



Technisch Adviesrapport

Wild Innovators

Versie 1.0
Opleiding Informatica
Locatie te Emmen

Technisch Adviesrapport

Datum

23/06/2023

Locatie

Van Schaikweg 94, 7811 KL EMMEN

Versiegeschiedenis

Versie	Datum	Naam	Beschrijving
0.1	29/05/2023	Wild innovators	Schets bouwplan en structuur
0.2	08/06/2023	Wild innovators	Gegeven feedback verwerken
0.3	13/06/2023	Wild innovators	Gegeven feedback verwerken
1.0	23/06/2023	Wild innovators	Definitieve versie

Opdrachtnemers

Brandon Nijveld <i>Kwaliteitscontroleur</i>	brandon.nijveld@student.nhlstenden.com	5177995
Jari Olijslager <i>Notulist</i>	jari.olijslager@student.nhlstenden.com	5174929
Aman Trechsel <i>Kwaliteitscontroleur</i>	aman.trechsel@student.nhlstenden.com	4821106
Kimmy Visscher <i>Projectleider</i>	kimmy.visscher@student.nhlstenden.com	5216117
Saulè Westra <i>Actief project lid</i>	saule.westra@student.nhlstenden.com	5201373

Samenvatting

In het verleden waren er veel verschillende dieren van allerlei verschillende klassen op de aarde. In de ijstijd liepen de grote harige mammoeten langs de hoge bergen van de Alpen. In de Atlantische Oceaan waren er haaien ter grootte van bussen te vinden en in de lucht vlogen vogels ter grootte van vliegtuigen.

In het heden zijn er alleen nog maar fossielen van deze gigantische beesten over. Toch zijn wij mensen erg benieuwd naar deze reusachtige beesten. Bijvoorbeeld naar hoe deze beesten geleefd hebben en hoe hun omgeving eruitzag. Er wordt tegenwoordig daarom veel onderzoek gedaan naar hun leefgebied en leefomstandigheden.

Op jonge leeftijd worden wij hierover geïnformeerd op school. Deze lessen worden vaak gegeven uit tekstboeken, waarmee geprobeerd wordt om uiteindelijk een zo goed mogelijk beeld te geven van hoe deze dieren hebben geleefd.

Uit het onderzoek van Dan Roam (2019) blijkt dat de mens beter kan leren met behulp van visualisatie en dat betekent dat de huidige manier van uitleg op scholen niet altijd voldoende is. Gelukkig is hier een oplossing voor en dat is Augmented Reality (AR). Met AR kun je een situatie simuleren waardoor je makkelijk op een andere locatie in een andere tijd kan komen. Er worden dan virtuele 3D-modellen van organismen en objecten in de ruimte gezet via de camera van je telefoon. Hierdoor wordt een plaatje geschetst bij de leerstof en zo kan de leerling dus effectiever leren.

Het doel van dit rapport is om een onderbouwd advies te geven, waarbij het proces van de ontwikkeling van de app centraal staat.

Het ontwikkelproces van TimeWise heeft meerdere fasen doorlopen. Eerst is het idee voor de app bedacht, met de bijbehorende functionaliteiten. Het idee voor TimeWise is dat TimeWise een app wordt voor in het onderwijs die gebruik maakt van augmented reality om de lesstof te verrijken. De belangrijkste functionaliteit is dus de augmented reality.

Ook moet de app verbinding kunnen maken met een database, selecties hebben voor vakken en lessen en een encyclopedie om informatie in op te slaan. Op de website is veel informatie over de app verstrekt. Hier is het bedoeld om een gebruiker een persoonlijke omgeving te geven waarin een gebruiker lessen kan aanmaken voor in de app. De app kan hier van inhoud worden voorzien. Aan de achterzijde is het belangrijk dat de app modulair is opgebouwd.

Er zijn nog veel opties om TimeWise verder te ontwikkelen. De app kan met meer content gevuld worden. Dit kan gedaan worden door de app uit te brengen naar leerkrachten en lesstofontwikkelaars. Ook kan er meer gedaan worden met educatie in de app. Dit kan door bijvoorbeeld meer vragen en interactie toe te voegen bij de 3D-modellen. Er zijn ook opties voor doorontwikkeling die niet inhoud gericht zijn. Zo zou de app ook voor iOS gemaakt kunnen worden. Er zijn ook nog ideeën bedacht voor extra functies. Zoals een toevoeging van audio en een kans-systeem voor het verschijnen van objecten in de AR-omgeving.

In 9 weken zijn de belangrijkste requirements behaald. TimeWise kan dus gezien worden als een geslaagd project. Bij het bezoek aan de basisschool 'De Fontein Oranjestraat' zijn er tijdens het testen ook veel positieve reacties ontvangen, zoals te zien is in de opname bij de

usability test. Er kan dus geconcludeerd worden dat de app ook goed bevalt bij de doelgroep.

Inhoud

1. Inleiding	6
2. Achtergrondkennis voor dit rapport	7
2.1 Augmented reality	7
2.2 Modulair	7
2.3 Proof of concept	7
2.4 Git	8
3. Het idee	9
3.1 Requirements	9
3.2 Doelgroep	10
3.3 Andere applicaties die hetzelfde idee delen	11
4. Ontwikkeling en bouw van de app	12
4.1 Ontwikkelingsmethode	12
4.2 Ontwerp	12
4.3 Bouw	12
4.4 Alternatieve ontwikkelingsmogelijkheden	14
4.5 Processen	15
4.5.1 Kennis opbouwen	15
4.5.2 Augmented reality functie	16
4.5.3 Modulaire bouw	16
4.5.4 Lesomgeving	16
4.5.5 Encyclopedie	17
4.5.6 Instellingen	17
4.5.7 Additionele functies	18
4.5.8 Website	19
4.5.9 Database	19
5. Tests	20
5.1 Software test	20
5.2 User interface test	20
6. Advies en aanbeveling	22
6.1 Verdere ontwikkeling	22
6.2 Vergelijking met andere systemen	22
6.3 Behaalde functionaliteiten	24
7. Conclusie	26
Literatuurlijst	28
Bijlagen	30

1. Inleiding

In het verleden waren er veel verschillende dieren van allerlei verschillende klassen op de aarde. In de ijstijd liepen de grote harige mammoeten langs de hoge bergen van de Alpen. In de Atlantische Oceaan waren er haaien ter grootte van bussen te vinden en in de lucht vlogen vogels ter grootte van vliegtuigen.

In het heden zijn er alleen nog maar fossielen van deze gigantische beesten over. Toch zijn wij mensen erg benieuwd naar deze reusachtige beesten. Bijvoorbeeld naar hoe deze beesten geleefd hebben en hoe hun omgeving eruitzag. Er wordt tegenwoordig daarom veel onderzoek gedaan naar hun leefgebied en leefomstandigheden.

Op jonge leeftijd worden wij hierover geïnformeerd op school. Deze lessen worden vaak gegeven uit tekstboeken, waarmee geprobeerd wordt om uiteindelijk een zo goed mogelijk beeld te geven van hoe deze dieren hebben geleefd.

Uit het onderzoek van Dan Roam (2019) blijkt dat de mens beter kan leren met behulp van visualisatie en dat betekent dat de huidige manier van uitleg op scholen niet altijd voldoende is. Gelukkig is hier een oplossing voor en dat is Augmented Reality (AR). Met AR kun je een situatie simuleren waardoor je makkelijk op een andere locatie in een andere tijd kan komen. Er worden dan virtuele 3D-modellen van organismen en objecten in de ruimte gezet via de camera van je telefoon. Hierdoor wordt een plaatje geschetst bij de leerstof en zo kan de leerling dus effectiever leren.

Er is nagedacht over een bijbehorende doelgroep. Gezien dat de app onderwijsgericht was, zijn scholieren een logische doelgroep. Er is specifiek gekozen voor bovenbouw basisschool en onderbouw middelbare school, aangezien deze groepen les zouden krijgen over de onderwerpen die Wild innovators vooraf in gedachte hadden.

Het doel van dit rapport is om een onderbouwd advies te geven, waarbij het proces van de ontwikkeling van de app centraal staat.

Dit document begint in hoofdstuk 2 met achtergrondinformatie, wat handig is om dit rapport goed te begrijpen. Daarna wordt in hoofdstuk 3 beschreven hoe dit idee tot stand is gekomen en welke vereisten de app heeft. In hoofdstuk 4 wordt beschreven van welke software er gebruik gemaakt is en waarom voor deze software gekozen is. Ook worden hier de processen en alternatieve methoden beschreven. Hoofdstuk 5 gaat in op het testen van de app en in hoofdstuk 6 wordt de toekomst van TimeWise aangekaart en wordt TimeWise vergeleken met andere applicaties. Gebaseerd op deze informatie wordt uiteindelijk een conclusie getrokken en een advies geleverd.

2. Achtergrondkennis voor dit rapport

Om dit rapport goed te begrijpen is wat kennis nodig over bepaalde concepten die in dit rapport behandeld worden. In dit hoofdstuk zullen een aantal belangrijke zaken besproken worden, die handig zijn voor een goed begrip van dit rapport.

2.1 Augmented reality

De belangrijkste functie van TimeWise is AR. Dit is een interactieve manier om digitale inhoud te plaatsen in de echte wereld. Zo kan een 3D-model via de camera van je telefoon in de echte wereld geplaatst worden.

AR heeft erg veel weg van mixed reality. In de basis is het ook exact hetzelfde. Bij mixed reality dien je alleen een virtual reality-headset of een specifiek soort bril (MR-bril) te hebben zoals de HoloLens¹ om de digitale content zichtbaar te maken. Het voordeel hiervan is dat je je handen vrij hebt. Echter, het is wel minder toegankelijk, aangezien een MR-bril minder breed gedistribueerd is dan bijvoorbeeld een mobiele telefoon. Zo zijn er bijvoorbeeld in 2022 afgerond 1.21 miljard mobiele telefoons (Statista, 2023) verkocht tegenover slechts 300.000 HoloLenzen (International Data Corp., 2023).

AR wordt tegenwoordig gebruikt bij bijvoorbeeld reclameborden op straat, waar je dan een QR-code kan scannen om een 3D-model zichtbaar te maken. Ook binnen de architectuur wordt er gebruik van gemaakt om gebouwen of inrichtingen van huizen te kunnen tonen zonder alles al bij elkaar te moeten zetten. Andere voorbeelden van sectoren waar AR gebruikt wordt zijn bijvoorbeeld videogames, trainingen voor het leger of navigatie voor in de auto.

2.2 Modulair

In dit verslag wordt beschreven dat TimeWise modulair is opgebouwd. Hiermee wordt bedoeld dat (bijna) elk inhoudsonderdeel een specifieke module is, die gebruikt kan worden als preset² om nieuwe inhoud toe te voegen. Er hoeven dan alleen een paar waarden meegegeven worden met de preset en dan wordt het object aangemaakt. Zonder eerst een al bestaand object van hetzelfde type te dupliceren of helemaal vanaf nul opnieuw op te bouwen. Verdere toelichting over dit concept en uitleg over hoe dit toegepast is binnen TimeWise volgt in sectie 4.5.3.

2.3 Proof of concept

TimeWise is een zogeheten proof of concept. Het doel van een proof of concept is om aan te tonen dat het idee haalbaar is.

Een proof of concept is veelal klein en hoeft niet af te zijn. Voor TimeWise specifiek houdt dit in, dat de app niet volledig gevuld is met inhoud. Alle functionaliteiten zitten er wel in met een kleine hoeveelheid inhoud om te laten zien dat de app compleet werkzaam is. Er is een compleet skelet opgebouwd zonder extra inhoud.

Binnen de softwareontwikkeling wordt er relatief vaak gebruik gemaakt van een proof of concept in vergelijking met andere sectoren. Binnen softwareontwikkeling worden proofs of concepts vaak gebruikt om uit te zoeken welke software het meest gepast is voor de ontwikkeling van het systeem en voor het testen, aangezien de proofs of concepts vaak

¹ De HoloLens is een realiteitsbril van Microsoft die in 2016 op de markt kwam.

² Preset is de Engelse term voor *voorinstelling*.

vrij simpel zijn en daardoor het testen makkelijker maken. Ook worden ze gebruikt om interesse van investeerders te wekken, omdat investeerders een beter beeld hebben bij het idee wanneer ze een proof of concept zien.

2.4 Git

In dit document worden meerdere termen omtrent *Git* genoemd. Git is software die gebruikt wordt om de versies van de code bij te houden. Hierdoor zijn er veel back-ups en kan iedereen elkaars aanpassingen continu ophalen zonder de documenten elke keer naar de andere groepsleden te sturen. Alle versies zijn terug te vinden op *GitHub* in een *repository*. Dit is het systeem waarin de versies bijgehouden worden voor één project. Hier staan alle zogeheten 'commits' van de groepsleden. Een *commit* is als het ware een nieuwe versie. Een persoon zet dan zijn/haar lokale aanpassingen met een korte beschrijving op het versiebeheersysteem.

Binnen Git kunnen meerdere *branches* aangemaakt worden. Vrijwel elk project heeft sowieso twee branches; de main-branch en de develop-branch. De main-branch bevat de documenten die zichtbaar zijn voor het publiek. Alle compleet afgeronde en geteste onderdelen van het project komen hier te staan. De develop-branch wordt gebruikt om alle onderdelen bij elkaar te brengen. Deze onderdelen hoeven nog niet af of getest te zijn. Voor elk onderdeel specifiek kan een feature-branch aangemaakt worden. Zo'n branch is dan compleet toegewijd aan één specifiek onderdeel van het project. Om inhoud van een branch naar een andere te plaatsen of twee branches samen te voegen, wordt er gebruik gemaakt van een *pull-request*. Bij een pull-request krijgen de andere groepsleden de vraag om de code te controleren op fouten en conventies. Wordt dit goedgekeurd dan wordt de inhoud verplaatst of worden de branches samengevoegd.

De repository bevat ook een *readme* document en een *.gitignore*. De readme bevat essentiële informatie voor het gebruiken van de inhoud in de repository. Denk bijvoorbeeld aan installatie-instructies. Het *.gitignore*-bestand bevat alle bestanden en/of typen bestanden die niet meegenomen dienen te worden bij het plaatsen van een commit. Dit soort bestanden kunnen bijvoorbeeld databestanden zijn die gevoelige informatie bevatten.

3. Het idee

Het bedenken van het idee voor TimeWise is in meerdere fasen gebeurd. Er is gebruik gemaakt van veel brainstormsessies om tot een goed innovatief idee te komen. Initieel was het idee om een applicatie voor een dierentuin te maken, maar na een suggestie van docenten om het algemener te maken, werd het idee aangepast naar een app waarin vele huidige en uitgestorven dieren gevonden kunnen worden. Deze zouden dan met AR neergezet worden. Er is gekozen om de app onderwijsgericht te maken.

Er moesten echter nog veel besluiten genomen worden rondom de app. Dit ging vooral over hoe het idee uitgevoerd zou gaan worden. Zo moest er gekozen worden van welke software en technieken er gebruik werden gemaakt. Als resultaat is het besluit genomen om een modulaire app te maken, waar de gebruiker 3D-modellen kan uploaden via een website. Deze website geeft dan een code terug van de gerealiseerde omgeving.

3.1 Requirements

App

De app heeft een aantal nodige functionaliteiten, die ervoor zorgen dat de app het beste kan presteren. De nodige functionaliteiten voor de app zijn:

- De app heeft augmented reality nodig, hierdoor kunnen 3D-modellen getoond worden op de telefoon van de gebruiker.
- De app moet verbinding met een database kunnen maken. Via de website kunnen de gebruikte 3D-modellen in de database opgeslagen worden.
- De app bevat selecties, zodat een keuze kan worden gemaakt tussen een schoolvak en omgeving.
- De app heeft de mogelijkheid om de ontdekte organismen in een encyclopedie op te slaan. Wanneer de gebruiker in de omgeving is geweest met de desbetreffende organismen, dan zijn deze terug te vinden in de encyclopedie. Anders wordt een leeg vlak getoond.

De app heeft 2 selectieschermen. Eerst één voor het kiezen van een schoolvak, vanuit waar het tweede selectiescherm geopend wordt, waar de gebruiker een omgeving kan kiezen. Zo'n omgeving leidt dan naar de AR-omgeving, waar de 3D-modellen getoond worden.

Er is eerst nog nagedacht over hoe de app in elkaar gezet zou worden, zodat er een plan was en er niet blind gebouwd wordt. Hiervan uitgaande zijn er requirements opgesteld voor de app:

- AR-functionaliteit.
- Modulair opgebouwd zodat inhoud makkelijk toegevoegd kan worden.
- Connectie met een database om 3D-modellen van op te halen.
- Een bijbehorende website om een interface te hebben voor de database.

Website

De website is voor een groot gedeelte bedoeld om informatie te verstrekken en om toegang te hebben tot het maken van lessen. De nodige functionaliteiten voor de website zijn:

- De website heeft een inlog- en registratiefunctie. Dit is bedoeld om in een eigen omgeving te komen. Hier kunnen gebruikers zelf lessen en groepen maken en deze in de database plaatsen.
- De website bevat een handleiding die de werking van de app beschrijft.

- De website bevat de privacy policy, een informatief bericht aan de gebruikers over de verwerking van persoonsgegevens.

Inloggen gaat via de loginpagina. Hier kunnen accountgegevens ingevuld worden om in te loggen.

Wanneer je bent ingelogd kom je op een dashboard waar je groepen en lessen staan. Als docent kun je je eigen groepen en lessen maken met behulp van twee knoppen. Er is een knop om een eigen les te maken en een knop om een eigen groep te maken. Door op één van deze twee knoppen te klikken, word je doorgestuurd naar een andere pagina waar de groep of de les gecreëerd kan worden.

Bij het creëren van een les krijgt de gebruiker de mogelijkheid om eigen 3D objecten te uploaden. Wanneer dit succesvol is, worden de 3D-modellen naar de database gestuurd. Succesvol aangemaakte lessen en groepen kunnen teruggevonden worden onder het kopje eigen lessen/groepen.

Bij het aanmaken van een groep wordt er een code gegenereerd. Wanneer de docent een les wil geven, kan de code worden gedeeld met de leerlingen. Nadat de leerlingen de code in de app heeft ingevuld, kunnen de lessen gezien worden die door de docent zijn aangemaakt. Zo zou de docent meerdere groepen kunnen aanmaken en verschillende lessen kunnen geven zonder dat de leerlingen overspoelt raken door de hoeveelheid vakken.

3.2 Doelgroep

De app is bedoeld voor extra ondersteuning tijdens schoolvakken van de basisschool en de middelbare school. Het gaat specifiek om bovenbouw leerlingen van de basisschool en onderbouw leerlingen van de middelbare school. Deze groep scholieren krijgt les over veel onderwerpen die goed verrijkt kunnen worden door AR. Deze lesjaren krijgen ook alle vakken die voor TimeWise als relevant waren geacht. Daarom is voor deze specifieke groep gekozen.

Daarbij is het de bedoeling dat de leerkrachten en lesstofontwikkelaars gebruik maken van de website. Zij hebben de bevoegdheid om een omgeving te creëren voor de gebruikers van de app.

De app zou mogelijk ook breder gebruikt kunnen worden dan alleen voor de vooraf gekozen doelgroep. Aangezien leerkrachten en lesstofontwikkelaars zelf omgevingen kunnen inrichten, is het ook mogelijk om de app te gebruiken voor lesstof die in een ander stadium van de schoolperiode geleerd wordt.

Nodige devices voor de doelgroep

De app is gemaakt voor Android devices, dit betekent dat een apparaat met als besturingssysteem Android vereist is. Dit zijn bijvoorbeeld telefoons en tablets van merken zoals *Samsung*, *Huawei* of *Oppo*.

Het mobiele apparaat moet minimaal Android-versie 10 hebben om de app te kunnen gebruiken. Deze vereiste versie is nodig vanwege de restricties van de *Google Play Store*. TimeWise is niet beschikbaar voor apparaten met een ander besturingssysteem, zoals iOS of Windows.

3.3 Andere applicaties die hetzelfde idee delen

Er bestaan al AR apps die gemaakt zijn om te gebruiken op scholen (Blij, van der & Petrucci, 2021). Dit zijn echter apps die veelal gericht zijn op het bouwen van omgevingen of het

virtueel inkleuren van kleurplaten, daarentegen kan TimeWise voor verschillende schoolvakken gebruikt worden.

Een paar voorbeelden van bestaande applicaties zijn: *Civilisations AR*, *GeoGebra Augmented Reality* en *Froggipedia*.

- Met *Civilisations AR* komen historische en culturele voorwerpen naar je klaslokaal. Deze app kan goed gebruikt worden bij de geschiedenislessen.
- *GeoGebra Augmented Reality* kan worden gebruikt tijdens de wiskundelessen. Met deze app kunnen leerlingen langs hun zelfgemaakte 3D-vormen lopen en wiskundige begrippen visualiseren.
- Voor biologie kan de app *Froggipedia* gebruikt worden om de levenscyclus van een kikker te bekijken. Ook kunnen de organen en stelsels van een kikker en de bijbehorende terminologie worden bestudeerd.

TimeWise onderscheid zich van deze applicaties door de bredere dekking van onderwerpen uit het lescurriculum. Zo is TimeWise te gebruiken voor meerdere vakken en ook meerdere onderwerpen per vak.

4. Ontwikkeling en bouw van de app

Om een app te ontwikkelen zijn er een aantal benodigde stappen. Het is namelijk van belang om bepaalde keuzes te maken op basis van wat er gemaakt moet worden. Er zijn namelijk vele verschillende mogelijkheden om een app te maken. Denk hierbij aan variatie in ontwikkelingssoftware, programmeertalen, ontwikkelmethoden en ook verschillende apparaten om een app voor te maken. De keuzes die gemaakt zijn om TimeWise te maken worden verder uitgelegd in dit hoofdstuk.

4.1 Ontwikkelingsmethode

Voor het project is er gekozen om gebruik te maken van een wekelijkse stand-up. Deze wordt aan het begin van de week uitgevoerd. Dan bespreken we hoe de week is gegaan, of iedereen een goed weekend heeft gehad en of iedereen goed op schema ligt, waarna er vooruit wordt geblikt op de activiteiten die in de komende week uitgevoerd moeten worden. Vervolgens wordt alle code naar de main-branch gepusht via Git.

De main-branch is een beveiligde omgeving waar bestanden heen kunnen worden gestuurd om vervolgens gecontroleerd te worden door een ander project lid. Nadat het naar de main-branch is gestuurd krijgen alle projectleden een melding met een vraag om controle. Na de controle worden de bestanden op de branch gezet. Hierna zouden de bestanden in de main niet meer kunnen worden aangepast, vanwege beveiligingsprincipes. In de controle wordt er gekeken of er rekening is gehouden met de code conventies en of er enige fouten in de code staan.

4.2 Ontwerp

Voor het ontwerpen van het uiterlijk van zowel de app als van de website is voor het programma *Figma* gekozen. Dit programma is gekozen, omdat binnen de opleiding al veel ervaring met *Figma* is opgedaan.

Vervolgens zijn 2 projectleden bezig geweest om een passend ontwerp te maken voor de app. Daarna is er een feedback sessie gehouden met mensen uit de doelgroep om het definitieve ontwerp uit te kiezen, waarna de overduidelijke voorkeur ging naar een bepaald ontwerp. Het uiteindelijke ontwerp heeft meer kleuren ten opzichte van het ander ontwerp en was daarbij aantrekkelijker bij de doelgroep waaraan feedback is gevraagd. Het definitieve ontwerp is gemaakt aan de hand van de ontstane huisstijlgids. Het ontwerp wordt vervolgens gebruikt voor de app en de bijbehorende website. Hoe het ontwerp er uitziet is te zien in bijlage 1.

Het ontwerp van de website is tot stand gekomen door naar het uiteindelijke ontwerp van de app te kijken en op basis daarvan de kleuren en thema's opnieuw toe te passen voor in de website. Ook het schuine aspect van de achtergrondelementen in de app zijn omgezet in de website. Hiervoor gekozen vanwege een natuurlijke overloop van app naar website.

4.3 Bouw

Na het bekijken van veel opties, is de app gerealiseerd in Unity, waarbij er gebruik is gemaakt van de programmeertaal C#. C# is vooral gekozen vanwege de nauwe samenwerking met Unity. In dit deelhoofdstuk wordt vooral beschreven hoe de app is geprogrammeerd, met uitleg over de verschillende software en de keuzes die wij hebben ondergaan.

Unity

Unity is een programma gemaakt om gemakkelijk software te bouwen voor vele verschillende platformen. Unity is een zogeheten *engine*. Een engine is een soort raamwerk bedoeld voor software-ontwikkeling. Het wordt voornamelijk gebruikt om 3D computerspellen te maken met behulp van een simpele *user interface* (UI) en code dat geschreven wordt in C#. Unity heeft vele *packages* die het programmeren makkelijker maken. Dit soort packages hebben veel methodes die dan niet meer zelf geschreven hoeven worden.

Dit programma is gekozen omdat het goed te gebruiken is voor het maken van apps op mobiele apparaten. Ook omdat één van de groepsleden al bekend was met de software en deze kennis kan delen met de groep om het leerproces te versnellen.

C#

De software die gebruikt is, heeft een eigen implementatie om de code uit te voeren. Om hier gebruik van te maken kun je je eigen code schrijven met C#. In oudere versies was het mogelijk om code te schrijven in een eigen implementatie van *JavaScript* (UnityScript). Deze taal wordt niet meer ondersteund in nieuwe versies van Unity. Doordat gebruik wordt gemaakt van de nieuwste *Long Term Support* (LTS) versie 2021.3.23f1, is het gebruik van UnityScript niet ondersteund en er wordt dus gebruik gemaakt van de programmeertaal C#.

Website

De website is gemaakt met HTML en CSS. HTML is een opmaaktaal die de standaard is voor webpagina's. HTML-pagina's worden ook meestal gestileerd met een cascading style sheet - stylesheet (CSS). HTML en CSS zijn eerder gebruikte talen binnen andere projecten.

De webpagina wordt ondersteund door de programmeertalen PHP en JavaScript. PHP wordt gebruikt voor een inlogsysteem en verbinding met een database. JavaScript wordt gebruikt voor de mobiele weergave van de webapplicatie en om op de dashboard pagina een willekeurige quote te laten zien wanneer je de pagina herlaadt of opent.

Web Editor

Om modellen toe te voegen aan de app wordt gebruik gemaakt van een Web Editor. Dit is een programma gemaakt in Unity die wordt weergegeven op de website door middel van Website Graphics Library (WebGL). Het programma is gemaakt om modellen in te uploaden en aan te passen. Hierin is het dus mogelijk om de positie, rotatie en schaal aan te passen van je model. Ook zijn er mogelijkheden voor eigen materialen en een encyclopedie pagina aan te maken.

Om deze Web Editor te maken is er gebruik gemaakt van een aantal openbare plugins. Namelijk *StandaloneFileBrowser* (Gkngkc, n.d.) en *OBJImport* (Dummiesman, 2015). *StandaloneFileBrowser* is bedoeld om bestanden te kunnen selecteren vanuit je eigen bestanden. *OBJImport* wordt gebruikt om een obj-bestand te veranderen naar een bruikbaar datatype binnen Unity. Deze twee plugins worden gebruikt met behulp van een openbaar script: *OpenFile* (DA LAB, 2022). Dit is een script dat de optie toont om een 3D model bestand te uploaden, en maakt hier automatisch een bruikbaar Unity object van. Dit script is aangepast om ook gebruik te kunnen maken van afbeeldingen.

Wanneer het model klaar is in de editor worden alle data, inclusief afbeeldingen en 3D model, geserialiseerd naar een JSON-bestand, een soort lang tekstbestand met alle data erin. Daarna wordt dit opgestuurd om opgeslagen te worden. Dit wordt verder beschreven in 4.5.

Overige programma's

3D modellen die gebruikt worden om de omgevingen op te bouwen kunnen zelf gemaakt worden of opgehaald/gekocht worden van andere partijen.

Aangezien TimeWise een proof of concept is en de focus niet gelegd wordt op het vullen van de app met inhoud, is er besloten om de meeste 3D-modellen gratis op te halen via websites als TurboSquid, free3d en Models Resource. Een aantal modellen die niet gevonden zijn op deze websites zijn zelfgemaakt door middel van Blender. Dit is gratis software waarmee 3D-modellen gemaakt kunnen worden. Overigens is het ook mogelijk om 3D-modellen te maken binnen Unity zelf door middel van de *PolyBrush*-package in Unity, ook al is dit niet een zeer makkelijk en gebruiksvriendelijk proces.

De database maakt gebruik van Microsoft Azure. Er is voor Azure gekozen op basis van een advies van Elias Nikolai, IT-professional. Dit advies is toegepast, waardoor er nu dus gebruik wordt gemaakt van Azure. Alle data van de app, website en webeditor worden in de database opgeslagen. Een volledige toelichting van de database valt te lezen in 4.5.9.

4.4 Alternatieve ontwikkelingsmogelijkheden

Zoals eerder genoemd maakt TimeWise gebruik van AR. Het is echter ook mogelijk om de app te maken voor *virtual reality* (VR)³. Hierbij heb je te maken met een VR-bril. Wanneer een gebruiker deze opzet, komt hij/zij in een virtuele wereld. Hier is niet voor gekozen aangezien VR minder toegankelijk is en een grote investering voor scholen. Een VR-bril is een dure aankoop, helemaal als je voor een volledig klaslokaal inkopen doet. Hierdoor zal de app minder breed ingezet worden dan met AR, aangezien AR op een mobiele telefoon te gebruiken is, die veel mensen al zullen hebben.

De app haalt de 3D-modellen vanuit een database. De modellen hadden echter ook lokaal opgeslagen kunnen worden. Gebaseerd op het aantal modellen kan dit ervoor zorgen dat de app veel opslagruimte in beslag kan nemen. Een oplossing hiervoor kan zijn om gebruik te maken van de cloud. Door de modellen in de cloud te bewaren, kunnen deze wanneer nodig snel opgehaald worden en weer verwijderd worden bij het afsluiten van de app. Met de cloud kunnen mensen ook zelf hun modellen uploaden. Dit laatste is ook mogelijk door gebruik te maken van een database. Hier is uiteindelijk toch voor gekozen, aangezien dit makkelijker te gebruiken is in combinatie met de webeditor. De data die in het JSON-bestand staan (zie 4.3) worden dan geüpload naar de database. Ook is dit een goedkopere optie in vergelijking met de cloud, maar het heeft verder wel dezelfde voordelen.

Het ontwerp is gemaakt in Figma, maar hier zijn ook alternatieven voor. Zo heeft Adobe de software *Adobe XD*, die een vergelijkbare werking heeft als Figma en voor dezelfde doeleinden gebruikt kan worden. Voor TimeWise is gekozen voor Figma aangezien de groep hier al ervaring mee had vanuit eerdere projecten.

³*Virtual Reality* is een ervaring, waarbij een gebruiker door middel van bewegingsregistratie en 3D weergaven een meeslepend gevoel van een virtuele wereld krijgt.

Buiten de Unity engine zijn er nog vele andere van dit soort type software. Een aantal bekende engines zijn bijvoorbeeld *Unreal engine*, *RPGMaker* en *Game Maker*. Al deze engines doen in principe hetzelfde, alleen de manier waarop verschilt sterk en de keuze tussen engines is voornamelijk een kwestie van voorkeur. Er kan ook zonder engine gewerkt worden. De volledige applicatie wordt dan gebouwd vanuit code. Android apps worden vaak met *Java* of *Kotlin* gemaakt en iOS apps vaak met *Swift*.

In Unity kan je applicaties maken voor beide Android en iOS. Aangezien geen van de leden van Wild Innovators een Apple apparaat heeft om iOS apps goed te kunnen ontwikkelen en testen, is ervoor gekozen om TimeWise voor Android te maken.

Er is ook andere software beschikbaar voor het maken van 3D objecten, zoals *3DS Max* en er zijn vele modellen die al gemaakt zijn die gekocht kunnen worden. Voor TimeWise is voor gratis alternatieven gekozen, aangezien TimeWise een proof of concept is en de kwaliteit van de inhoud op het moment nog niet relevant is.

Vanwege de doelgroep en de grote toegankelijkheid, was het voor deze app het meest gepast om het te maken voor mobiele apparaten. Telefoons en tablets zijn vrijwel altijd voorzien van een camera en dus een goed medium om AR te gebruiken. Met een vaste desktop of een laptop is het minder handig om rond te lopen en om je heen te kijken en een camera is bij deze apparaten niet gegarandeerd. De doelgroep zijn scholieren en veel scholieren zullen een telefoon meenemen naar school, waar dit voor andere apparaten ook niet altijd zo hoeft te zijn. Er is dan wel een website erbij gemaakt voor op een desktop of laptop, zodat makkelijk 3D modellen geüpload kunnen worden. De website is vooral bedoeld voor docenten en ontwikkelaars van lesmateriaal. Een docent heeft meestal wel een desktop in het lokaal en kan dus gebruik maken van de website.

4.5 Processen

Buiten de keuze voor welke software er gebruikt wordt, worden er natuurlijk ook tijdens het proces van ontwikkelen veel keuzes gemaakt. In dit gedeelte wordt het ontwikkelproces beschreven en de keuzes die tijdens het project gemaakt zijn onderbouwd. Dit gaat aan de hand van de verschillende functies die de app heeft. Namelijk de AR, lesomgevingen, encyclopedie en instellingen. Met daarbij ook nog informatie over de website en database.

4.5.1 Kennis opbouwen

Er is gekozen om te beginnen met het leren van Unity en C#. Door basiskennis te verwerven van de software gaat het ontwikkelen van de app op latere momenten gemakkelijker. Het leren van Unity en C# is voornamelijk individueel gedaan, door middel van documentatie en video's. Ook hebben de groepsleden elkaar geleerd over de kennis die zij al in bezit hadden. Het voornaamste doel hiervan was om de standaard-workflow in Unity en C# onder de knie te krijgen, zodat iedereen in staat was toevoegingen aan de app te maken zonder uitleg van andere groepsleden of het internet. Van specifieke onderdelen, zoals bepaalde al bestaande methodes, is wel de documentatie tussendoor bekeken.

De andere nog onbekende software is in een later stadium tussendoor erbij geleerd, wanneer dit van toepassing was. Denk hierbij bijvoorbeeld aan het werken met een database in Microsoft Azure in combinatie met Unity.

Niet elk groepslid heeft gewerkt aan elk onderdeel van de app en heeft dus niet iedereen de noodzaak gehad om elk onderdeel te leren. Het is echter wel belangrijk dat iedereen begrijpt hoe de software in elkaar zit. Daarom is besloten dat elk groepslid kennis

moet hebben van wat er gemaakt is. Dit is op individuele basis gebeurd, of door middel van uitlegmomenten gehouden door de maker van het stuk software.

4.5.2 Augmented reality functie

De belangrijkste functie van TimeWise is de augmented reality. Om deze functie toe te voegen is gebruik gemaakt van AR Foundation-package in Unity. Deze package bevat meerdere methodes die nuttig zijn bij het programmeren van AR. In de app wordt gebruik gemaakt van een *AR Camera*, *AR Session*, *AR Session Origin* en *AR Default Plane* uit deze package. De AR Camera is de camera die gebruikt wordt voor de AR. In de meeste gevallen is dit de camera van de telefoon. Deze camera bevindt zich in de AR Session Origin. Vanuit deze AR Session Origin wordt de AR Session gestart. Dit betekent dat de AR-omgeving bekeken kan worden. De 3D modellen worden dan neergezet op de AR Default Plane. Op die manier staat de basis van de AR functionaliteit er.

Er horen twee scripts bij dit onderdeel. Het *ARManager*-script regelt de functies en de UI in de AR-omgeving. Het *ARCursor*-script zorgt ervoor dat de 3D-modellen op het scherm verschijnen.

4.5.3 Modulaire bouw

TimeWise is modulair opgebouwd. Nieuwe inhoud kan makkelijk aangemaakt worden via een specifiek venster. Er bestaan dit soort vensters voor de AR modellen, lessen, vakken, encyclopediepagina's en instellingen. Bij elk van deze elementen moeten bepaalde gegevens meegegeven worden, waarna de app automatisch het nieuwe element toevoegt op de juiste locatie. Als er bijvoorbeeld een les gemaakt wordt, wordt aan de app een naam, uiterlijk van de knop, beschrijving en alle modellen die in de les horen meegegeven. De knop naar de les verschijnt dan automatisch op de pagina met alle lessen. Van deze 5 elementen is een C#-klasse gemaakt, die alle gegevensvelden bevat.

Het modulair maken van de app kost tijd, maar het versnelt het maken van nieuwe content. Er zitten namelijk vrij veel stappen aan het toevoegen van nieuwe content en het is veelal ook repetitief werk. De computer zou dit vrij snel kunnen uitvoeren en met minimale fouten. Daarom is er ook voor gekozen om de app op de manier op te bouwen. Het enige wat er gedaan moet worden bij het aanmaken van nieuwe content is een aantal gegevens meegeven.

Mensen kunnen hun eigen persoonlijke aanpassingen maken om de omgeving helemaal perfect aan te passen. Daarom heeft de persoon die content toevoegt nog invloed op het proces via de Web Editor. Deze Web Editor is vooral relevant voor het maken van de AR modellen en de lessen.

4.5.4 Lesomgevingen

Om de augmented reality functie toe te passen is ervoor gekozen om te beginnen met het maken van een aantal lesomgevingen in het vak biologie. Er zijn in totaal 5 lesomgevingen gemaakt, om zo een begin te maken aan de app. Hierdoor is er inhoud om de software van de app goed te kunnen testen. Door een eigen omgeving te testen wordt er ook kennis opgedaan.

Zoals eerder genoemd is de app een proof of concept en dus is er geen intentie om de app met content te gaan vullen. Daarom is er ook voor gekozen om de app qua inhoud bij deze 5 lesomgevingen te houden, maar het wel modulair te maken. Zo kunnen nieuwe lesomgevingen makkelijk en snel aangemaakt worden.

Elke lesomgeving is in het selectiescherm voorzien van een knop om korte informatie over de omgeving te krijgen. Deze informatie bevat alleen de naam van de omgevingen en welke organismen en objecten er in de omgeving te vinden zijn. Er hoort hier een script bij die bekijkt welke knop is ingedrukt, zodat de applicatie weet welke omgeving er ingeladen moet worden. Zo wordt de AR-scene in Unity hergebruikt voor elke omgeving en hoeft niet elke les een nieuwe scene te krijgen.

4.5.5 Encyclopedie

Een ander belangrijk onderdeel van de app is de encyclopedie. Het doel van deze encyclopedie is om informatie te geven over de verschillende organisme en objecten in de app. De informatie wordt vrijgegeven wanneer het desbetreffende organisme of object is gevonden en bekeken in de AR-omgeving. Is dit niet het geval, dan wordt er een bericht gegeven wanneer je de informatie probeert op te vragen, waarin staat dat het organisme eerst gevonden moet worden in een lesomgeving. Ook dit onderdeel is compleet modulaair gemaakt. Bij het toevoegen van een nieuw 3D-model is er de optie om extra informatie mee te geven, waarmee automatisch de encyclopediepagina van het 3D-model gegenereerd wordt.

4.5.6 Instellingen

De app is voorzien van een instellingen pagina. Dit is een modulaire pagina bedoeld om de app te personaliseren aan de hand van de voorkeuren van de gebruiker. In de huidige versie bevat de app 3 zaken die aangepast kunnen worden. Dit zijn de taal, toestemming voor het gebruik van de camera en de locatie voor het opslaan van alle bestanden.

De taal-instelling is gemaakt met de *Localization*-package van Unity. Met deze package kan een tabel gemaakt worden die van meerdere talen vertalingen opslaat. Deze vertalingen dienen door de ontwikkelaar ingevoerd te worden. Door een rij uit de tabel te koppelen aan een tekstelement in Unity kan door middel van een knop dit tekstelement vertaald worden. TimeWise ondersteunt op het moment 3 talen: Nederlands, Engels en Duits, maar meer talen kunnen zeer makkelijk toegevoegd worden door middel van de package.

De toestemming-instelling heeft twee standen: aan of uit. Als deze instelling uit staat is de gebruiker niet in staat om een AR-omgeving te betreden, aangezien de gebruiker geen toestemming geeft aan TimeWise om de camera te gebruiken.

De locatie-instelling bevat een input-field. Hier kan de gebruiker tekst invoeren. Wat de gebruiker invoert, wordt dan de naam van de map waarin de foto's en databestanden opgeslagen worden. Laat de gebruiker het veld leeg, dan worden alle bestanden opgeslagen in een map genaamd 'Timewise';

Alle instellingen kunnen opgeslagen worden door op de 'opslaan'-knop te drukken. De instellingen worden dan opgeslagen in een JSON-bestand. Bij het opstarten van de app wordt dit bestand ingeladen en de instellingen automatisch veranderd naar de staat zoals het JSON-bestand aangeeft.

4.5.7 Additionele functies

Buiten de hoofdonderdelen van de app zijn er ook nog additionele functies. Deze functies zijn te klein om volledig toegewijd stuk te krijgen, maar toch van belang voor de app. Hier worden ze toegelicht.

Bij de AR-omgevingen zijn de namen van objecten en organismen in de omgeving te zien, om zo aan te geven wat er wordt bekeken. Dit zorgt ervoor dat de gebruiker weet wat hij/zij heeft bekeken en onder welke naam het organisme of object gevonden kan worden in de encyclopedie

Ook kunnen de organismen en objecten in de AR-omgevingen gefotografeerd worden. In het scherm staat onderaan een knop om een foto te maken. Deze foto wordt dan lokaal opgeslagen op het apparaat van de gebruiker.

Sommige 3D-modellen zijn voorzien van animaties en bewegingen. De bewegingen komen vanuit een script. Met het script kan een object gedraaid of verplaatst worden met de tijd. Dit script kan op elk object geplaatst worden. Er kunnen dan vaste waarden meegegeven worden, zodat het object in een bepaald patroon beweegt, of de waarden kunnen willekeurig gemaakt worden. Elke 10 tot 50 seconden veranderen dan de rotatie- en transformatiewaarden naar willekeurige cijfers. De animaties worden niet vanuit script gedaan. Om een object geanimeerd te krijgen moet daar een losse animatie aan toegevoegd worden.

De app heeft ook een zoekbalk. Wanneer er meer vakken en lessen in de app worden toegevoegd, kan het lastig worden om een gewenst onderdeel te vinden. Om dit probleem te voorkomen, is ervoor gekozen om een zoekbalk toe te voegen. Wanneer er een nieuwe les of een nieuw vak wordt toegevoegd, verschijnt het automatisch in de lijst en kan dus ook gevonden worden met de zoekbalk. Buiten lessen vakken kunnen ook de instellingen hier gevonden worden.

Voordat een gebruiker een AR-omgeving kan betreden, verschijnt er een waarschuwing op het scherm. Deze waarschuwing geeft aan dat de gebruiker goed op zijn of haar omgeving dient te letten. Dit is er om te voorkomen dat gebruikers tegen stoelen of tafels aan lopen. Deze functie is toegevoegd aangezien dit verplicht is om de app op de Google Play Store te mogen zetten. De app is op de Google Play Store gezet om de usability test makkelijker uit te kunnen voeren.

Er is onderzoek gedaan naar AR-kaarten en er is een poging gedaan om dit te implementeren. Deze kaarten hebben als doel om een object bij de gebruiker te brengen. Er hoeft dan niet naar het object te worden gezocht. Zo'n kaart kan dan gescand worden, waarmee het object naar de kaart wordt gebracht. Het object kan dan altijd goed worden bekeken, ongeacht op welke locatie de kaart wordt neergelegd. Deze functie bleek echter niet handig in de context van de app. Door de organismen naar de gebruiker toe te halen, hoeft de gebruiker niet meer op zoek naar het organisme. Het idee van de app was juist wel dat de gebruiker op zoek zou gaan. Ook dient de kaart eerst gekalibreerd te worden, maar deze kalibratie is uiterst gevoelig gebleken en zal geregeld niet goed werken. Daarom is er besloten om deze functionaliteit buiten de app te houden.

4.5.8 Website

Op de website van TimeWise is er een mogelijkheid om je lessen te beheren en eigen lessen en groepen toe te voegen. Hiervoor wordt er gebruik gemaakt van een database. Met behulp van PHP kan er een connectie worden gelegd met de database. Er wordt meer over de database uitgelegd in het volgende stukje.

Wanneer er een les gegeven wordt, wordt er een code gegenereerd die te vinden is bij de gemaakte groepen. De leerlingen kunnen dan de code invoeren in de app en zien dan de beschikbare lessen.

Bij het aanmaken van een les kunnen er eigen modellen worden toegevoegd. Dit wordt gedaan met de Web Editor. De website stuurt alle bestanden die de gebruiker invoert naar de database en haalt deze uiteindelijk ook op voor een overzicht op het persoonlijke dashboard.

4.5.9 Database

TimeWise maakt gebruik van een database. De database bevindt zich in Microsoft Azure. Dit is een cloud-systeem van Microsoft. In de database zijn er verschillende tabellen te vinden, waaronder een tabel om de accounts op te slaan, een tabel voor de gegevens van een groep, een tabel voor de lesgegevens en een tabel voor de modellen. Onder al deze tabellen bevinden zich verschillende kolommen met data. De kolommen met data verschillen per tabel. Een ERD⁴ van deze database is te vinden in bijlage 2.

Wanneer er connectie is gelegd met de website, worden de gegevens die zijn ingevuld in de website opgeslagen in de database. Wanneer de gegevens weer nodig zijn, worden deze opgehaald via de website. De database maakt gebruik van verschillende ID's, waardoor je verschillende tabellen met elkaar kunt verbinden. Hierdoor kan er een overzicht worden gemaakt van de lessen en groepen. Elke groep wordt verbonden aan een account en elke les wordt weer verbonden aan een groep. Aan een les kunnen meerdere modellen worden toegevoegd en deze zijn in een les ook met elkaar verbonden.

Elke account heeft een uniek ID, dit zorgt ervoor dat meerdere gebruikers hetzelfde wachtwoord kunnen hebben. Dit wachtwoord wordt versleuteld met het B-CRYPT-algoritme, dit is een ingebouwde functie in PHP. Het wachtwoord is daardoor uiterst moeilijk te achterhalen en dus is het wachtwoord veilig opgeslagen in de database.

Via de Web Editor worden de modellen naar de database gestuurd. Voordat de modellen in de database worden gezet, worden de bestanden eerst omgezet naar een reeks met getallen waar het model uitgebreid wordt beschreven. Welgenoemd een JSON-bestand. Een JSON-bestand wordt gebruikt in combinatie met een ander programmeertaal namelijk JavaScript.

⁴ Een ERD is een diagram dat bedoeld is om een datamodel inzichtelijk te maken.

5. Tests

Het product bestaat uit een functionerende app en website. Deze bestaan ook weer uit geprogrammeerde code en een gemaakt ontwerp aan de hand van een opgestelde huisstijlgids.

5.1 Software tests

De software waar gebruik van is gemaakt, wordt beschreven in 4.3.

De tests van de software is gelopen aan de hand van controles. Deze controles zijn uitgevoerd door kennis hebbende op NHL Stenden Hogeschool te Emmen. De controles voor de app zijn uitgevoerd door Rob Loves, ICT-Beheer docent, de controles voor de website zijn uitgevoerd door Jaqueline Berghout, ICT-docent. Een controle houdt in dat de functionaliteit en betrouwbaarheid van de code wordt bekeken.

5.2 User interface test

Om de UI te testen is er eerst een testplan geschreven (bijlage 3).

App

De app is getest door middel van observaties. De observatie vond plaats in groep 8 op Basisschool 'De Fontein Oranjestraat'.

Bij deze test is de klas verdeeld in 6 groepen van 4 leerlingen die na elkaar elk de tijd hebben gehad om de app te bekijken. Daar zijn schermopnames gemaakt die bijhielden waar op het scherm geklikt was.

Verder hebben de aanwezige groepsleden goed in de gaten gehouden hoe de app gebruikt is door de leerlingen uit de doelgroep. Het beeldmateriaal is uiteindelijk geanalyseerd en er is bekeken welke aanpassingen er aan de user interface (UI) gedaan moesten worden. Alle data en de analyse zijn te vinden in bijlage 4, tabel 1.

Er waren ook taken uitgeschreven in het testplan, maar het bleek handiger om bij het testen de taken los te laten. Dit was namelijk makkelijker te organiseren in de basisschool. De uitgeschreven taken gingen over het gebruik maken van de functies die de app heeft, maar de leerlingen hebben dit sowieso al gedaan en er is genoeg informatie over deze functies verkregen. De taken waren achteraf dus ook niet direct nodig.

Er kon geconcludeerd worden dat er aan de UI van de app slechts een paar kleine dingen aangepast moesten worden. Veelal kwam dit neer op het toevoegen van korte instructies in de omgevingen, bijvoorbeeld om de gebruiker te laten weten dat 3D objecten klikbaar zijn. Een ander belangrijk punt was de toevoeging van een terugknop op bepaalde schermen binnen de app.

Website

De website is getest door middel van een test programma genaamd *Maze*. Om gebruik te maken van de test omgeving is een link nodig naar het *Figma* ontwerp. Aan de hand van deze link wordt een prototype van het ontwerp gemaakt.

In dit prototype werden de volgende taken aan de testers gevraagd:

- Ga naar jouw persoonlijke dashboard.
- Maak een nieuwe les aan
- Ga naar de registratiepagina

- Ga naar de homepagina
- Download de app via Google Play

Deze taken zijn functionaliteiten binnen de website. Nadat een gebruiker is ingelogd met zijn/haar account, wordt de gebruiker naar het persoonlijke dashboard gestuurd. Het inloggen zelf kan niet gesimuleerd worden met Figma, maar de login knop kan wel functioneel gemaakt worden.

De gebruiker kan dus altijd naar het dashboard gaan zonder daadwerkelijk inloggegevens in te voeren. Dit wordt binnen Maze met de tester via een beschrijving gecommuniceerd.

De usability test is uiteindelijk geanalyseerd en er is bekeken welke aanpassingen er aan de user interface gedaan moesten worden. De data en analyse zijn te vinden in bijlage 4, tabel 2. De conclusies uit deze analyse zijn in acht genomen bij het verder uitwerken van de website.

De voornaamste veranderingen zitten in de inhoud. Een aantal taken in de test zijn namelijk indirect op de juiste manier afgerond. Dit houdt in dat een aantal testgebruikers op een verkeerde pagina hebben gekeken. Dit suggereert dat mensen bepaalde onderdelen op andere pagina's verwachten dan waar de onderdelen daadwerkelijk staan. Door in deze pagina's extra instructies te plaatsen of doorverwijzingen kan de website duidelijker gemaakt worden.

6. Advies en aanbeveling

Binnen de 9 weken die aan dit project zijn besteed, zijn er meerdere zaken aan het licht gekomen die in het vervolg nog toegevoegd of aangepast kunnen worden. In dit hoofdstuk worden deze zaken toegelicht. Ook wordt TimeWise vergeleken met andere systemen.

6.1 Verdere ontwikkeling

In de huidige staat is TimeWise al een compleet functionerende app; de belangrijkste functies zitten al in de app. Een logische volgende stap is dan het toevoegen van nieuwe inhoud. De makkelijkste manier hiervoor is door de app te distribueren naar lesstofontwikkelaars en docenten, zodat deze hun eigen lessen kunnen maken op de website met de Web Editor. Hiervoor zijn alle middelen al gemaakt bij dit project en is dit dus snel toe te passen. Dit proces dient echter eerst nog wel getest te worden. De website en vooral de Web Editor zijn namelijk nog niet getest door de doelgroep. Dit is wel belangrijk, want hiermee kan beter bepaald worden of alle software in de huidige staat geschikt is voor distributie of niet. Er kan natuurlijk ook door Wild Innovators vooraf al een basis aan inhoud toegevoegd kunnen worden die met de app meegeleverd zullen worden.

Buiten de inhoud kan er waarschijnlijk ook nog uitgebreid worden op het gebied van educatie binnen de app. Op het moment is de enige manier om met de app te leren, door middel van een vraag die verschijnt bij het aanklikken van een AR-object. Indien de vraag goed beantwoord wordt, verschijnt informatie over dit object in de encyclopedie. Hier kan zeker nog meer mee gedaan worden. Denk bijvoorbeeld aan een progressiesysteem, zodat er meer informatie over het object wordt gegeven naarmate er meer vragen correct beantwoord worden. Zo'n progressiesysteem is al als concept uitgewerkt, maar nog niet geïmplementeerd in de app. Dit zou in de toekomst dus nog verder kunnen worden uitgewerkt, aangezien er is aangetoond dat dit een reële optie is. Een andere manier is om AR-objecten met elkaar te laten interacteren. Zo kan er meer geleerd worden over hoe verschillende organismen samenleven.

De app kan ook breder gebruikt worden, wanneer de app ook gemaakt (en getest) wordt voor iOS. In Nederland heeft Apple over de gehele iPhone linie een marktaandeel van 36% (Telecompaper, 2022). Dit is dus een vrij grote groep mensen die op het moment geen gebruik kunnen maken van TimeWise. Door de app ook te maken voor apparaten met iOS als besturingssysteem, kan de app breder gedistribueerd worden en als gevolg daarvan mogelijk ook meer gebruikt.

In de toekomst zouden er meer functies kunnen worden toegevoegd in de app, zoals audio om de gebruiker een betere immersie binnen de lesomgevingen te bieden. In een AR omgeving kan achtergrondgeluid worden afgespeeld, of er kan door een model worden gepraat over de informatie die meespeelt. Ook kan er een kans-systeem worden toegevoegd aan een AR omgeving, om zo een mogelijkheid in te stellen of een organisme te zien is en hoeveel kans er daarop is.

6.2 Vergelijkingen met andere systemen

Zoals in 3.3 genoemd is, bestaan er al apps met hetzelfde concept. Daar werden Civilisations AR, Froggipedia en GeoGebra Augmented Reality genoemd. Elk van die apps maakt ook gebruik van augmented reality. TimeWise onderscheidt zich van de rest door middel van een eigen website, waarop eigen lessen en groepen kunnen worden gemaakt. Dit is nog niet eerder gedaan bij één van de genoemde apps. Door deze website kunnen er lessen gemaakt

worden voor verschillende schoolvakken en verschillende onderwerpen. Bij de andere 3 apps wordt er meer gebruik gemaakt van verdiepende stof die zich richt op één bepaald onderwerp. Met deze 3 apps zal TimeWise in dit gedeelte uitgebreid vergeleken worden.

Overeenkomsten

Er zijn meerdere overeenkomsten binnen deze apps en TimeWise. Zoals uiteraard dat het in elke app draait om augmented reality. Hierbij worden verschillende aspecten gebruikt om een ander manier van educatie te gebruiken in combinatie met technologie. Ook zijn elk van deze apps bedoeld om te gebruiken in het onderwijs. Daarom wordt ook in elke app gebruik gemaakt van onderliggende informatie net als bij TimeWise.

Binnen Civilisations en TimeWise kan gebruik worden gemaakt van foto's om momenten vast te leggen die worden ervaren binnen de app. Ook is Civilisations beschikbaar voor Android en gemaakt in de Unity engine, net als TimeWise.

Froggipedia is bedoeld voor dezelfde doelgroep als TimeWise. Froggipedia heeft namelijk als doelgroep groep 5 tot 4^e klas middelbare school.

Verschillen

Er zijn ook verschillen binnen de apps. Zoals eerder al genoemd kun je bij TimeWise een eigen les maken. Bij de andere genoemde apps kan dit (nog) niet. Waarbij er verdieping is bij de andere apps, is er binnen TimeWise in de huidige staat nog vrij weinig content beschikbaar. Hierdoor is er geen verdieping ontstaan in bepaalde onderwerpen. Bij TimeWise wordt dit opgelost doordat leerkrachten en lesstofontwikkelaars zelf inhoud in de app kunnen toevoegen via de website.

TimeWise en Civilisations AR verschillen heel erg qua doelgroep. Civilisations is namelijk gemaakt als onderdeel van de gelijknamige tv-serie op *BBC Two*⁵. Het doel van Civilisations is om collecties uit musea en galerijen toegankelijker te maken voor het grote publiek (BBC, 2018). De doelgroep is dus museumgangers, en dat kunnen mensen van alle leeftijden zijn. Inhoudelijk gezien verschillen TimeWise en Civilisations ook nog verder. Civilisations maakt gebruik van audio binnen de app, in TimeWise wordt op dit moment nog geen audio gebruikt.

TimeWise verschilt met Froggipedia in de zin dat Froggipedia geld kost. TimeWise is helemaal gratis te gebruiken en zijn er geen onderliggende kosten die de app met zich meebrengt. Froggipedia en GeoGebra Augmented Reality zijn ook alleen beschikbaar op iOS, waar TimeWise zich richt op Android-gebruikers. Froggipedia en GeoGebra Augmented Reality zijn ook allebei gefocust op slechts één schoolvak. Dit zijn biologie en wiskunde respectievelijk. TimeWise is te gebruiken voor meerdere schoolvakken.

Voordelen

TimeWise heeft een paar voordelen vergeleken met de andere apps. Eén van de voordelen van TimeWise tegenover de andere apps, is het feit dat je met behulp van de website van TimeWise je eigen les kunt maken, groepen kunt toevoegen en daarbij ook verschillende groepen met bepaalde onderwerpen kunt linken. Bij de andere apps staan de onderwerpen en de informatie daarvan al vast en kan dit niet veranderd worden door eindgebruikers. TimeWise is dus breder inzetbaar, waar de andere 3 apps te gebruiken zijn voor één specifiek onderdeel.

⁵ BBC Two is een Britse TV zender.

Een tweede voordeel is dat TimeWise gratis te gebruiken is en geen aankopen in de app heeft. Dit in tegenstelling tot Froggipedia, omdat Froggipedia gekocht moet worden voordat het gebruikt kan worden.

Nadelen

Een nadeel dat naar voren kan komen bij TimeWise is dat de app nog niet gevuld is met content. Wanneer de docent binnen de website nog geen les of groep heeft aangemaakt, dan ontstaat er een mogelijkheid dat de functies binnen de app nog niet kunnen functioneren.

Een ander nadeel dat in TimeWise kan voorkomen is de plaatsing van de objecten. De plaatsing, rotatie en schaal worden binnen de website bepaald. In GeoGebra kunnen de plaats en schaal binnen de omgeving aangepast worden. Aangezien het in TimeWise niet het idee is dat de leerlingen zelf posities en groottes van objecten in de AR-omgeving aanpassen, zou hiervoor een losse plek moeten komen. Dit kan voor docenten zijn om de lessen in de app op te bouwen/aan te passen. Of de encyclopedie kan interactiever worden, zodat een leerling in de encyclopedie een model los kan bekijken en eventueel verplaatsen, vergroten of draaien.

6.3 Behaalde functionaliteiten

Voor het begin van de app zijn er verschillende requirements opgesteld om aan te voldoen voordat het project eindigt. De eerste requirement is gericht op het maken en realiseren van de AR app, dit is TimeWise uiteindelijk geworden. Als tweede requirement moest alles wat er is gebouwd in de AR app modulair worden gebouwd. Ten derde zou er een connectie moet worden gemaakt met de database om hier gegevens op te slaan en modellen vanuit de database op te halen naar de app. Ten vierde zou er een website moeten worden gemaakt om te kunnen inloggen en eigen lessen kunnen worden gemaakt. Ook was er nog een wens voor het toevoegen van AR kaarten die konden worden gebruikt in het lokaal om de positionering te bepalen afzien van waar de kaart zich bevindt. Dit laatste is echter niet meer toegepast vanwege moeilijkheden beschreven in 4.5.7. De andere 4 requirements zijn allemaal behaald. De app heeft een AR-functie, is modulair opgebouwd, kan verbinding maken met de database en er is een bijbehorende website gemaakt. Verder bevatten de app en de website ook alle functionaliteiten die beschreven zijn in 3.1.

De bovenstaande requirements werden naarmate de tijd ontwikkeld en daarbij zijn er nieuwe functies toegevoegd in de app en op de website. Zoals een zoekbalk in de app, een fotomodus, een instellingenpagina, een waarschuwing bij het betreden van een AR-omgeving en vragen bij objecten. De zoekbalk is ontwikkeld zodat een les of omgeving makkelijker te vinden wanneer er veel daarvan zijn toegevoegd in de app. De fotomodus is bedoeld om in de AR omgeving een organisme of object vast te leggen. De foto's worden dan lokaal opgeslagen op het apparaat. Er is dus een instellingenpagina toegevoegd, waar de taal kan worden veranderd tussen Nederlands, Engels en Duits. Ook kan hier de toestemming voor het gebruik van de camera worden aangegeven en waar de foto's van de fotomodus worden opgeslagen kan hier worden aangepast. De waarschuwing verschijnt bij het betreden van een AR-omgeving. De waarschuwing vraagt de gebruiker goed te letten op de werkelijke omgeving waarin de gebruiker zich bevindt, om letsel te voorkomen. De vragen verschijnen wanneer er op een object wordt geklikt. Wanneer deze vraag goed is beantwoord, wordt de encyclopedie vrijgegeven van het desbetreffende object. Wanneer de vraag niet goed is beantwoord, blijft de encyclopedie leeg.

Op de website is er gebruik gemaakt van een pop-up systeem om de contactgegevens zichtbaar te maken. Hiervoor is gekozen om de website overzichtelijk te houden. Er is een privacy policy pagina toegevoegd op de website om de verwerking van persoonsinformatie te beschrijven die de eindgebruikers kunnen lezen. Wanneer de eindgebruiker is ingelogd verschijnt er een inspirerende quote om de dag goed te beginnen. Ook wordt de gebruikersnaam getoond om een persoonlijk tint aan de website te geven.

Door het project heen zijn er verschillende functies voor zowel de app als de website bedacht. Waarna er een aantal zijn uitgevoerd om extra kennis te verkrijgen en voornamelijk het project uit te breiden. Midden in het project is er nog een brainstormsessie uitgevoerd om nog zoveel mogelijk functies te bedenken om eventueel toe te voegen in de app. Hieruit is het vragensysteem gekomen, zoals hierboven al beschreven. Ook is er bedacht om een kans-systeem in de app te realiseren, bijvoorbeeld om aan te geven hoeveel kans er is om een organisme te zien binnen een omgeving. Dit kan een functie zijn om later nog toe te voegen.

7. Conclusie

Het ontwikkelproces van TimeWise heeft meerdere fasen doorlopen. Eerst is het idee voor de app bedacht, met de bijbehorende functionaliteiten. Het idee voor TimeWise is dat TimeWise een app wordt voor in het onderwijs die gebruik maakt van augmented reality (AR) om de lesstof te verrijken. De belangrijkste functionaliteit is dus de augmented reality. Augmented reality is een interactieve manier om digitale inhoud te plaatsen in de echte wereld.

Ook moet de app verbinding kunnen maken met een database, selecties hebben voor vakken en lessen en een encyclopedie om informatie in op te slaan. Ook hoort er een website bij, die bedoeld is om lessen in te maken en de app van inhoud te voorzien. Aan de achterzijde is het belangrijk dat de app modulair is opgebouwd.

De website is bedoeld om een gebruiker een persoonlijke omgeving te geven waarin een gebruiker lessen kan aanmaken voor in de app. Ook wordt er veel informatie over de app verstrekt via de website.

Er is nagedacht over een bijbehorende doelgroep. Gezien dat de app onderwijsgericht was, zijn scholieren een logische doelgroep. Er is specifiek gekozen voor bovenbouw basisschool en onderbouw middelbare school, aangezien deze groepen les zouden krijgen over de onderwerpen die Wild Innovators vooraf in gedachte hadden. Er is daarna ook nog gekeken naar andere apps met vergelijkbare ideeën.

Daarna is de app ontwikkeld. Eerst zijn het uiterlijk van de app en van de website ontwerpen door middel van *Figma*. Hierna is er gekozen voor de software die gebruikt gaat worden om de app te bouwen. Er is gekozen voor de *Unity* engine in combinatie met programmeertaal *C#*. De database maakt gebruik van *Microsoft Azure*, en de website is gemaakt door middel van *HTML*, *CSS*, *PHP* en *JavaScript*.

Er is gekozen om eerst een basiskennis van de software op te doen, voordat de app echt gebouwd werd. De eerste functie die gemaakt is in de app, is de augmented reality. Daarna werden de functionaliteiten als de selectieschermen toegevoegd. Deze werden modulair opgebouwd zodat er makkelijk nieuwe lessen en vakken, maar ook 3D-objecten, instellingen en encyclopediepagina's toegevoegd kunnen worden aan de app. Er is gekozen om in de app al 5 lesomgevingen te bouwen. Zo heeft de app inhoud waarop de software getest kan worden. Om de basis van de app af te ronden zijn dan nog 2 belangrijke pagina's toegevoegd, namelijk de encyclopedie en de instellingen pagina's.

Er zijn verder veel additionele functionaliteiten toegevoegd. Dit zijn namen bij de objecten in een AR-omgeving, een fotofunctie, animaties en bewegingen, een zoekbalk en een waarschuwing bij het betreden van de AR-omgeving. Naast het maken van de app is er dan ook de website gemaakt. Op de website kunnen mensen inloggen en hun eigen lessen bouwen. Deze lessen worden dan opgeslagen in de database. De database bewaart ook alle 3D-modellen en accounts van gebruikers van de website.

Nadat de app gebouwd is, is het uitgebreid getest. De app is getest bij groep 8 van een basisschool door middel van observaties en een schermopname. De website is getest door gebruik te maken van *Maze*. Deze tests zijn geanalyseerd en de app en website zijn daarna aangepast gebaseerd op de conclusies uit de tests.

Er zijn nog veel opties om TimeWise verder te ontwikkelen. De app kan met meer content gevuld worden. Dit kan gedaan worden door de app uit te brengen naar leerkrachten en lesstofontwikkelaars. Ook kan er meer gedaan worden met educatie in de app. Dit kan door bijvoorbeeld meer vragen en interactie toe te voegen bij de 3D-modellen. Er zijn ook opties voor doorontwikkeling die niet inhoud gericht zijn. Zo zou de app ook voor

iOS gemaakt kunnen worden. Er zijn ook nog ideeën bedacht voor extra functies. Zoals een toevoeging van audio en een kans-systeem voor het verschijnen van objecten in de AR-omgeving.

In 9 weken zijn de belangrijkste requirements behaald. TimeWise kan dus gezien worden als een geslaagd project. Bij het bezoek aan de basisschool 'De Fontein Oranjestraat' zijn er tijdens het testen ook veel positieve reacties ontvangen, zoals te zien is in de opname bij de usability test. Er kan dus geconcludeerd worden dat de app ook goed bevalt bij de doelgroep.

Literatuurlijst

Abramovich, G. (n.d.). *5 innovatieve voorbeelden van augmented reality in actie*. Adobe Experience Cloud. <https://business.adobe.com/nl/resources/5-realworld-examples-of-augmented-reality-innovation.html>

Arvin. (2022). *Wat is Augmented Reality?* Six Sigma. <https://www.sixsigma.nl/artikelen/wat-is-augmented-reality>

BBC. (2018, March 1). *Civilisations AR*. BBC Taster. <https://www.bbc.co.uk/taster/pilots/civilisations-ar>

Blij, van der, M. & Petruzzi, T. (2021). *Augmented Reality in het onderwijs: 4 favoriete apps*. Onderwijs Van Morgen. <https://www.onderwijsvanmorgen.nl/augmented-reality-in-het-onderwijs-4-favoriete-apps/>

Bright. (2022, May 13). *Onderzoek: marktaandeel iPhone neemt toe in Nederland*. RTL Nieuws. <https://www.rtlnieuws.nl/tech/artikel/5308356/samsung-galaxy-telefoon-smartphone-iphone-nederland>

Cureton, D. (2023). *Virtual Reality Statistics to Know in 2023*. XR Today. <https://www.xrtoday.com/virtual-reality/virtual-reality-statistics-to-know-in-2023/>

DA LAB. (2022, November 3). *How to Load OBJ Model at Runtime in Unity* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=dcAfXEvcLMg>

Dummiesman. (2015, December 13). *Runtime OBJ Importer | Modeling | Unity Asset Store*. Unity Asset Store. <https://assetstore.unity.com/packages/tools/modeling/runtime-obj-importer-49547>

Gkngkc. (n.d.). *GitHub - gkngkc/UnityStandaloneFileBrowser: A native file browser for unity standalone platforms*. GitHub. <https://github.com/gkngkc/UnityStandaloneFileBrowser>

Hempel, J. (2015, January 21). *Project HoloLens: Our Exclusive Hands-On With Microsoft's Holographic Goggles*. WIRED. <https://www.wired.com/2015/01/microsoft-hands-on/>

Mainelli, T., Reith, R., Ubrani, J. (2023, March 24). IDC: The premier global market intelligence company. <https://www.idc.com/promo/arvr>

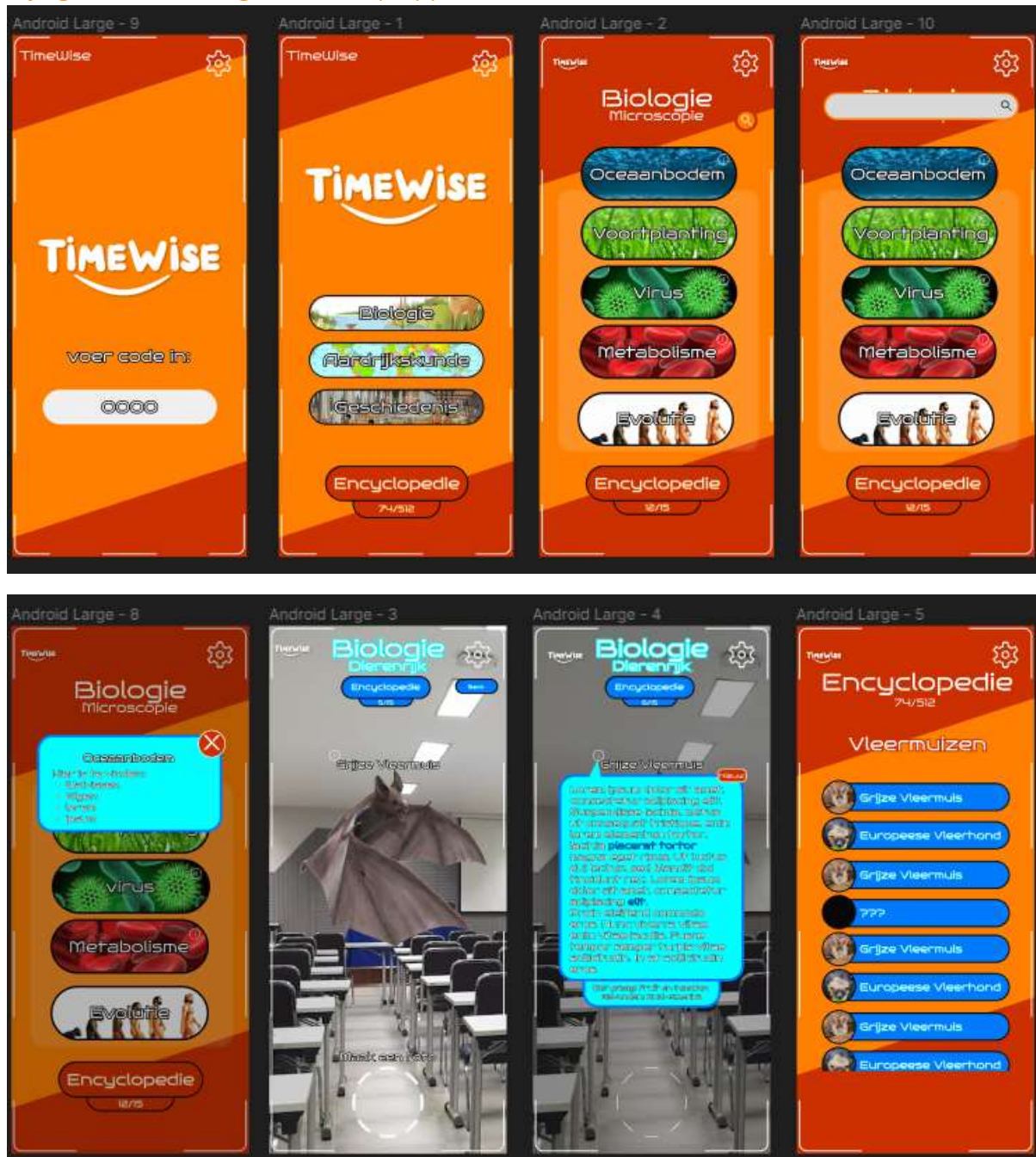
Roam, D. (2019, January 4). *'We moeten onze woorden vaker aanvullen met beelden'*. Boommanagement. <https://boommanagement.nl/artikel/we-moeten-onze-woorden-vaker-aanvullen-met-beelden/>

Taylor, P. (2023, February 2). *Smartphone shipments worldwide 2009-2022* | Statista. Statista. <https://www.statista.com/statistics/271491/worldwide-shipments-of-smartphones-since-2009/>

Telecompaper. (2022). *Samsung blijft populairste smartphone, maar iPhone loopt in.*
Telecompaper. <https://www.telecompaper.com/nieuws/samsung-blijft-populairste-smartphone-maar-iphone-loopt-in--1440108>

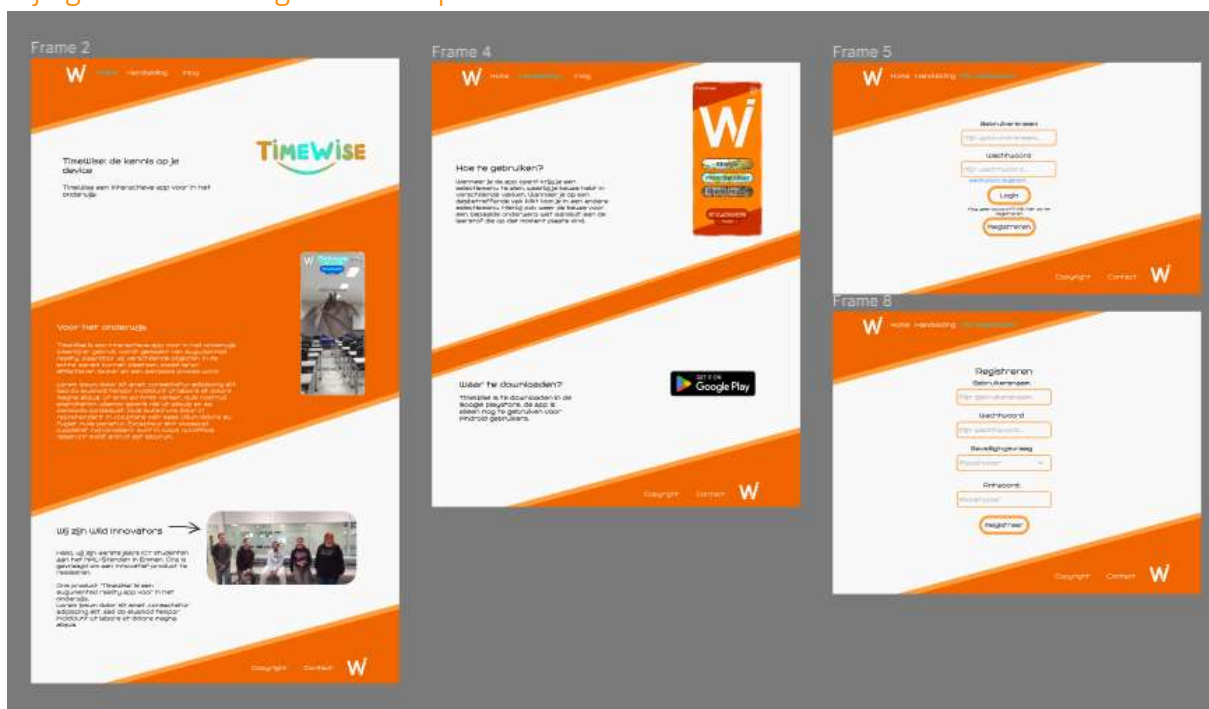
Bijlagen

Bijlage 1: Afbeelding 1: Ontwerp app



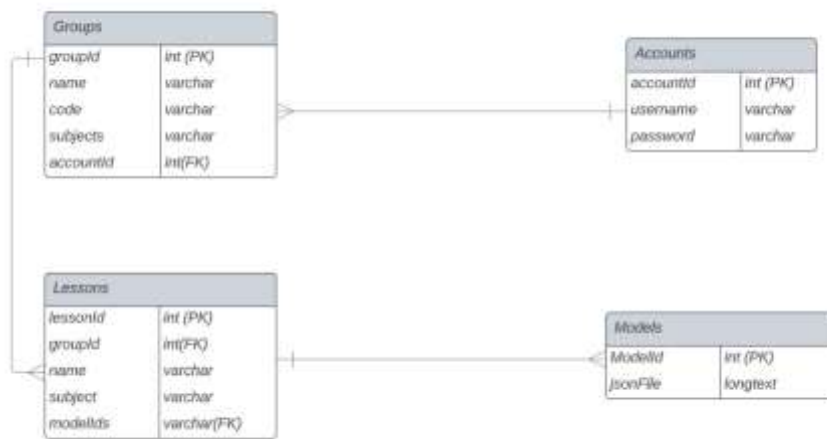


Bijlage 1: Afbeelding 2: Ontwerp website





Bijlage 2: ERD van de database



Bijlage 3: Usability Test

1 Inleiding

Het kan vaak lastig zijn jezelf iets in te beelden. Bijvoorbeeld tijdens een geschiedenisles wanneer de docent het over een smilodon of mammoet heeft. De leefomstandigheden van dit soort dieren zijn niet heel voor de hand liggend.

Daarom is een app ontwikkeld die in staat is door middel van augmented reality dit soort omgevingen in 3D te tonen. Deze app is gemaakt voor de vakken: geschiedenis, aardrijkskunde en biologie. Deze techniek kan bijvoorbeeld ook gebruikt worden voor het tonen van de anatomie van de mens of het tonen van de werking van het klimaat. Daardoor is het ook te gebruiken bij meerdere vakken.

De doelgroep zijn de leerlingen die in de laatste groep van de basisschool zitten of in de onderbouw op de middelbare school. Hiervoor is gekozen, aangezien deze doelgroep uitgebreide lesstof krijgt over de eerder besproken vakken.

Dit idee is ontstaan door een goede brainstormsessie op ons oorspronkelijke idee te laten loslopen. Het vorige idee had te maken met een dierentuin en hierdoor kwam het idee om een dierentuin te ontwikkelen in AR met uitgestorven dieren. Waarna er al snel een nieuw idee uit kwam rollen. We hielden ons bij het educatieve aspect en zochten een geschikte doelgroep.

2 Doel van de test

Het doel van de usability test is om de ervaring van de gebruikers zo goed mogelijk te maken.

Met de resultaten van de test wordt de app zodoende aangepast om een betere gebruikerservaring te creëren.

3 Omschrijving van de testgebruikers

Onze testgebruikers bestaan uit 2 groepen. Directe contacten & indirecte contacten.

Onder directe contacten verstaan wij personen/testgebruikers die familie, vriend, collega, o.i.d. zijn van ons als individu. Binnen deze groep focussen wij meer op kwaliteit, dit zie je o.a. terug in de hoeveelheid tijd die wij besteden aan deze personen & de kwaliteit v.d. feedback die wij terugkrijgen. Het verkrijgen van deze feedback gaat daarom ook door middel van een interview.

Onder indirecte contacten verstaan wij docenten en scholieren. Er zijn diverse gemeenschappen waar je terecht kunt met hulp voor testen & ondersteuning bij schoolwerk. Binnen deze gemeenschappen pakken wij de mogelijkheid om zoveel mogelijk feedback door middel van enquête te krijgen.

De afweging tussen kwantiteit & kwaliteit is hier voorzichtig gemaakt om een beter resultaat te garanderen uit deze test en daarmee ook het uiteindelijke product.

4 Omschrijving van de test

Deze taken worden uitgevoerd door onze doelgroep. Door het resultaat kan aangetoond worden welke taken goed uitgevoerd zijn en welke taken niet.

Aan de hand van de resultaten van de taken binnen de usability test kunnen we een globaal beeld krijgen van de taken. De taken die niet als verwachting zijn uitgevoerd worden

aangepast. Dit houdt in dat de functionaliteit binnen de app of website aangepast worden, zodat het voldoet aan de eisen en wensen.

4.1 Testmethodiek

De website wordt via Maze getest door mogelijke eindgebruikers. Tijdens deze usability test wordt gekeken naar de functionaliteiten, overzichtelijkheid en gebruiksvriendelijkheid van de app.

Om gebruik te maken van de test omgeving Maze is een link nodig van een Figma ontwerp. Het ontwerp is in Figma geprototyped, wat inhoudt dat alle knoppen naar een ander beeld leiden. Voor de app is dit helaas niet mogelijk, aangezien bepaalde functionaliteiten in het ontwerp zijn niet mogelijk zijn te simuleren in Figma zoals het veranderen van de taal of het kunnen openen van de camera.

Als de app getest zou worden met Maze zou de focus moeten liggen op de vindbaarheid van bepaalde pagina's en of de app een logische indeling heeft, maar aangezien een complete test gewenst is, wordt de app op een andere manier getest, namelijk door middel van schermopnames en observaties.

Android heeft software om het scherm op te nemen en daarbij bij te houden waar er geklikt is op het scherm tijdens de opname. Dit is in principe al genoeg om goede data te krijgen voor de usability test van de app. Aangezien het testen van de app direct met de doelgroep gedaan gaat worden, kan daarbij ook geobserveerd worden hoe de testgebruikers door de app heen gaan. Zo wordt er veel bruikbare data verkregen.

4.2 Taken voor de app

4.2.1 Het betreden van een omgeving

Het hele doel van de app is om een AR-omgeving te tonen die een leerling moet helpen met de les.

Door deze taak toe te voegen kan meteen gezien worden als de tester een omgeving kan betreden. Aan de hand van commentaar kan de tester vertellen als de 3D-modellen goed te zien zijn of helemaal uit context geplaatst zijn. Hierbij wordt bedoeld als de modellen op een overzichtelijke plek in de omgeving stonden en zichtbaar.

4.2.2 De instellingen vinden en hier de taal wijzigen

Door de gemaakte instellingen binnen de app is er een mogelijkheid ontstaan om de taal aan te passen naar wens.

Deze taak is gericht op de functionaliteit van de knoppen. Hierbij is het belangrijk dat er snel een koppeling gemaakt wordt naar een nieuwe scène met de daarbij passende taal.

4.2.3 In de encyclopedie moet een ontdekt en nog niet ontdekt organisme aangeklikt worden

Binnen de encyclopedie zijn er twee functionaliteiten: één voor een ontdekt organisme en één voor een nog niet ontdekt organisme.

De tester moet hierbij de taak vervullen om informatie te vinden over een ontdekt organisme en een nog niet ontdekt organisme.

4.2.4 Maak in elke omgeving een foto

Binnen de app is een nieuwe functionaliteit ontstaan om foto's te maken.

De tester moet binnen elke omgeving de mogelijkheid hebben om een foto te kunnen maken. Het is dan mogelijk om foto's te maken van de desbetreffende organismen die zich in die omgeving bevinden.

4.2.5 Zoek in de zoekbalk een omgeving of organisme

Met deze nieuwere functie binnen de app is het mogelijk om alles binnen de app op te zoeken.

De tester heeft dus de mogelijkheid om iets op te zoeken binnen de app. Hierbij moet dus gezien worden als dit proces soepel verloopt of dat deze functie aangepast moet worden.

4.3 Taken voor de website

4.3.1 Ga naar het persoonlijke dashboard

Nadat een gebruiker is ingelogd met zijn/haar account, wordt de gebruiker naar het persoonlijke dashboard gestuurd. Het inloggen zelf kan helaas niet gesimuleerd worden met Figma, maar de login knop kan wel functioneel gemaakt worden. De gebruiker kan dus altijd naar het dashboard gaan zonder daadwerkelijk inloggegevens in te voeren. Dit wordt binnen Maze in de beschrijving gecommuniceerd met de gebruiker.

De login knop valt te vinden onder het "login"-tabblad die in de header staat. Ook de registratiepagina is hier vinden. Vanuit beide de login- en de registratiepagina wordt de gebruiker naar het dashboard gestuurd.

4.3.2 Maak een nieuwe les aan

Binnen het dashboard, waar de gebruikers bij de vorige taak heen moesten navigeren, staan twee knoppen. Eén voor het aanmaken van een groep en één voor het aanmaken van een les. Op deze tweede knop dienen de gebruikers te klikken voor deze taak.

4.3.3 Ga naar de registratiepagina

Een gebruiker moet een nieuw account kunnen aanmaken en bij deze taak worden de gebruikers gevraagd om de registratiepagina te vinden. Deze valt te bereiken via de loginpagina, door op de knop "Registreren" te klikken. Ook registreren kan helaas niet gesimuleerd worden binnen Figma. Dit wordt dan ook gecommuniceerd met de gebruiker via Maze.

4.3.4 Ga naar de Homepagina van TimeWise

De testers moeten aan de hand van de tekst 'Home' in de header van de website (of op het Wild Innovators logo) terug kunnen gaan naar de Homepagina.

Voor het ontwerp is het belangrijk dat beide knoppen gebruikt worden. Zo kunnen we achterhalen of de functionaliteit van de knoppen evenredig gebruikt worden, of dat het aangepast moet worden.

4.3.5 Download de app binnen 'Google Play'

Op de tweede pagina van de website is een handleiding voor gebruik van de app. Hier is ook een knop toegevoegd om naar Google Play te gaan.

De tester moet via deze knop de mogelijkheid hebben om de app te downloaden.

5 Resultaten

App (observatie)

Op de basisschool 'De Fontijn' hebben 24 leerlingen van groep 8 meegedaan aan de usability test. Doordat er niet veel test telefoons aanwezig waren, zijn er 6 groepjes ontstaan van vier leerlingen.

Het gaat om de volgende testers:

Groepje 1	Groepje 2	Groepje 3
Groepje 4	Groepje 5	Groepje 6

De opname van het scherm van de telefoon is uitgebreid bekeken en geanalyseerd. De volgende resultaten zijn te zien:

Groepje 1 bekeek 3 omgevingen. In deze 3 omgevingen keek de groep rond en liep op objecten af. Ook tikte de groep meerdere keren op het scherm. Geen enkel van deze tikken raakte echter een object.

Groepje 2 bekeek alle 5 omgevingen. Ook heeft deze groep gebruik gemaakt van de zoekbalk, de foto-functie en de interactieve objecten. De zoekbalk is gebruikt voor het vinden van de voortplanting-omgeving en in deze zelfde omgeving zijn meerdere foto's gemaakt. In de evolutietheorie-omgeving is op een object geklikt en de vraag geopend. In alle omgevingen keek deze groep goed rond en liep op sommige objecten af.

Groepje 3 bekeek alle 5 omgevingen. Ook heeft deze groep de encyclopedie bekeken. De encyclopedie is hier verlaten door middel van de standaard terugknop van de telefoon. Deze groep bekeek in de omgevingen alleen naar objecten die direct in beeld stonden en keek weinig om zich heen.

Groepje 4 bekeek alle 5 omgevingen. Ook heeft deze groep gemaakt van de foto-functie, interactieve objecten en heeft de groep de encyclopedie bekeken. In de evolutietheorie-omgeving en in de metabolisme-omgeving is op een object geklikt en de vraag geopend. Vanuit de metabolisme-omgeving is de encyclopedie geopend. Hier is meerdere keren op het scherm getikt. Waarna er naar de home-pagina is gegaan via het logo in de linkerbovenhoek. Deze groep heeft foto's gemaakt van de walvis in de oceaانبodem-omgeving en van de vloer in de virus-omgeving. Bij de eerste paar omgevingen keek de groep goed rond, maar bij de latere werd niet meer rondgekeken in de omgevingen.

Groepje 5 bekeek alle 5 omgevingen. Ook heeft deze groep gebruik gemaakt van de foto-functie. De foto's zijn gemaakt van een klasgenoot. De groep keek nauwelijks rond in de omgevingen.

Groepje 6 bekeek alle 5 omgevingen. Ook heeft deze groep gebruik gemaakt van de foto-functie en heeft de encyclopedie en instellingenpagina's bekeken. De groep heeft foto's gemaakt in de oceaانبodem-omgeving en de evolutietheorie-omgeving. De groep is via de oceaانبodem naar de encyclopedie gegaan en tikt hier meerdere keren op het scherm. Vanuit de encyclopedie naar de instellingen-pagina. Vanaf de instellingen-pagina ging de groep met het logo in de linkerbovenhoek naar de homepagina. De groep kijkt weinig rond in de omgevingen.

Website (Maze)

Zeven personen hebben meegedaan aan de test voor de website. Door het resultaat te analyseren, is er een duidelijke lijn te zien wanneer er wel of niet iets aangepast moet worden in het ontwerp. Dit komt doordat er geen 50% gescoord kan worden op een onderdeel, doordat het aantal testers een oneven getal is.

Het gaat om de testers met de volgende tester ID's:

168150699	168540753	168537369
168295912	168284683	168284669
115381808	-	-

Taak 1: Ga naar het persoonlijke dashboard

3 van de 7 testgebruikers hebben deze taak perfect afgerond. 1 van de testgebruikers ronderde de taak op een indirecte manier af. Dit houdt in dat de gebruiker op de juiste locatie is gekomen via een ander pad dat vooraf gespecificeerd is. De overige 3 testgebruikers zijn meerdere misclicks begaan. Tester met ID 115381808 heeft 5 keer in het inlogscherms op het invoerveld voor de gebruikersnaam geklikt. Een gebruikersnaam was niet nodig om in te loggen en dit was ook vermeld in de beschrijving van deze taak in *Maze*. Tester met ID 168540753 heeft 7 keer verkeerd geklikt op de homepagina. Deze gebruiker heeft onder andere geklikt op de knoppen voor contact en de privacy policy. Tester met ID 168150699 had 6 misclicks op de homepagina. Deze testgebruiker heeft op verschillende afbeeldingen geklikt. Gemiddeld waren de 7 testers 45.6 seconden bezig met het afronden van deze taak.

Taak 2: Maak een nieuwe les aan

3 van de 7 testgebruikers hebben deze taak perfect afgerond. De andere 4 zijn allemaal indirect op de juiste locatie gekomen. Ze zijn allemaal namelijk eerst naar de handleiding-pagina geweest. Gemiddeld waren de 7 testers 17.2 seconden bezig met het afronden van deze taak.

Taak 3: Ga naar de registratiepagina

Alle 7 testgebruikers hebben deze taak perfect afgerond. Gemiddeld deden ze hier 4.1 seconden over.

Taak 4: Ga naar de homepage van TimeWise

6 van de 7 testgebruikers hebben deze taak perfect afgerond. De zevende tester is eerst naar de pagina's geweest voor het aanmaken van groepen en lessen voordat deze naar de homepage ging. Gemiddeld deden de testgebruikers 5.8 seconden over deze taak.

Taak 5: Download de app binnen Google Play

5 van de 7 testers hebben deze taak perfect afgerond. De andere 2 testgebruikers klikten allebei eerst bij de sectie 'Hoe te gebruiken?' op de handleiding-pagina. Gemiddeld deden de testers 20.0 seconden over deze taak.

6 Conclusies

App

De omgevingen kunnen goed gevonden worden. In de omgevingen zelf wordt variabel veel rondgekeken. Om ervoor te zorgen dat er meer rondgekeken wordt, kan het een oplossing zijn om een tekst op het scherm te zetten die aangeeft dat er rondgekeken kan worden om meer van de omgeving te zien. Ook is er niet veel geklikt op de objecten. Dit is ook iets waarvan nergens aangegeven staat in de app dat dit mogelijk is. Hier kan ook een (tijdelijke) tekst bij een object neergezet worden, die aangeeft dat er op objecten getikt kan worden en dit iets doet.

De andere functies van de app zijn niet door iedereen bekeken. Bij de groepen die ze wel hebben bekeken vielen een aantal dingen op: in de encyclopedie en op de instellingen-pagina bevinden zich geen terugknoppen. Het kostte de groepen ook veel tijd om van deze pagina's af te komen en hierbij kwamen ook veel tikken op lege plekken van het scherm voor.

Bij de foto-functie zijn geen problemen voorgekomen. Hier is regelmatig gebruik van gemaakt en dit werd goed begrepen door de testers. Ook de zoekbalk sprak voor zich, ondanks dat hier niet veel gebruik van is gemaakt.

Geen enkel van de groepen heeft de instellingen bekeken en op een informatiekноп bij een omgeving geklikt.

Website

Bij de eerste taak, waarbij het persoonlijke dashboard gevonden moest worden, hebben 2 testgebruikers meerdere keren geklikt op de homepage. Dit vereist dus aandacht. Een oplossing zou kunnen zijn om op de homepage een verwijzing te maken naar de inlog-pagina buiten de navigatiebalk. Daarbij kan dan een tekst geplaatst worden, die beschrijft wat er op het persoonlijke dashboard te zien is.

Bij de tweede taak gingen 4 testgebruikers eerst naar de handleiding pagina. Hieruit kan geconcludeerd worden dat er verwacht wordt dat een les aangemaakt kan worden via de handleiding, of dat er tenminste een beschrijving staat op deze pagina van hoe een les aanmaken moet gebeuren. Een oplossing kan dus zijn om op de handleiding-pagina een stukje toewijden aan het aanmaken van lessen en/of groepen. Als alternatief kan de handleiding-pagina ook hernoemd worden naar iets in de richting van 'over de app', zodat hier geen verwarring over kan komen.

Bij taken 3 en 4 is er zeer weinig fout gegaan. Het overgrote deel van de testgebruikers heeft deze taken perfect afgerond en dus vereist dit niet veel aandacht.

Taak 5 is ook grotendeels perfect afgerond, maar 2 testgebruikers lukten het initieel niet om de "download met Google Play"-knop te vinden. Een oplossing hiervoor kan zijn om de knop bovenaan de handleiding pagina te zetten. Deze 2 testers waren namelijk wel op de goede pagina, alleen hebben zij eerst in het bovenste gedeelte geklikt, wat het 'Hoe te gebruiken?'-stuk is. Daaronder staat de download. Door dit om te draaien kan dit misschien opgelost worden.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[AA]	[AB]	[AC]	[AD]	[AE]	[AF]	[AG]	[AH]	[AI]	[AJ]	[AK]	[AL]	[AM]	[AN]	[AO]	[AP]	[AQ]	[AR]	[AS]	[AT]	[AU]	[AV]	[AW]	[AX]	[AY]	[AZ]	[BA]	[BB]	[BC]	[BD]	[BE]	[BF]	[BG]	[BH]	[BI]	[BJ]	[BK]	[BL]	[BM]	[BN]	[BO]	[BP]	[BQ]	[BR]	[BS]	[BT]	[BU]	[BV]	[BW]	[BX]	[BY]	[BZ]	[CA]	[CB]	[CC]	[CD]	[CE]	[CF]	[CG]	[CH]	[CI]	[CJ]	[CK]	[CL]	[CM]	[CN]	[CO]	[CP]	[CQ]	[CR]	[CS]	[CT]	[CU]	[CV]	[CW]	[CX]	[CY]	[CZ]	[DA]	[DB]	[DC]	[DD]	[DE]	[DF]	[DG]	[DH]	[DI]	[DJ]	[DK]	[DL]	[DM]	[DN]	[DO]	[DP]	[DQ]	[DR]	[DS]	[DT]	[DU]	[DV]	[DW]	[DX]	[DY]	[DZ]	[EA]	[EB]	[EC]	[ED]	[EE]	[EF]	[EG]	[EH]	[EI]	[EJ]	[EK]	[EL]	[EM]	[EN]	[EO]	[EP]	[EQ]	[ER]	[ES]	[ET]	[EU]	[EV]	[EW]	[EX]	[EY]	[EZ]	[FA]	[FB]	[FC]	[FD]	[FE]	[FF]	[FG]	[FH]	[FI]	[FJ]	[FK]	[FL]	[FM]	[FN]	[FO]	[FP]	[FQ]	[FR]	[FS]	[FT]	[FU]	[FV]	[FW]	[FX]	[FY]	[FZ]	[GA]	[GB]	[GC]	[GD]	[GE]	[GF]	[GG]	[GH]	[GI]	[GJ]	[GK]	[GL]	[GM]	[GN]	[GO]	[GP]	[GQ]	[GR]	[GS]	[GT]	[GU]	[GV]	[GW]	[GX]	[GY]	[GZ]	[HA]	[HB]	[HC]	[HD]	[HE]	[HF]	[HG]	[HH]	[HI]	[HJ]	[HK]	[HL]	[HM]	[HN]	[HO]	[HP]	[HQ]	[HR]	[HS]	[HT]	[HU]	[HV]	[HW]	[HX]	[HY]	[HZ]	[IA]	[IB]	[IC]	[ID]	[IE]	[IF]	[IG]	[IH]	[II]	[IJ]	[IK]	[IL]	[IM]	[IN]	[IO]	[IP]	[IQ]	[IR]	[IS]	[IT]	[IU]	[IV]	[IW]	[IX]	[IY]	[IZ]	[JA]	[JB]	[JC]	[JD]	[JE]	[JF]	[JG]	[JH]	[JI]	[JJ]	[JK]	[JL]	[JM]	[JN]	[JO]	[JP]	[JQ]	[JR]	[JS]	[JT]	[JU]	[JV]	[JW]	[JX]	[JY]	[JZ]	[KA]	[KB]	[KC]	[KD]	[KE]	[KF]	[KG]	[KH]	[KI]	[KJ]	[KK]	[KL]	[KM]	[KN]	[KO]	[KP]	[KQ]	[KR]	[KS]	[KT]	[KU]	[KV]	[KW]	[KX]	[KY]	[KZ]	[LA]	[LB]	[LC]	[LD]	[LE]	[LF]	[LG]	[LH]	[LI]	[LJ]	[LK]	[LL]	[LM]	[LN]	[LO]	[LP]	[LQ]	[LR]	[LS]	[LT]	[LU]	[LV]	[LW]	[LX]	[LY]	[LZ]	[MA]	[MB]	[MC]	[MD]	[ME]	[MF]	[MG]	[MH]	[MI]	[MJ]	[MK]	[ML]	[MN]	[MO]	[MP]	[MQ]	[MR]	[MS]	[MT]	[MU]	[MV]	[MW]	[MX]	[MY]	[MZ]	[NA]	[NB]	[NC]	[ND]	[NE]	[NF]	[NG]	[NH]	[NI]	[NJ]	[NK]	[NL]	[NM]	[NN]	[NO]	[NP]	[NQ]	[NR]	[NS]	[NT]	[NU]	[NV]	[NW]	[NX]	[NY]	[NZ]	[OA]	[OB]	[OC]	[OD]	[OE]	[OF]	[OG]	[OH]	[OI]	[OJ]	[OK]	[OL]	[OM]	[ON]	[OO]	[OP]	[OQ]	[OR]	[OS]	[OT]	[OU]	[OV]	[OW]	[OX]	[OY]	[OZ]	[PA]	[PB]	[PC]	[PD]	[PE]	[PF]	[PG]	[PH]	[PI]	[PJ]	[PK]	[PL]	[PM]	[PN]	[PO]	[PP]	[PQ]	[PR]	[PS]	[PT]	[PU]	[PV]	[PW]	[PX]	[PY]	[PZ]	[QA]	[QB]	[QC]	[QD]	[QE]	[QF]	[QG]	[QH]	[QI]	[QJ]	[QK]	[QL]	[QM]	[QN]	[QO]	[QP]	[QQ]	[QR]	[QS]	[QT]	[QU]	[QV]	[QW]	[QX]	[QY]	[QZ]	[RA]	[RB]	[RC]	[RD]	[RE]	[RF]	[RG]	[RH]	[RI]	[RJ]	[RK]	[RL]	[RM]	[RN]	[RO]	[RP]	[RQ]	[RR]	[RS]	[RT]	[RU]	[RV]	[RW]	[RX]	[RY]	[RZ]	[SA]	[SB]	[SC]	[SD]	[SE]	[SF]	[SG]	[SH]	[SI]	[SJ]	[SK]	[SL]	[SM]	[SN]	[SO]	[SP]	[SQ]	[SR]	[SS]	[ST]	[SU]	[SV]	[SW]	[SX]	[SY]	[SZ]	[TA]	[TB]	[TC]	[TD]	[TE]	[TF]	[TG]	[TH]	[TI]	[TJ]	[TK]	[TL]	[TM]	[TN]	[TO]	[TP]	[TQ]	[TR]	[TS]	[TT]	[TU]	[TV]	[TW]	[TX]	[TY]	[TZ]	[UA]	[UB]	[UC]	[UD]	[UE]	[UF]	[UG]	[UH]	[UI]	[UJ]	[UK]	[UL]	[UM]	[UN]	[UO]	[UP]	[UQ]	[UR]	[US]	[UT]	[UU]	[UV]	[UW]	[UX]	[UY]	[UZ]	[VA]	[VB]	[VC]	[VD]	[VE]	[VF]	[VG]	[VH]	[VI]	[VJ]	[VK]	[VL]	[VM]	[VN]	[VO]	[VP]	[VQ]	[VR]	[VS]	[VT]	[VU]	[VV]	[VW]	[VX]	[VY]	[VZ]	[WA]	[WB]	[WC]	[WD]	[WE]	[WF]	[WG]	[WH]	[WI]	[WJ]	[WK]	[WL]	[WM]	[WN]	[WO]	[WP]	[WQ]	[WR]	[WS]	[WT]	[WU]	[WV]	[WW]	[WX]	[WY]	[WZ]	[XA]	[XB]	[XC]	[XD]	[XE]	[XF]	[XG]	[XH]	[XI]	[XJ]	[XK]	[XL]	[XM]	[XN]	[XO]	[XP]	[XQ]	[XR]	[XS]	[XT]	[XU]	[XV]	[XW]	[XX]	[XY]	[XZ]	[YA]	[YB]	[YC]	[YD]	[YE]	[YF]	[YG]	[YH]	[YI]	[YJ]	[YK]	[YL]	[YM]	[YN]	[YO]	[YP]	[YQ]	[YR]	[YS
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----

[illegible]