zich vertrouwd te maken met de specifieke best practices van Next.js. Een gedetailleerde analyse en de resultaten van het onderzoek zijn te vinden in “Bijlage A4 - Technology Stack Research Document”.

Tabel 62. Nygard-structure voor technologiystack keuze

9.2 Vercel

Sectie	Beschrijving
Titel	Deployment naar Vercel
Context	Het leerplatform is ontwikkeld met Next.js, een framework dat nauw geïntegreerd is met Vercel, het bedrijf dat Next.js heeft gecreëerd. De keuze voor een deployment platform is van belang voor de prestaties, schaalbaarheid en het beheer van de applicatie. Vercel biedt specifieke optimalisaties en tools die speciaal zijn ontworpen voor Next.js applicaties, wat een naadloze integratie en robuuste deployment mogelijkheden belooft.
Besluit	Er is besloten om het leerplatform te deployen op Vercel. Deze beslissing is gebaseerd op de "first class" ondersteuning die Vercel biedt voor Next.js. De integratie met Vercel stelt ontwikkelaars in staat om gebruik te maken van geavanceerde functies zoals Incremental Static Regeneration en Server-side Rendering met minimale configuratie. De eenvoudige setup voor CI/CD en performance monitoring tools zijn slechts enkele klikken verwijderd, wat de operationele efficiëntie aanzienlijk verhoogt.
Status	Geaccepteerd. De beslissing om te deployen op Vercel is strategisch gekozen om de voordelen van de ingebouwde Next.js ondersteuning te maximaliseren. Dit zorgt voor een gestroomlijnd ontwikkel- en deployment proces.
Gevolgen	Door te kiezen voor Vercel, kan het platform profiteren van een snelle setup, geoptimaliseerde performance en schaalbaarheid. Dit leidt tot kortere laadtijden, betere SEO en een verhoogde gebruikerstevredenheid. De integratie vermindert ook de overhead voor het beheer van infrastructuur en laat het ontwikkelteam zich meer concentreren op het verbeteren van de applicatie zelf. Aan de andere kant vereist deze keuze dat het ontwikkelteam goed bekend is met de specifieke tools en diensten die Vercel biedt. Het vertrouwen op een platform-specifieke oplossing brengt ook een afhankelijkheid met zich mee, die risico's kan inhouden bij eventuele significante wijzigingen in de servicevoorwaarden of het beleid van Vercel.

Tabel 63. Nygard-structure voor vercel

9.3 Communicatieprotocol

Sectie	Beschrijving
Titel	gRPC voor efficiënte, type-veilige systeemcommunicatie
Context	Een kernvereiste van het leerplatform is de naadloze en efficiënte communicatie tussen het leerplatform, "Detector UI", en "Detector API". Gezien de complexiteit van de interacties en de noodzaak voor hoge prestaties en schaalbaarheid, was de keuze van een communicatieprotocol van cruciaal belang. Traditionele RESTful API's boden niet de gewenste efficiëntie en type-veiligheid.
Besluit	gRPC werd gekozen als het communicatieprotocol voor het platform. Deze beslissing is genomen vanwege gRPC's sterke punten in snelheid, lage latency, en ondersteuning voor contract-first API-ontwikkeling door middel van Protocol Buffers. Dit garandeert type-veiligheid, efficiënte data-serialisatie en de mogelijkheid tot het genereren van client- en servercode in meerdere programmeertalen, wat perfect aansluit bij de behoeften van het platform.
Status	Geaccepteerd. Deze architectuurbeslissing is gevalideerd door prototyping en evaluatie tegenover andere opties. De superioriteit van gRPC in termen van prestaties en ontwikkelaarsefficiëntie rechtvaardigde de keuze.
Gevolgen	Door voor gRPC te kiezen, kan het platform profiteren van verbeterde communicatieprestaties en ontwikkelsnelheid. Het vereist echter dat het team bekwaam is in het werken met gRPC en de bijbehorende toolset, wat initiële training en aanpassing kan vereisen. Deze keuze faciliteert ook een meer gestructureerde en onderhoudbare codebase, gezien de contract-first benadering van API-ontwikkeling. Het documenteren van deze keuze in hoofdstuk 4, "Building Block View", benadrukt de centrale rol van gRPC in de systeemarchitectuur en de bijdrage aan de algehele systeemkwaliteit

Tabel 64. Nygard-structure voor communicatieprotocol

9.4 Database Technologie

Sectie	Beschrijving
Titel	Database Technologie Keuze - PostgreSQL met Drizzle ORM
Context	De noodzaak voor een robuuste, schaalbare en makkelijk te beheren relationele database-oplossing voor het opslaan en verwerken van platformgegevens
Besluit	PostgreSQL werd gekozen als database vanwege zijn krachtige functies, open-source aard en brede acceptatie in de industrie. Drizzle ORM werd geselecteerd voor database interacties vanwege zijn lichtgewicht karakter, prestatievoordelen en eenvoudige migratiemogelijkheden.
Status	Geaccepteerd.
Gevolgen	Deze combinatie biedt een efficiënte manier om met gegevens te werken, ondersteunt complexe queries en transacties, en faciliteert eenvoudig beheer van de databasestructuur. Het impliceert echter een initiële leercurve voor het team en vereist regelmatige updates en onderhoud

Tabel 65. Nygard-structure voor database technologie

9.5 Authenticatie service

Sectie	Beschrijving
Titel	Keuze van Clerk voor Authenticatie en Organisatiebeheer
Context	Voor het leerplatform was een veilige, betrouwbare en flexibele oplossing voor gebruikersauthenticatie en organisatiebeheer essentieel. Er was een behoefte aan een systeem dat geavanceerde authenticatiemogelijkheden biedt, samen met het beheer van organisatirollen en toegangsrechten. De keuze stond ook in lijn met het vereenvoudigen van ontwikkelwerkzaamheden en het waarborgen van een hoge mate van beveiliging
Besluit	Clerk is geselecteerd als de authenticatie service voor het leerplatform. Deze keuze is gebaseerd op Clerks uitgebreide authenticatiefuncties, ingebouwde ondersteuning voor het beheer van organisaties en gebruikersrollen, en de gemakkelijke integratie met Next.js. De beslissing is genomen met oog op de algehele doelstellingen voor gebruikerservaring en systeemveiligheid, zoals beschreven in hoofdstuk 4 en ondersteund door de technische infrastructuur uiteengezet in hoofdstuk 7.
Status	Geaccepteerd , als de optimale keuze voor het voldoen aan de eisen van zowel gebruikersauthenticatie als organisatiebeheer binnen het platform. Deze keuze is strategisch gedocumenteerd in hoofdstuk 4, "Building Block View", waar de integratie en verantwoordelijkheden van de Authenticatie Service zijn geëxploreerd
Gevolgen	De integratie van Clerk biedt een basis voor authenticatie en beveiliging binnen het platform, ondersteunt complexe scenario's voor organisatiebeheer en gebruikerstoegang, en vereenvoudigt tegelijkertijd het ontwikkelproces. Het zorgt voor een versnelde ontwikkeling met minder code voor authenticatieprocessen. Echter, de afhankelijkheid van een externe service vereist zorgvuldige overweging van de privacy- en beveiligingsaspecten, alsmede het plannen voor potentiële toekomstige veranderingen in de service of het beleid van Clerk

Tabel 66. Nygard-structure voor authenticatie

9.6 Shadcn/UI

Sectie	Beschrijving
Titel	Adoptie van Shadcn/UI voor UI Componenten
Context	Het ontwerp en de ontwikkeling van een intuïtieve, responsieve en toegankelijke gebruikersinterface (UI) vormen kernaspecten van het leerplatform. Het gebruik van een efficiënte, flexibele methode om UI componenten te creëren en beheren was noodzakelijk om een consistente gebruikerservaring te waarborgen. Gezien de behoefte aan maatwerk en uitbreidbaarheid in de UI, was het van belang een oplossing te kiezen die zowel ontwikkelaars als ontwerpers zou ondersteunen
Besluit	Shad/CN is geselecteerd voor het ontwikkelen van UI componenten binnen het leerplatform. Deze keuze is gebaseerd op de unieke aanpak van Shad/CN voor het bieden van herbruikbare, toegankelijke en gemakkelijk aan te passen componenten zonder de noodzaak voor een traditionele componentenbibliotheek. De beslissing biedt het ontwikkelteam de vrijheid om componenten direct in het project te integreren en aan te passen, waardoor een hoge mate van maatwerk en flexibiliteit in het ontwerp wordt gegarandeerd, zoals ondersteund in hoofdstuk 8.2
Status	Geaccepteerd , als een strategische keuze voor het verbeteren van de efficiëntie in UI ontwikkeling en het verzekeren van een hoge kwaliteit van gebruikersinteracties. De keuze voor Shad/CN wordt verder onderbouwd in hoofdstuk 8.4, "Architectuur- en Ontwerppatronen", waar de nadruk ligt op het belang van component-gebaseerde architectuur en de principes voor effectieve UI ontwikkeling
Gevolgen	Het gebruik van Shad/CN stelt het ontwikkelteam in staat om snel en effectief een rijke, responsieve UI op te bouwen, met behoud van een sterke focus op gebruikerservaring en toegankelijkheid. Het biedt ook de flexibiliteit om componenten te evolueren naarmate de eisen van het platform veranderen, zonder gebonden te zijn aan een specifieke componentenbibliotheek. Deze benadering vereist echter een grondig begrip van de beste praktijken voor webontwikkeling en de bereidheid om actief componenten aan te passen en te onderhouden om aan specifieke projectbehoeften te voldoen

Tabel 67. Nygard-structure voor UI componenten

9.7 Event Sourcing

Sectie	Beschrijving
Titel	Event Sourcing voor versiebeheer van cursussen en lessen
Context	In de dynamische omgeving van het leerplatform is het beheren van cursusupdates, -wijzigingen en -historie essentieel voor zowel ontwikkelaars als eindgebruikers. De behoefte aan een strategie die flexibiliteit en traceerbaarheid voor de levenscyclus van cursuscontent biedt, leidde tot de overweging van Event Sourcing.
Besluit	Overwogen wordt Event Sourcing te adopteren voor het versiebeheer van cursussen. Deze benadering zou het mogelijk maken om elke verandering aan een cursus als een reeks van onveranderlijke gebeurtenissen op te slaan, wat volledige historische traceerbaarheid en eenvoudige herstel mogelijkheden van eerdere versies mogelijk maakt. Dit zou gedetailleerd inzicht bieden in de evolutie van cursuscontent en geavanceerde functies zoals audit trails en undo/redo mogelijkheden faciliteren.
Status	In overweging. De voordelen van Event Sourcing in termen van systeemresilience, geschiedenisbeheer en data-analyse worden erkend, maar de implementatiecomplexiteit en vereisten voor ontwikkelingsexpertise worden zorgvuldig afgewogen. Een definitieve beslissing vereist verder onderzoek en afstemming met betrokken stakeholders
Gevolgen	De potentiële implementatie van Event Sourcing zou de systeemcomplexiteit verhogen, maar biedt significante voordelen voor het beheer van cursusversies. Het introduceert een leercurve voor het ontwikkelteam en vereist een gedegen implementatiestrategie. Een succesvolle adoptie zou de kwaliteit en onderhoudbaarheid van het platform verbeteren door een solide basis voor toekomstige uitbreidingen en ondersteuning van complexe gebruikersscenario's te bieden. De integratie met andere systeemcomponenten en de bijdrage aan de doelstellingen van het platform worden zorgvuldig overwogen, zoals wordt voorgesteld in de verdere documentatie

Tabel 68. Nygard-structure voor event sourcing

10 Kwaliteitseisen

10.1 Eisen

De kwaliteitseisen van het leerplatform zijn uitgewerkt in een tabel die is gebaseerd op de prioriteiten vastgesteld in hoofdstuk 'Kwaliteitsdoelstellingen'. Deze tabel illustreert de hiërarchie en de verfijning van de kwaliteitsdoelen, met specifieke scenario's voor de evaluatie van deze doelen. De volgende tabel biedt een gestructureerd overzicht van deze kwaliteitseisen en hun prioriteiten.

ID	Kwaliteitsdoel	Beschrijving	Prioriteit
QG-1	Betrouwbaarheid	Het platform moet consistent een gespecificeerd prestatieniveau handhaven onder de verwachte bedrijfsomstandigheden. Dit omvat een sterke nadruk op fouttolerantie en systeemstabiliteit om de impact van eventuele storingen op gebruikers te minimaliseren.	Hoog
QG-2	Beveiliging	De bescherming van gebruikersgegevens en cursusmateriaal tegen ongeautoriseerde toegang, gebruik, wijziging, vernietiging of openbaarmaking is cruciaal. De architectuur moet beveiligingsmaatregelen implementeren, waaronder encryptie, toegangscontrole, en veilige datatransmissie.	Hoog
QG-3	Prestatie-efficiëntie	Het systeem moet optimale prestaties leveren met betrekking tot de gebruikte middelen. Dit houdt in dat de architectuur geoptimaliseerd is voor snelle responsiviteit, zelfs bij hoge belasting of grote hoeveelheden gelijktijdige gebruikers.	Hoog
QG-4	Onderhoudbaarheid	Aanpassingen, verbeteringen, en uitbreidingen zijn belangrijk voor de evolutie van het platform. De architectuur moet zodanig ontworpen zijn dat wijzigingen in de omgeving of in de vereisten efficiënt doorgevoerd kunnen worden zonder significante disrupties.	Middel
QG-5	Gebruiksvriendelijkheid	Het platform moet toegankelijk en eenvoudig te gebruiken zijn voor een brede doelgroep, inclusief organisaties, trainers en cursisten. Dit vereist een intuïtieve gebruikersinterface en navigatie, minimale trainingsvereisten en aantrekkelijk ontwerp.	Middel
QG-6	SEO-optimalisatie	Het platform moet geoptimaliseerd zijn voor zoekmachines, gebruikmakend van Next.js's	Middel

		server-side rendering (SSR) capaciteiten voor snellere indexering.	
QG-7	Schaalbaarheid	Het systeem moet gemakkelijk horizontaal kunnen schalen om de groei in gebruikersaantallen en dataverkeer op te vangen.	Middel
QG-8	Code-organisatie	Het platform moet een duidelijke structuur hebben voor componenten en pagina's om hergebruik te bevorderen en het onderhoud te vereenvoudigen.	Hoog
QG-9	Internationalisatie	Het platform moet ondersteuning bieden voor meertalige content.	Middel
QG-10	Beschikbaarheid	Het platform streeft naar een uptime van 99,9% per maand, exclusief gepland onderhoud	Hoog
QG-11	Data Encryptie	Alle gebruikersgegevens, inclusief persoonlijke informatie en cursusmateriaal, moeten versleuteld zijn tijdens opslag en overdracht met moderne encryptiestandaarden	Hoog
QG-12	Paginaaadtijden	95% van de pagina's moet binnen 2 seconden laden onder standaardnetwerkcondities, zelfs tijdens piekbelasting	Hoog
QG-13	Toegankelijkheid	Het platform moet voldoen aan de Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1 niveau AA, waarbij regelmatige audits worden uitgevoerd om toegankelijkheid voor alle gebruikers, inclusief die met beperkingen, te garanderen	Middel

Tabel 69. Alle kwaliteitseisen voor het leerplatform

Voor elk van deze kwaliteitseisen worden evaluatiescenario's opgesteld om de voldoening aan de eisen te testen en te valideren. Dit kan variëren van geautomatiseerde tests (voor prestatie en schaalbaarheid) tot handmatige beoordelingen en audits (voor gebruiksvriendelijkheid en toegankelijkheid). Deze scenario's worden gedetailleerd uitgewerkt in het "Bijlage O2 – Testplan", waarbij specifieke testprocedures, verwachte uitkomsten, en verantwoordelijkheden worden beschreven.

10.2 Scenario's

De volgende kwaliteitsscenario's concretiseren de kwaliteitseisen van het leerplatform door specifieke situaties te beschrijven waarin een stimulus op het systeem inwerkt. Deze scenario's zijn gericht op het verifiëren van de naleving van de kwaliteitsdoelstellingen zoals uiteengezet in hoofdstuk 'Kwaliteitsdoelstellingen' en verder uitgewerkt in hoofdstuk 'Eisen'. Ze omvatten zowel gebruiksscenario's als wijzigingsscenario's om een volledig beeld te geven van hoe het systeem onder verschillende omstandigheden functioneert.

10.2.1 Betrouwbaarheid

Gebruiksscenario	Wijzigingsscenario
In het geval van een fout bij het ophalen van data voor een pagina, moet het systeem een fallback-mechanisme hebben om een gestandaardiseerde foutpagina te tonen zonder de gebruikerservaring te onderbreken. Daarnaast moet het systeem automatisch een foutmelding loggen voor analyse door het ontwikkelteam	Na het implementeren van een nieuwe update moet het systeem terug kunnen keren naar de vorige stabiele versie in geval van kritieke fouten die de werking beïnvloeden.

Tabel 70. Gebruiks- en wijzigingsscenario voor de betrouwbaarheid van het leerplatform

10.2.2 Beveiliging

Gebruiksscenario	Wijzigingsscenario
Een ongeautoriseerde toegangspoging tot gebruikersgegevens moet onmiddellijk worden gedetecteerd en geblokkeerd, waarbij een waarschuwing naar de systeembeheerders wordt gestuurd.	Het toevoegen van nieuwe beveiligingsregels of -functies mag de prestaties van het systeem niet merkbaar beïnvloeden en moet door middel van geautomatiseerde tests worden geverifieerd.

Tabel 71. Gebruiks- en wijzigingsscenario voor de beveiliging van het leerplatform

10.2.3 Prestatie-efficiëntie

Gebruiksscenario	Wijzigingsscenario
Tijdens piekbelasting moet het systeem de responsiviteit behouden, waarbij 95% van de pagina-aanvragen binnen 2 seconden wordt geladen.	Bij het schalen van het systeem om extra gebruikers te ondersteunen, moet dit automatisch gebeuren zonder handmatige interventie van het ontwikkelteam.

Tabel 72. Gebruiks- en wijzigingsscenario voor de prestaties en efficiëntie van het leerplatform

10.2.4 Onderhoudbaarheid

Gebruiksscenario	Wijzigingsscenario
Ontwikkelaars moeten in staat zijn om nieuwe functionaliteiten te implementeren zonder bestaande functionaliteiten te beïnvloeden, gebruikmakend van de modulaire architectuur van het systeem	Een update aan een externe afhankelijkheid moet binnen een werkdag geëvalueerd, getest en gedeployed kunnen worden, met minimale verstoring

Tabel 73. Gebruiks- en wijzigingsscenario voor de onderhoudbaarheid van het leerplatform

10.2.5 Gebruiksvriendelijkheid

Gebruiksscenario	Wijzigingsscenario
Nieuwe gebruikers moeten in staat zijn om zich te registreren en de basisfunctionaliteiten van het platform te gebruiken zonder externe hulp, binnen 5 minuten na de eerste toegang tot het platform	Wijzigingen in de UI/UX van het platform moeten voorafgaand aan implementatie worden getest met een focusgroep om de gebruiksvriendelijkheid te waarborgen

Tabel 74. Gebruiks- en wijzigingsscenario voor de gebruiksvriendelijkheid van het leerplatform

Elk van deze scenario's zal verder worden uitgediept in "Bijlage O2 – Testplan", met specifieke testmethoden, verwachte resultaten en verantwoordelijkheden om ervoor te zorgen dat het platform voldoet aan de vastgestelde kwaliteitsstandaarden. Deze scenario's dienen als basis voor zowel de ontwikkeling als de voortdurende evaluatie van het systeem, om een hoogwaardig, betrouwbaar en gebruikersvriendelijk platform te garanderen.

11 Risico's

11.1 Afhankelijkheid van detector functionaliteit

11.1.1 Beschrijving

Een risico binnen het leerplatform project betreft de functionaliteit en betrouwbaarheid van de detectoren die worden ontwikkeld door een ander team binnen RedAnt. Het leerplatform is in hoge mate afhankelijk van de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en tijdigheid waarmee deze detectoren berichten versturen en ontvangen. Aangezien deze component buiten de directe ontwikkelingscontrole van het leerplatformteam valt, kan elk falen of tekortschieten in deze systemen directe gevolgen hebben voor de bruikbaarheid en effectiviteit van het leerplatform.

11.1.2 Potentiële gevolgen

De afhankelijkheid van externe detector functionaliteit brengt verschillende potentiële gevolgen met zich mee. Ten eerste kan onbetrouwbare data-overdracht van en naar de detectoren leiden tot een suboptimale gebruikerservaring, waarbij gebruikers mogelijk geen real-time feedback of accurate resultaten ontvangen tijdens interacties met cursusmateriaal. Ten tweede kan onvoorspelbare detectorprestatie de integriteit van verzamelde gegevens beïnvloeden, wat de kwaliteit van leren en de effectiviteit van cursuscontent negatief kan beïnvloeden.

11.1.3 Mitigatiestrategieën

Om de risico's geassocieerd met de afhankelijkheid van externe detectorfunctionaliteit te beheersen, worden de volgende mitigatiestrategieën voorgesteld:

1. **Nauwe samenwerking en communicatie:** Het opbouwen van een sterke communicatielijn met het externe team dat verantwoordelijk is voor de ontwikkeling van de detectoren. Dit omvat regelmatige updates, feedbacksessies en gezamenlijke reviewmeetings om de voortgang en compatibiliteit te waarborgen.
2. **Robuuste foutafhandeling en back-up plannen:** Implementatie van goede fout afhandeling binnen het leerplatform om elegant om te gaan met eventuele onderbrekingen of inconsistenties in data van de detectoren. Dit kan ook het opstellen van back-up plannen omvatten voor het geval de primaire detectorfunctionaliteit faalt
3. **Simulaties en mocking:** Ontwikkeling van gesimuleerde of ge-mockte detectoromgevingen die kunnen worden gebruikt voor uitgebreide testen van het platform, onafhankelijk van de werkelijke detectorimplementatie. Dit helpt bij het identificeren en oplossen van mogelijke integratieproblemen voordat deze de eindgebruikerservaring beïnvloeden.