

Inzicht in je slaappgedrag

Een kwalitatief onderzoek naar gebruiksvriendelijkheid, nut en vertrouwen omtrent applicaties voor automatische slaapregistratie



Universiteit Utrecht



Kelly van den Dool, 3672719

Begeleider: Robbert Jan Beun

Scriptie in het kader van het Onderzoeksproject bij de opleiding Informatiekunde aan de Universiteit van Utrecht

Abstract: Ondanks dat slapen van groot belang is om gezond te blijven, komen veel mensen chronisch slaap tekort. Deze mensen zouden goed geholpen kunnen worden door een applicatie die slaapgedrag registreert en hen ondersteunt bij het verbeteren van hun slaapgedrag. In dit exploratieve kwalitatieve onderzoek wordt een overzicht gegeven van slaapapplicaties en aan de hand van interviews met negen participanten geanalyseerd wat de gebruiksvriendelijkheid en het nut van de verschillende applicaties is. Ook wordt geanalyseerd of de participanten vertrouwen hebben in de metingen van de applicaties. Uit het onderzoek blijkt dat het vertrouwen in de geteste applicaties laag is, en dat het nut ervan door één derde van de participanten wordt betwijfeld. Op gebruiksvriendelijkheid scoort één app duidelijk het best (Sleep as Android).

Inhoudsopgave

1.	Inleiding.....	4
1.1	Metingen door sensoren	4
1.2	Probleemstelling.....	5
2.	Slaap en het meten daarvan	6
2.1	Polysomnografie.....	6
2.2	Het slaapwaakdagboek	7
2.3	Actigrafie.....	9
3.	Methode.....	10
3.1	Testen door participanten	10
4.	Resultaten	13
4.1	Analyse van niet geteste applicaties	14
4.2	Analyse van geteste applicaties	15
4.2.1	Analyse van de tabellen.....	16
4.2.2	Gebruiksvriendelijkheid	16
4.2.3	Vertrouwen.....	17
4.2.4	Analyse van de overige interviewvragen.....	18
5.	Conclusie en discussie	18
5.1	Tekortkomingen en vervolgonderzoek.....	19
6.	Bronnen	21
6.1	22
6.2	Afbeeldingen	22
7.	Bijlagen.....	23
7.1	Bijlage A: Slaapdagboek voor participanten	23
7.2	Bijlage B: vragenlijst voor interview participanten.....	24
7.3	Bijlage C: Specificatietabel van geteste applicaties	25

1. Inleiding

CalorieTeller, Etikettenwijzer, VGZ medicijnen, Longpas, Zelfzorg, HooikoortsAlert, KWF Zonkracht, Dagelijkse Cardiotraining, Runkeeper... Een kleine selectie uit een groot aantal zogenaamde gezondheids-app's (Eimers, 2012). In het huidige milieu waarin vrijwel iedereen een smartphone bezit, worden er steeds meer applicaties ontwikkeld die erop inspelen dat de gebruiker de applicatie voortdurend bij zich heeft. Dit zijn bijvoorbeeld applicaties die bedoeld zijn om gebruikers te ondersteunen bij het analyseren of zelfs veranderen van hun dagelijkse gedrag. Gebruikers van deze zogeheten persuasieve technologie kunnen geholpen worden doordat het systeem werkt als coach, zonder dat er andere personen aan te pas hoeven komen. Een coachsysteem kan zorgen voor anoniem en voortdurend toezicht op het gedrag van de gebruiker en kan de gebruiker van feedback en advies voorzien. Dat advies en eventuele interventies kunnen op het juiste moment, in de juiste vorm en in de juiste omgeving worden aangeboden, doordat de gebruiker het systeem voortdurend bij zich draagt. Dit zou voor een menselijke coach niet haalbaar zijn vanwege de hoge kosten die met zulke intensieve zorg gepaard gaan. Daarnaast is het voor een menselijke coach onmogelijk om voortdurend onopvallend de coachee te observeren in zijn persoonlijke omgeving. In dit onderzoek zal worden ingegaan op applicaties die de gebruiker ondersteunen met behulp van slaapregistratie.

1.1 Metingen door sensoren

Een persuasieve applicatie kan op twee manieren gegevens verzamelen over de gebruiker, namelijk op basis van zelfrapportage door de gebruiker, of door het meten van gedrag met behulp van sensoren. Het meten met sensoren heeft verschillende voordelen, zoals objectiviteit van de metingen en het feit dat de gebruiker weinig tot geen tijd hoeft te besteden aan het rapporteren van zijn gedrag. Sinds twee jaar groeit het aanbod van applicaties die slaapgedrag ondersteunen. Het veld van slaapgedrag is een interessant gebied voor de persuasieve technologie, zeker wanneer gebruik gemaakt wordt van sensoren om het slaapgedrag te meten. Het gebruik van sensoren is in dit gebied extra interessant omdat mensen, wanneer ze in slaap zijn, niet (nauwkeurig) zelf kunnen rapporteren dat ze in slaap zijn.

Ook worden in een slaapcyclus verschillende slaapstadia onderscheiden. Het belangrijkste onderscheid zit tussen de *Rapid Eye Movement-slaap* en *non-Rapid Eye Movement-slaap* (respectievelijk REM-slaap en NREM-slaap; Choe, Consolvo, Watson & Kientz, 2011). Het is voor personen die in slaap zijn onmogelijk om te rapporteren in welk slaapstadium ze zich bevinden. Hierdoor kan slaap alleen nauwkeurig gemeten worden door gebruik van sensoren. Tot op heden werd dit gedaan met behulp van polysomnografie (PSG), een meetmethode met meerdere sensoren die nauwkeurig een groot aantal lichaamsfuncties meet (De Weerd, 2010, p. 3). Vanwege de benodigde apparaten en het grote aantal sensoren dat aangebracht moet worden, wordt PSG vaak niet thuis toegepast, maar in een ziekenhuis of laboratorium (zie afbeelding 1).



Afbeelding 1. Een patiënt ondergaat Polysomnografie in een ziekenhuis.(n.d). Copyright by Medisch Centrum Alkmaar. Overgenomen van <http://www.mca.nl/Patient-en-Bezoeker/In-het-ziekenhuis/Onderzoeken/Onderzoek/rid/52.aspx>

Door de snelle technologische vooruitgang worden sensoren steeds goedkoper en kleiner. Hierdoor worden sensoren steeds toegankelijker. In een gemiddelde smartphone zitten al tussen de tien en vijftien sensoren (“FutureBites Whitepaper sensortechnologie”, n.d.). Een smartphone kan door al deze sensoren een bruikbaar (en relatief goedkoop) apparaat zijn om in de thuissituatie het slaapgedrag van een gebruiker te meten. Inmiddels zijn er al veel app’s met dit doel verschenen. Naast app’s die gebruik maken van de sensoren van de smartphone, zijn er ook op zichzelf staande producten ontwikkeld die gemaakt zijn om het slaapgedrag te meten. Voor zowel de app’s als de op zichzelf staande producten zal de verzamelnaam (slaap)applicaties gebruikt worden.

1.2 Probleemstelling

In dit onderzoek wordt in kaart gebracht welke applicaties er momenteel op de markt zijn en worden de applicaties getest. De hoofdvraag van dit artikel is: *Welke applicaties zijn er beschikbaar om slaapgedrag te meten?* Per applicatie zal onderzocht worden hoe nuttig en gebruiksvriendelijk gebruikers de applicatie vinden. Ook zal worden gekeken naar het vertrouwen van gebruikers in de applicatie.

Dit onderzoek is gericht op slaapapplicaties die te gebruiken zijn in de persoonlijke omgeving. Er wordt voornamelijk ingegaan op app’s voor op de smartphone. Daarnaast zijn twee op zichzelf staande producten onderzocht. Om de gestelde vragen te beantwoorden is eerst een overzicht gemaakt van de bestaande applicaties. Daarna zijn de applicaties drie dagen door mijzelf gebruikt. Na dit vooronderzoek zijn acht applicaties gebruikt door negen participanten. Aan de hand van interviews wordt er verslag gedaan over de verschillende applicaties. In het volgende hoofdstuk zal eerst dieper in worden gegaan op slaap in het algemeen en hoe dit gemeten kan worden. In het derde hoofdstuk zal de

onderzoeksmethode beschreven worden, gevolgd door de presentatie van de resultaten. Tot slot volgt de conclusie.

2. Slaap en het meten daarvan

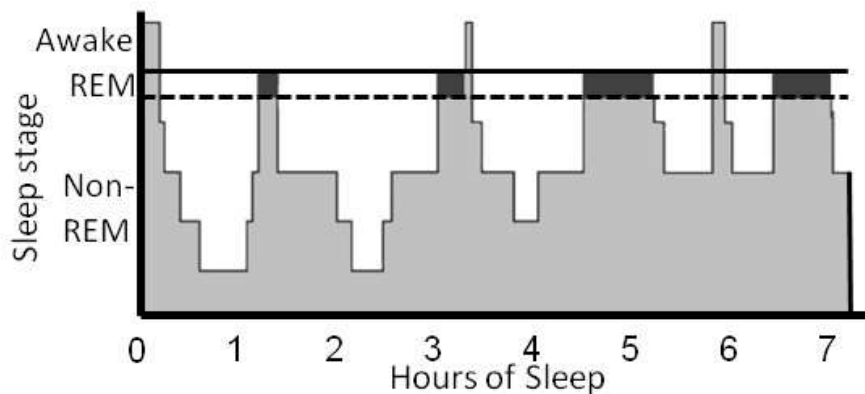
Zoals in de inleiding beschreven is, ontstaat er steeds meer interesse in het meten van slaap. Deze verhoogde interesse is zeer terecht want, hoewel de functie van slaap volgens Lammers (2010) nog niet met zekerheid is vastgesteld, is duidelijk dat:

. . . aandoeningen van de slaap en (chronische) slaapdeprivatie tot een aanzienlijke handicap in het dagelijks leven leiden. Het gaat dan niet alleen om direct aan slaap te relateren klachten als slaperigheid, vermoeidheid en geheugenproblemen, maar ook om een sterk verhoogde kans op niet intuïtief aan slaap te relateren problemen als obesitas, diabetes mellitus, depressie en verminderde afweer. (Lammers, 2010, p.1)

Te weinig slapen kan zorgen voor verschillende problemen en chronische aandoeningen. Volgens Strijers hebben volwassenen bijna 8 uur slaap per nacht nodig en “hoewel veel mensen beweren dat ze minder dan 8 uur slaap nodig hebben, zijn er maar 10% van hen die daadwerkelijk significant meer of minder nodig hebben.” (Strijers, 2010, p. 1). Ook blijkt uit een meta-studie van Gallicchio & Kalesan (2009) dat zowel mensen die korter slapen dan gemiddeld, als mensen die langer slapen dan gemiddeld (gemiddeld is gedefinieerd als 7 -7,9 uur), meer kans hebben om te overlijden (om welke reden dan ook). Ongeveer 7,5 uur slapen per nacht is dus noodzakelijk om gezond te blijven, maar dit lijkt steeds meer mensen niet te lukken. Volgens het Nederlands Huisartsengenootschap neemt het aantal mensen met slaapklachten toe, en gebruiken 1,6 miljoen mensen slaapmiddelen (GezondNU, 2014). Een deel van deze 1,6 miljoen mensen zou baat kunnen hebben bij een applicatie die het slaappatroon meet en ondersteuning biedt bij het verbeteren ervan.

2.1 Polysomnografie

Volgens wetenschappelijke literatuur is slaap: “... een snel reversibele staat gekenmerkt door afgenomen reactiviteit, verminderde motorische activiteit en een verlaagd metabolisme.”(Lammers, 2010, p. 1). Slaap is echter niet simpelweg de afwezigheid van activiteit in de hersenen, want slaap en de afwisseling van slaapstadia worden actief gestuurd door het lichaam (Lammers, 2010). Er wordt onderscheid gemaakt tussen REM-slaap en NREM-slaap, waarbij de NREM-slaap weer onderverdeeld kan worden vier slaap stadia. Stadium drie en vier worden hierbij gezien als stadia van diepe slaap. (Aliaseyeu, Du, Zwartkruis-Pelgrim & Subramanian, 2011). Deze slaapstadia volgen elkaar op in een cyclus. Gedurende de nacht worden er verschillende slaapcycli doorlopen (zie afbeelding 2)



Afbeelding2. Slaapcycli. Overgenomen van “The Harvard Medical School guide to a good night’s sleep.” By L. J. Lawrence & S. Mardon, 2007, Copyright by MCGraw-Hill New York.

Omdat er in de hersenen processen plaatsvinden die actief de slaap en de wisselingen tussen de verschillende slaapstadia sturen, is slaap te meten door het meten van hersengolven. Naast hersengolven zijn er nog meer eigenschappen te meten die aangeven of iemand slaapt. Zo is dit bijvoorbeeld af te lezen aan oogbewegingen, spierspanning, hartritme, ademhaling en lichaamstemperatuur (Aliaseyeu et al., 2011). Tijdens een uitgebreid PSG onderzoek worden bijvoorbeeld gemeten: hersengolven met behulp van elektro-encefalo-grafie (EEG), oogbewegingen met behulp van elektro-oculo-grafie (EOG), spierspanning met behulp van elektro-myo-grafie (EMG), het hartritme met behulp van een ElektroCardioGram (ECG), de ademhaling, eventueel snurken, lichaamstemperatuur en houding van het lichaam (De Weerd, 2010). Dit is een groot aantal metingen en deze uitgebreide versie van polysomnografie wordt dan ook alleen in het ziekenhuis of in een laboratorium uitgevoerd.

Er zijn ook beperktere versies van PSG mogelijk voor gebruik in de thuissituatie. Hoewel PSG in de thuissituatie minder nadrukkelijk aanwezig is en de onderzochte persoon er minder last van heeft, blijft het belemmerend voor een normale nachtrust. Vandaar dat PSG pas wordt ingezet als vervolgonderzoek wanneer dat noodzakelijk is om een diagnose te kunnen stellen (De Weerd, 2010).

2.2 Het slaapwaakdagboek

De Weerd (2010, p. 34) schrijft in zijn artikel over slaapregistratie dat “men zich meestal tot de anamnese en het slaapwaakdagboek kan beperken om in ieder geval al een idee over de diagnose te krijgen”. De anamnese wordt in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten, maar is een vraaggesprek naar de ziektegeschiedenis. Een slaapwaakdagboek is een formulier waarin - vaak in tabelvorm – kan worden ingevuld wanneer iemand zich in of uit bed bevindt en wanneer iemand slaapt of waakt. Het slaapwaakdagboek wordt door artsen gebruikt om slaapproblemen vast te stellen bij personen met klachten. In afbeelding 3 (de Weerd, 2010) is een voorbeeld van een slaapwaakdagboek te zien.

Hourly Log Sheet (Vran E)

Before

in time for each hour's block, marks part way into a block indicate part way into the hour

DATE	DAY	Afternoon								Night				Morning								
		12-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	9	10	11	12-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	9	10
Monday		Y	Y	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Tuesday		Y	Y	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Wednesday		Y	Y	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Thursday		.	.	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Friday		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Saturday	
Sunday	
Monday	
Tuesday																						
Wednesday																						
Thursday																						
Friday																						
Saturday																						
Sunday																						
Monday																						

For each hour of the day, note each of the following —

R = Restless legs during the hour (use a small r for mild or little amount of and capital R for disturbing amount)
 . = no Restless legs during the hour
 Y = get up from bed either during night or to end sleep period
 Y = for going down to bed to sleep
 DARKEN with hatch marks all hours you are asleep
 Indicate with a letter code any sleep related medication you take at hour taken

Afbeelding 3. Een slaapwaakdagboek. Overgenomen van: Weerd, A. de. (2010). “Registratie van slaap en waak.” Door A. de Weerd (2010) in *Klinische Neurofysiologie bij slaap- en bewustzijnsstoornissen*. p. 34. Copyright by: Boerhave Commissie.

Echter blijkt uit onderzoek van McCrae et al. (2005) dat slaapwaakdagboeken van participanten niet altijd overeen komen met objectieve metingen. In hun onderzoek zijn de participanten in vier groepen verdeeld, op basis van slaapwaakdagboeken die zij twee weken lang bijhielden. De vier groepen zijn: Niet klagende goede slapers, niet klagende slechte slapers, wel klagende goede slapers en wel klagende slechte slapers. Tijdens de periode dat het slaapwaakdagboek werd bijgehouden droegen de participanten ook een polsband met een actigraaf (een kleine sensor die bewegingen registreert). Na afloop werden de slaapwaakdagboeken van de participanten vergeleken met de hoeveelheid slaap die zij volgens de metingen gehad hadden. Er bleken grote verschillen te zitten tussen de objectieve metingen en subjectieve registraties van de hoeveelheid slaap die een persoon heeft gehad. Voor beide klagende groepen werden geen significante correlaties tussen de slaapwaakdagboeken en de metingen van de actigraaf gevonden (McCrae et al., 2005).

Het slaapwaakdagboek lijkt daarom als losstaand middel niet erg betrouwbaar om vast te stellen hoeveel iemand slaapt. In het onderzoek van McCrae et al. (2005) staat beschreven dat de metingen van de actigraaf met de gebruikte instellingen volgens ander onderzoek sterk correleert met de metingen van polysomnografie. Echter zouden de metingen niet helemaal juist kunnen zijn. Daaraan zou ook een deel van de uitkomst van het onderzoek te wijten kunnen zijn.

Naast de onbetrouwbaarheid van het slaapwaakdagboek, heeft het nog een nadeel. Het invullen van een slaapwaakdagboek moet namelijk iedere ochtend bij het wakker worden ingevuld worden. Dit moet nauwkeurig gebeuren, dus de gebruiker moet de precieze tijden van het naar bed gaan en ontwaken goed onthouden. Daarom wordt gezocht naar een andere oplossing om het de vele mensen met (kleine) slaaproblemen gemakkelijker te maken thuis hun slaappatroon te meten.

2.3 Actigrafie

Een manier die gebruikt wordt om thuis het slaappatroon te meten is actigrafie. Actigrafie is het meten van bewegingen door een kleine sensor die meestal op het lichaam gedragen wordt. Wanneer actigrafie wordt ingezet om slaap te meten wordt de sensor meestal gedragen aan de niet-dominante pols. Ook is er een aantal smartphone app's dat gebruik maakt van de accelerometer in de smartphone. De accelerometer is een versnellingsmeter die in smartphones gebruikt wordt zodat de telefoon kan registreren welke kant onder of boven is t.o.v. de aarde. Ook kan de accelerometer beweging van de smartphone registreren, bijvoorbeeld wanneer een gebruiker ermee schudt. Wanneer een smartphone gebruikt wordt om slaap te meten, moet de gebruiker de smartphone dichtbij zich op het matras leggen tijdens het slapen. Hierdoor beweegt de smartphone mee wanneer de gebruiker zich omdraait op het matras.

Er zijn verschillende onderzoeken gedaan naar de nauwkeurigheid en bruikbaarheid van actigrafie om slaap en wakker zijn te meten. Uit deze onderzoeken blijkt meestal dat actigrafie goed is in het vaststellen wanneer iemand slaapt, maar minder nauwkeurig kan bepalen of iemand (tussendoor) wakker is (Meltzer, Waltz, Traylor & Westin, 2012; Marino et al., 2013; Paquet, Kawinska & Carrier, 2007). Dit wordt veroorzaakt doordat mensen 's nachts wanneer ze wakker worden vaak in bed blijven liggen. Daarbij bewegen ze weinig tot niet, waardoor de actigraaf niet registreert dat ze wakker zijn. Dit betekent dat actigrafie niet nuttig is voor mensen met een gefragmenteerde slaap, maar wel om bij gezonde mensen die goed slapen vast te stellen hoelang ze slapen (Paquet, Kawinska & Carrier, 2007). Actigrafie alleen is daarom niet afdoende om slaapproblemen mee te detecteren, maar het kan wel nuttig zijn als ondersteuning voor mensen die structureel te weinig slaap krijgen door bijvoorbeeld te laat naar bed gaan.

Ook blijkt uit onderzoek dat er voor groepen met verschillende eigenschappen (bijvoorbeeld kinderen of juist ouderen) verschillende algoritmes beter werken om nauwkeuriger slaap te kunnen meten (Meltzer et al., 2012; Jean-Louis, Kripke, Cole, Assmus & Langer, 2007). Een goede slaapplicatie zal daarom speciaal voor een bepaalde doelgroep ontworpen moeten zijn.

De actigrafen uit bovengenoemde onderzoeken worden allen om de pols gedragen, in tegenstelling tot app's voor op de smartphone. Toch verwacht ik dat de resultaten van de bovengenoemde onderzoeken in het algemeen ook gelden voor actigrafie met behulp van de sensoren in smartphones. In essentie

wordt namelijk hetzelfde gemeten; beweging. De sensor in de smartphone zal, om beweging te kunnen registreren, alleen iets gevoeliger afgesteld moeten zijn dan de sensor om de pols.

3. Methode

Om tot een antwoord te komen op de gestelde vraag: ‘*Welke applicaties zijn er beschikbaar om slaapgedrag te meten?*’ zijn eerst de app’s en producten die beschikbaar zijn om slaapgedrag te registreren in kaart gebracht. Bij het zoeken naar slaapapplicaties is gezocht naar applicaties die voldoen aan de criteria: ‘registreert de slaapduur’ en ‘registreert het slaappatroon’. Het zoeken naar slaapapplicaties die aan deze criteria voldoen, werd hoofdzakelijk gedaan via google. Daarvoor zijn de zoekopdrachten ‘slaap applicatie’, ‘slaap app’, ‘slaap registreren app’ en ‘slaappatroon vastleggen’ gebruikt. De gevonden links verwezen vaak naar een lijst of artikel waarin meerdere slaapapplicaties werden beschreven. Ook werden vaak gerelateerde artikelen aanbevolen, waarin ook slaapapplicaties beschreven werden. Na het samenstellen van een lijst op deze manier is er gezocht in de ‘playstore’, (de digitale winkel van google waar men app’s kan downloaden). De gebruikte zoektermen in de playstore zijn: ‘slaap’, ‘sleep’ en ‘smart alarm’.

Van alle gevonden applicaties is een lijst opgesteld waarin ook applicaties opgenomen zijn die zeer binnenkort uit zullen komen. Iphone applicaties worden in dit onderzoek buiten beschouwing. Eén uitzondering hierop is de LARK. Na de selectie op basis van beschikbaarheid zijn de applicaties door mijzelf gebruikt om te kijken of de applicaties inderdaad de slaapduur registreren. De applicaties die niet getest zijn, zijn wel verwerkt in specificatietabellen om een overzicht te geven van de laatste ontwikkelingen op het gebied van slaapapplicaties.

Van de app’s die wel door mijzelf getest zijn, is een aantal app’s niet gebruikt in het vervolgonderzoek om verschillende redenen. Twee app’s zijn niet geselecteerd voor het vervolg onderzoek, omdat bleek dat de gebruiker zelf de slaapduur moet invoeren en er verder niets geregistreerd wordt. Eén app is niet geselecteerd omdat deze niet naar behoren functioneert. Tot slot zijn er drie app’s niet geselecteerd omdat er zo weinig informatie te zien is over vorige nachten dat het criterium ‘registreert slaappatroon’ nauwelijks van toepassing is. In paragraaf 4.2.4 wordt overzichtelijk weergegeven welke applicaties dit precies zijn en waarom ze zijn afgevallen voor vervolgonderzoek.

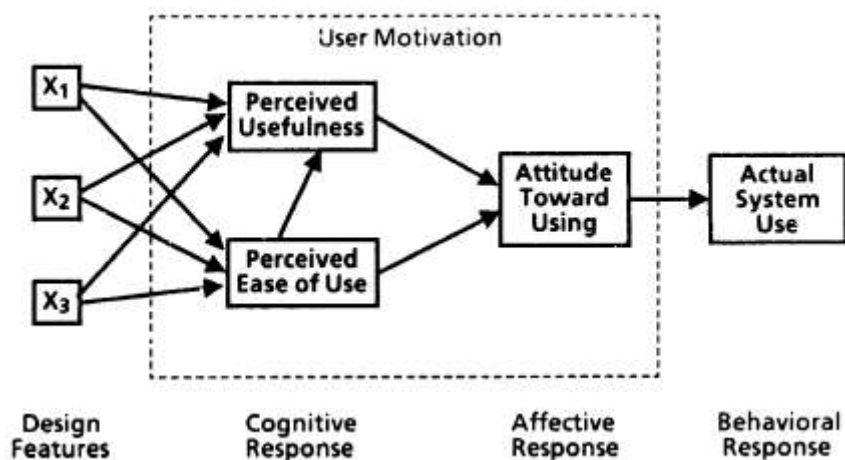
Na het overzichtelijk krijgen van welke applicaties beschikbaar zijn voor automatische slaapregistratie, is onderzocht wat gebruikers vinden van de gebruiksvriendelijkheid en het nut ervan. Ook wordt gekeken naar het vertrouwen van gebruikers in de applicatie. Om deze zaken te kunnen onderzoeken zijn de overgebleven applicaties door participanten gebruikt.

3.1 Testen door participanten

Vier mannelijke en vijf vrouwelijke participanten hebben deelgenomen aan dit onderzoek. De leeftijden van zeven participanten liggen tussen 20 en 24 jaar. De twee andere participanten zijn 52.

De participanten hebben allen ervaring met het gebruik van computers en smartphones. De participanten werd gevraagd om minimaal drie dagen de slaapapplicatie te gebruiken. In paragraaf 4.2 is een overzicht te zien van hoe lang de participanten de applicaties getest hebben. Naast het gebruiken van de applicaties vulden de participanten iedere ochtend een slaapdagboek in, het format voor dit dagboek is te vinden in bijlage B. Dit slaapdagboek moest worden ingevuld zodat de participanten na zouden denken over de output die de applicatie gaf. De data die zij invulden in dit dagboek zijn niet geanalyseerd. Na afloop van het gebruik van de applicatie door de participanten werd een interview gehouden aan de hand van een opgestelde vragenlijst. In het interviews was ook ruimte om uitgebreid in te gaan op opmerkingen van de participanten. De gebruikte vragenlijst is te vinden in bijlage C.

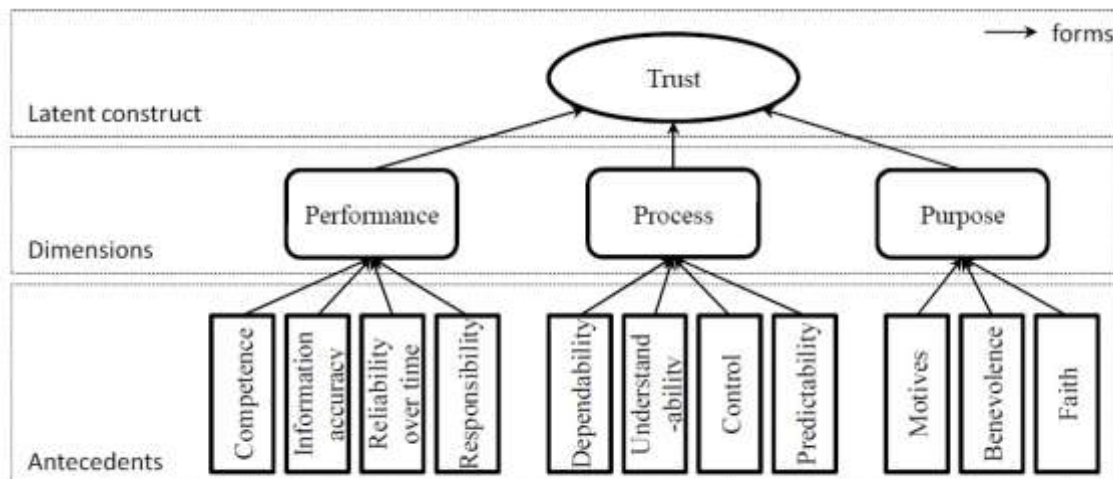
De vragenlijst is gebaseerd op het Technology Acceptance Model (TAM) (Davis, 1985) en op het model om vertrouwen in te bouwen in automatische systemen, gepresenteerd door Söllner, Hoffmann, Hoffmann & Leimeister tijdens de CHI conferentie 2012. Vraag 1 t/m 12 zijn gebaseerd op het Technology Acceptance Model. Het TAM geeft een overzicht van factoren die invloed hebben op het gebruik van een systeem door de gebruiker. Deze factoren zijn ingedeeld in twee groepen, namelijk ‘perceived ease of use’ en ‘perceived usefulness’ (Davis, 1985). In afbeelding 4 is het TAM te zien.



Afbeelding 4. Het Technology Acceptance Model. Overgenomen van: Davis, F. (1985). “A Technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: theory and results.” Door F. Davis (1985) Submitted to the Sloan School of Management, M.I.T. on December 20, 1985 in partial fulfillment of the Degree of Ph. D. in Management, p. 24. Copyright by: F. Davis.

In het model is te zien dat verschillende ‘design features’ invloed hebben op *perceived ease of use* en *perceived usefulness*. Aan de hand van deze twee begrippen zijn vragen bedacht die ingaan op hoe de gebruikers het gebruik en het nut van de applicaties ervaren.

Vraag 13 t/m 16 zijn gebaseerd op het model van Söllner et al. (2012) dat weergeeft hoe het concept vertrouwen ingebouwd zou kunnen worden in een applicatie. In afbeelding 5 is dit model te zien.



Afbeelding 5. Model voor het inbouwen van vertrouwen in applicaties. Overgenomen van Söllner et al. (2012). “How to Use Behavioral Research Insights on Trust for HCI System Design.” Door Söllner et al. (2012). *CHI2012*. Copyright by: Söllner, M., Hoffmann, A., Hoffmann, H., Leimeister, J. M.

Volgens Hoffmann en Söllner (2014) bestaat er een kloof tussen het concept vertrouwen in de computerwetenschap en het concept vertrouwen in gedragswetenschap. De computerwetenschap denkt volgens hen over vertrouwen in termen van veiligheid van de data of authenticatie (Hoffmann & Söllner, 2014). Dit verschilt van de gedragswetenschap omdat daar wordt gedacht in termen van menselijke percepties, beoordelingen en aannames (Hoffmann & Söllner, 2014). In het model voorgesteld door Söllner et al. (2012) wordt het concept vertrouwen, zoals dat wordt gehanteerd in de gedragswetenschappen, toegepast op het ontwerpen van applicaties. In de onderste laag van het model zijn antecedenten te zien die invloed hebben op het vertrouwen van de gebruiker in een applicatie. De vragen 13 t/m 16 uit de vragenlijst zijn gebaseerd op deze antecedenten.

Aan het meten van slaap kleeft ook een ethisch aspect, namelijk de vraag of mensen zulke persoonlijke informatie wel prijs willen geven en of er geen misbruik van gemaakt kan worden. Dit aspect wordt in dit onderzoek echter buiten beschouwing gelaten omdat het volledig gericht is op de werking van de applicaties en de omgang van participanten daarmee.

De interviews met participanten zijn opgenomen zodat ze woordelijk uitgewerkt konden worden. Hierna zijn aan de hand van mijn eigen ervaringen met de applicaties en de ervaringen van de participanten specificatietabellen opgesteld. In deze tabellen is een aantal specificaties van de applicaties opgenomen, evenals de antwoorden op een deel van de in het interview gestelde vragen. De

tabellen geven een kort overzicht. Daarnaast is de informatie in de tabellen en de overige informatie uit de interviews is ook geanalyseerd. Opvallende overeenkomsten en verschillen in deze informatie is beschreven en verklaard in het volgende hoofdstuk.

4. Resultaten

In tabel 1 is een lijst te zien van de slaapapplicaties die gevonden zijn. Ze zijn ingedeeld in Smartphone app's en op zichzelf staande applicaties. In de lijst op zichzelf staande applicaties is ook een aantal applicaties genoemd die (zeer) binnenkort uitgebracht zullen worden.

Smartphone app's	Op zichzelf staande applicaties
Smart alarm clock* (x)	Lark (+ iphone)
Sleepbot*	Fitbit (+ website)*
Sleep tracking alarm clock* (x)	Tanita sleepscan mat (+ computer)
ElectricSleep*	Basis activity tracker (+ smartphone / website)
Smart alarm lite*	Body media (+ smartphone)
Sleep as a droid*	Jawbone – UP systeem (+ smartphone)
Proactive sleep*	
Sleep Analyzer*	Nog niet verschenen
Bewell app* (x)	WiThings Aura (+ smartphone)
Sleep time recorder* (x)	NeuroOn (+ smartphone)
Sleep logger* (x)	Beddit (+ smartphone)
IZA slaap lekker* (x)	

Tabel 1. Een overzicht van gevonden slaapapplicaties.

De applicaties waar een sterretje bij staat zijn eerst door mijzelf gebruikt. De applicaties waar een (x) achter staat zijn niet gebruikt in het vervolgonderzoek om de volgende redenen:

Smart alarm clock: In deze app kun je niet instellen dat het scherm van je smartphone aan moet blijven tijdens de nacht. Hierdoor kan een aantal Android apparaten geen metingen verrichten. Nergens wordt aangegeven welke apparaten dat wel kunnen.

Sleep Logger & IZA Slaap Lekker: In deze app's moet de gebruiker zelf invoeren wanneer hij/zij gaat slapen en wordt er verder niets geregistreerd.

Sleep Tracking Alarm Clock, Sleep time recorder & Bewell: deze app's laten zo weinig informatie zien over voorgaande nachten dat niet gesproken kan worden van registratie van het slaappatroon.

Deze applicaties zijn ook niet opgenomen in volgende tabellen. De applicaties waar geen * bij staat zijn niet door mijzelf gebruikt omdat ik er geen toegang toe had. Deze applicaties zijn ook niet door participanten getest, met als uitzondering de LARK. De applicaties die niet zijn getest door mijzelf of

door participanten zijn wel in een specificatietabel verwerkt. De applicaties die wel zijn getest door mij en/of door participanten zijn verwerkt in een uitgebreidere specificatietabel.

4.1 Analyse van niet geteste applicaties

In Tabel 2 zijn de niet geteste applicaties opgenomen en beschreven zodat duidelijk te zien is wat voor applicaties het zijn en wat ze meten.

Applicatie	Tanita Sleepscan mat	Basis Activity Tracker	Body Media	Jawbone-UP systeem
Wat is het?	Een mat die onder je lakens op je matras moet liggen.	Een polsband die de hele dag gedragen moet worden	Een band die om je biceps gedragen moet worden	Een polsband die de hele dag gedragen moet worden
Wat wordt gemeten?	Lichaamsbeweging, ademhaling en hartslag	Hartslag, lichaamsbeweging calorie verbruik (op basis van activiteit), slaap stadia (bv. REM slaap) en temperatuur van de huid	Lichaamsbeweging, temperatuur van de huid, warmte stromen, galvanische huidreactie (elektronische huidweerstand). Zelf invoeren: voedselinname	Lichaamsbeweging. Zelf invoeren: drank/voedsel inname, stemming
Hoe kun je de gegevens bekijken?	De data wordt opgeslagen op een SD kaart. Met bijgeleverde software kun je deze op je computer bekijken	Data kan bekeken worden via mobiele app of online via website.	Data kan bekeken worden via mobiele app of online via website.	Data kan bekeken worden via mobiele app (synchronisatie dmv bluetooth)
Extra's / opmerkingen	Tanita wordt alleen in het Japans en met Japanse gebruiksaanwijzing geleverd	Analyseert gewoonten en stelt doelen die gehaald kunnen worden om nieuwe doelen vrij te spelen	Gericht op gewicht verliezen. Je kunt zelf je voedselinname invoeren om hulp te krijgen om af te vallen	Data delen met vrienden door een team te vormen in de app. Voortdurende meldingen op het juiste moment (bv na lang stilzitten om actief te blijven)

Applicatie	WiThings Aura	NeuroOn	Beddit
Wat is het?	Een bedside device + een mat die onder je lakens op je matras moet liggen	Een masker dat je over je ogen moet dragen tijdens het slapen	Een band/mat dat je onder je lakens op je matras moet leggen
Wat wordt gemeten?	Bedside device: omgevingsgeluid, lichtintensiteit, kamertemperatuur Mat: hartslag, lichaamsbeweging, ademhaling.	Hersengolven, spierspanning en oogbewegingen	Slaapduur, tijd om in slaap te vallen, aantal keer dat je wakker bent geworden, hartslag, snurken
Hoe kun je de gegevens bekijken?	Data kan bekeken worden via mobiele app.	Data kan bekeken worden via mobiele app. Data wordt ivm veiligheid alleen geëxporteerd wanneer je het masker af doet.	Data kan bekeken worden via mobiele app.
Extra's	Heeft een licht / geluid programma zodat in je slaapkamer de juiste sfeer hangt om te kunnen slapen	Analyseert /geeft tips wat voor jou het optimale slaappatroon is (bv. 4x per etmaal 2 uur) kan helpen bij het veroorzaken van lucide dromen	Coaching tips, data delen met vrienden, geïntegreerde wekker

Tabel 2. Specificatietabel van niet geteste applicaties.

Sommige van de applicaties zijn niet specifiek ontworpen om het slaappatroon te meten maar zijn bedoeld om een geïntegreerd overzicht te krijgen van je dag- en nachtritme. Het voordeel hiervan is dat er verbanden te ontdekken zijn tussen dagelijkse gewoontes en slaapedrag. Het nadeel van deze applicaties is dat je voortdurend een sensor moet dragen. Bij de applicaties die uitsluitend op slaap gericht zijn is dit niet het geval. Daar worden dan ook sensoren gebruikt die in bed geplaatst moeten worden. Het voordeel daarvan is dat de applicatie niet vergeten kan worden.

4.2 Analyse van geteste applicaties

Van de geteste applicaties is een uitgebreidere tabel met specificaties gemaakt. Deze tabel is te vinden in bijlage C. Niet alle vragen uit de vragenlijst zijn opgenomen in de tabel, omdat uit sommige vragen geen applicatiespecifiek antwoord werd gegeven. Deze vragen worden in paragraaf 4.2.4 besproken. In Tabel 3 is een overzicht te zien van hoe lang de participanten de applicaties getest hebben.

Participant	Applicatie	Testduur
P1	Sleepbot	5 dagen
P2	ElectricSleep	3 dagen
P3	Smart Alarm Lite	4 dagen
P4	Sleep as Android	6 dagen
P5	Proactive Sleep	3 dagen
P6	SleepAnalyzer	3 dagen
P7	LARK	7 dagen
P8	LARK	2 dagen (ivm problemen)
P9	Fitbit Ultra	1 dag (ivm problemen)

Tabel 3: Overzicht van testduur per applicatie

De antwoorden van mijzelf en de participant die de applicatie getest heeft zijn samengevat weergegeven per applicatie. In de tabel is aangegeven wie de uitspraak gedaan heeft, I staat voor een uitspraak van mijzelf, P1 t/m P9 voor een uitspraak van de participant.

4.2.1 Analyse van de tabellen

Wanneer je de tabellen in bijlage C bekijkt valt een aantal zaken op. De Fitbit en LARK verschillen van de andere app's doordat ze een polsband bijleveren waarin de sensor verwerkt is en dus geen gebruik maken van de sensoren van de smartphone. De app Proactive Sleep verschilt van alle andere applicaties omdat geen gebruik gemaakt wordt van sensoren. Deze app laat de gebruiker dagelijkse gewoontes invoeren die de dag voor de meting gedaan zijn (bijvoorbeeld wel of niet gesport, wel of geen alcohol op) en na het slapen kan de gebruiker zijn slaap beoordelen. Vervolgens kan de gebruiker zelf aan de hand van het overzicht verbanden leggen tussen dagelijkse gewoontes en de kwaliteit van zijn slaap. Proactive sleep is de enige app die de gebruiker de mogelijkheid geeft om verbanden te leggen tussen zijn dagelijkse gewoontes en slaap. Alle andere app's zijn in essentie gelijk: ze geven slechts een overzicht van hoe de gebruiker de nacht doorgebracht heeft.

4.2.2 Gebruiksvriendelijkheid

Wat betreft de gebruiksvriendelijkheid van de applicaties is er maar één app die er bovendien lijkt te springen: Sleep as Android. Zoals in de tabel te zien is waren er geen technische of begripsproblemen bij deze app. Bij alle andere app's zijn er moeilijkheden opgetreden. Bijvoorbeeld het halverwege de nacht uitvallen van de applicatie (door bv. lege batterij of onbekende reden) of onbegrip van de functies en instellingen van de app. Technisch zit Sleep as Android goed in elkaar en bij alle functies staan één of enkele zinnen uitleg waardoor de gebruiker weet wat hij/zij ermee kan. Geen van de applicaties wordt als werkelijk fysiek belemmerend voor de nachtrust ervaren, hoewel twee gebruikers

zich in gedachten wel erg bewust waren van de sensor. De tijd die de participanten per dag kwijt zijn aan de applicatie ligt tussen de 10 seconden en 5 minuten. Geen van de participanten vond dat te lang. De applicatie voor de eerste keer instellen duurde bij de meeste participanten wat langer. Dit werd door twee participanten als hinderlijk lang ervaren.

4.2.3 Vertrouwen

Uit de tabel is ook af te leiden hoeveel vertrouwen er in de slaapapplicaties is. Er is te zien dat de meeste gebruikers denken dat de applicaties geschikt zijn om beweging te meten (behalve één participant die twijfels heeft bij de nauwkeurigheid van de accelerometer van zijn smartphone). Echter wordt door de participanten betwijfeld of de stap van bewegingsgrafiek naar diepe/lichte/REMslaap-grafiek één op één gemaakt kan worden.

Eén participant vraagt zich af hoe de applicatie de conclusie kan trekken dat ze slaapt, terwijl ze misschien wel gewoon veel beweegt in haar slaap. Ook wordt drie keer genoemd dat de metingen wel een soort indicatie kunnen zijn, maar dat niet geloofd wordt dat de app weet of de gebruiker wakker is of slaapt.

Tot slot is er per applicaties een aantal extra's toegevoegd, die in tabel 9 overzichtelijk zijn weergegeven.

Extra optie	Applicaties die het hebben
Slaaptips	Sleepbot, Sleep Analyzer, LARK
Gevoeligheid instellen	Electric Sleep, Smart Alarm Lite
Motivatie/herinneringen	Fitbit, Sleepbot, Sleep as Android
Smart alarm (wakker worden in lichte slaap)	Sleepbot, Sleep as Android, Smart Alarm Lite*
Slaapmuziek	Sleep as Android
Smart-light-alarm (steeds feller worden van flitser als wekker)	Sleep as Android
Spelletje bij wakker worden	Sleep as Android, Proactive sleep

Tabel 3: overzicht van extra's per applicatie.

*Dit is een standaard optie die niet uitgezet kan worden.

In de tabel is te zien dat er veel verschillen zitten tussen applicaties in extra opties. Bijna alle opties zijn hulpmiddelen om het slaapgedrag van de gebruiker te veranderen of de kwaliteit te verbeteren. De optie 'instellen van de gevoeligheid van de sensor' is de enige die bedoeld is om de kwaliteit van de metingen te verhogen. Vijf participanten hebben het in hun interview over de extra opties gehad. Twee participanten vonden de smart alarm functie fijn omdat ze voor hun gevoel daadwerkelijk meer

uitgeslapen wakker werden. Eén participant vond de slaaptips handig en heeft ze ook gebruikt. Eén participant vond het spelletje bij het wakker worden leuk en nuttig omdat je je niet direct weer kan omdraaien en doorslapen. Eén participant vond de herinneringen om op tijd naar bed te gaan een nuttige toevoeging, hoewel ze niet zo motiverend waren dat ze er eerder door naar bed gegaan is. Deze vier opties (smart alarm, slaaptips, herinneringen en spel bij het wakker worden) lijken nuttige toevoegingen te zijn voor slaapapplicaties. De andere extra's blijken minder succes te hebben bij de gebruikers.

4.2.4 Analyse van de overige interviewvragen

Niet alle vragen zijn verwerkt in de tabellen omdat er geen applicatiespecifiek antwoord op gegeven is. Het gaat om zaken die in het algemeen lijken te gelden bij het gebruik van slaapapplicaties. Geen van de participanten vond het gebruik van de app vervelend en het meest gehoorde antwoord is “wel grappig om te zien hoe ik slaap” of woorden van gelijke strekking. Het nut van de applicaties wordt door drie participanten betwijfeld, ze vragen zich af wat voor zin het heeft om inzicht te hebben in je slaappatroon. Echter geven twee participanten aan dat ze door de applicatie gemotiveerd zijn geraakt om beter te gaan slapen, maar hebben ze dit nog niet ten uitvoer gebracht. Ook geeft één participant aan rustiger te zijn gaan slapen, omdat blijkt dat de gemiddelde slaapduur langer was dan ze dacht. Daardoor vindt ze het minder erg als ze een tijdje wakker ligt voordat ze in slaap valt. Het gebruik van de applicaties heeft dus bij drie participanten in zekere mate invloed op het slaapgedrag, drie participanten zien het nut er niet van in en de overige drie participanten staan hier neutraal tegenover. Over het algemeen hebben de participanten de applicaties slechts af en toe vergeten te gebruiken. Namelijk drie van de negen participanten zijn de applicatie één keer ‘vergeten’ te gebruiken. Hierbij heeft slechts één participant de applicatie daadwerkelijk vergeten aan te zetten. Twee participanten hebben wel aan de applicatie gedacht maar hebben hem toch niet gebruikt. De genoemde reden hiervoor is geen zin hebben om de applicatie nog in te stellen als je eindelijk naar bed kunt.

5. Conclusie en discussie

In dit artikel is een exploratief onderzoek beschreven naar de gebruiksvriendelijkheid, het nut van en het vertrouwen in slaapapplicaties. Allereerst is in kaart gebracht welke applicaties voor slaapregistratie er (zeer binnenkort) op de markt zijn. Vervolgens zijn acht applicaties getest door participanten. Van de testresultaten zijn overzichtstabellen gemaakt waarin de overeenkomsten en verschillen tussen applicaties te zien zijn.

Uit het onderzoek bleek dat participanten bij bijna alle applicaties tegen problemen aanliepen. Wat betreft gebruiksvriendelijkheid is Sleep as Android de enige applicatie waarbij geen problemen werden gemeld. Ook werd deze applicatie makkelijk te begrijpen gevonden. De begrijpelijkheid van

de app komt doordat er bij alle opties en instellingen een paar zinnen uitleg staan. Het is dus belangrijk om in een slaapapplicatie op de juiste plaats uitleg te geven over de werking ervan.

Het vertrouwen van de participanten in de applicaties is niet groot, de meeste participanten denken niet dat de applicatie echt kan meten of zij slapen of wakker zijn, op basis van enkel beweging. Om te zorgen dat er meer vertrouwen is in een slaapapplicatie, zou deze kunnen worden uitgerust met extra sensoren. Bijvoorbeeld het meten van lichaamstemperatuur of hartritme, zoals door een aantal niet-geteste-applicaties uit het overzicht gedaan wordt. In dit onderzoek zijn echter geen applicaties onderzocht die gebruik maken van andere metingen dan beweging. Of het meten van meer zaken dan slechts beweging in een slaapapplicatie bijdraagt aan het vertrouwen van de gebruiker zou onderzocht kunnen worden in vervolgonderzoek.

Het nut van het meten van het slaappatroon wordt door sommige participanten erkend en door anderen absoluut niet. Dit is geen vreemde bevinding, aangezien sommige mensen meer bezig zijn met een goede nachtrust dan anderen. Over het algemeen werden de slaapapplicaties niet vaak vergeten.

Wanneer dit wel gebeurde, kwam dat doordat participanten het te druk hadden of er geen zin in hadden omdat ze moe waren. In de toekomst zou onderzocht kunnen worden of het vergeten van de applicatie daadwerkelijk geen probleem vormt wanneer een applicatie langer gebruikt wordt.

Daarnaast is het interessant om onderzoek te doen naar applicaties die in of naast het bed gelegd moeten worden en dus niet vergeten kunnen worden wanneer ze daar eenmaal liggen. Een voordeel hiervan is dat de gebruiker nergens aan hoeft te denken bij het naar bed gaan. Een nadeel is dat het slaappatroon niet gemeten kan worden wanneer de gebruiker in een ander bed slaapt.

Zoals onder de subkop actigrafie al genoemd is zouden slaapapplicaties eigenlijk speciaal voor een bepaalde doelgroep ontwikkeld moeten zijn. Dit is echter bij geen van de geteste applicaties het geval, iets wat de nauwkeurigheid waarschijnlijk niet heeft bevorderd. Bij het ontwikkelen van nieuwe slaapapplicaties zou hier rekening mee gehouden moeten worden.

Kort samengevat zijn dit de aanbevelingen uit dit onderzoek: Het is belangrijk om in een slaapapplicatie op de juiste plaats informatie te geven over de werking van de applicatie. Het vertrouwen van gebruikers in applicaties die slaap meten op basis van alleen beweging is niet zo hoog. Mogelijk kan dit verbeteren door extra metingen (zoals lichaamstemperatuur of hartritme). Of dit daadwerkelijk voor meer vertrouwen zorgt, moet onderzocht worden. Bij korttermijn gebruik is het vergeten van de applicatie geen probleem, wel zou onderzocht moeten worden of dit op lange termijn ook geldt. Wanneer gebruik gemaakt wordt van actigrafie moeten voor verschillende doelgroepen verschillende algoritmes gebruikt worden om de slaapregistratie zou nauwkeurig mogelijk te maken.

5.1 Tekortkomingen en vervolgonderzoek

Dit onderzoek geeft een zeer beknopt overzicht van slaapapplicaties. Iphone applicaties komen bijvoorbeeld niet aan bod. Ook zijn verschillende op zichzelf staande applicaties niet getest vanwege de kosten voor de aanschaf ervan. Daarnaast is het een exploratief kwalitatief onderzoek waarin

slechts een oppervlakkig beeld verkregen wordt van de geteste applicaties. Ook is de kleine participantgroep een methodische tekortkoming van dit onderzoek. In de toekomst zouden er uitgebreidere onderzoeken gedaan kunnen worden. Hierbij zouden verschillende aspecten ook verder uitgediept kunnen worden. Om bijvoorbeeld de betrouwbaarheid van slaapapplicaties te meten zouden de resultaten van de applicaties vergeleken moeten worden met polysomnografie resultaten. Om een beter beeld te krijgen van de gebruiksvriendelijkheid van de applicaties zouden afzonderlijke applicaties door veel meer verschillende participanten getest kunnen worden. Ook zou er kwalitatief onderzoek gedaan kunnen worden naar de gebruiksvriendelijkheid, eventueel ook aangevuld met objectieve metingen.

Tot slot ontwikkelt de techniek zich razendsnel en – zoals ook in de overzichten aangegeven – is er een aantal veelbelovende applicaties in ontwikkeling die nog uitgebracht moeten worden. Deze applicaties meten slaap op basis van andere zaken dan actigrafie, bijvoorbeeld lichaamstemperatuur, ademhaling of hersengolven. Ik verwacht dat binnen niet al te veel tijd het meten van slaap in de thuissituatie nauwkeurig en gemakkelijk gedaan kan worden. De vraag die dan belangrijk wordt is wat er met die gegevens gedaan kan worden om de gebruiker daadwerkelijk te ondersteunen bij het veranderen of verbeteren van zijn/haar slaappatroon.

6. Bronnen

- Choe, E. K., Consolvo, S., Watson, N. F. & Kientz, J. A. (2011). Opportunities for Computing Technologies to Support Healthy Sleep Behaviors. *CHI2011*.
- Davis, F. (1985). A Technology acceptance model for empirically testing new end-user informations systems: theory and results. Submitted to the Sloan School of Management, M.I.T. on December 20, 1985 in partial fulfillment of the Degree of Ph. D. in Management.
- Eimers, D. (2012). Gezonde App's voor je mobiel. Geraadpleegd op: <http://www.gezondheidsnet.nl/medisch/gezonde-apps-voor-je-mobiel>
- FutureBites Whitepaper sensortechnologie. (n.d.). Geraadpleegd op: <http://www.nightofthenerds.com/wp-content/uploads/Whitepaper-sensortechnologie.docx>
- GezondNU. (2014). Ik Slaap Slecht – Maar de Rest van Nederland ook. Geraadpleegd op: <https://www.gezondnu.nl/dossiers/slaapproblemen-vermoeidheid-week-van-de-zomertijd/ik-slaap-slecht-maar-de-rest-van>
- Hoffmann, H. & Söllner, M. (2014). Incorporating behavioral trust theory into system development for ubiquitous applications. *Personal Ubiquitous Computing*, 18 (2014), 117 - 128
- Jean-Louis, G., Kripke, D. F., Cole, R. J., Assmus, J. D. & Langer, R. D. (2001). Sleep detection with an accelerometer actigraph: comparisons with polysomnography. *Physiology & Behavior*, 72 (2001), 21-28
- Lammers, G. J. (2010). Inleiding in de slaappathologie en hypersomnie. Klinische Neurofysiologie bij slaap- en bewustzijnsstoornissen. Boerhave Commissie. 1 – 16
- Lawrence, L. J., & Mardon, S. (2007). *The Harvard Medical School guide to a good night's sleep*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Marino, M., Li, Y., Rueschman, M. N., Winkelman, J. W., Ellenbogen, J. M., Solet, . . . Buxton, O. M. (2013). Measuring sleep: accuracy, sensitivity, and specificity of wrist actigraphy compared to polysomnography. *SLEEP*, 2013;36(11), 1747-1755.
- McCrae, C. S., Rowe, M. A., Tierney, C. D., Dautovich, N. D., DeFinis, A. L. & McNamara, J. P. H. (2005). Sleep Complaints, Subjective and Objective Sleep Patterns, Health, Psychological Adjustment, and Daytime Functioning in Community-Dwelling Older Adults. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, Vol. 60B, No.4, 182-P189
- Meltzer, L. J., Walsh, C. M., Traylor, J. & Westin, A. M. L. (2012). Direct comparison of two new actigraphs and polysomnography in children and adolescents. *SLEEP*, 2012;35(1), 159-166.
- Paquet, J. Kawinska, A. & Carrier, J. (2007). Wake detection capacity of actigraphy during sleep. *SLEEP*, 2007;30(10), 1362-1369

Söllner, M., Hoffmann, A., Hoffmann, H., Leimeister, J. M. (2012). How to Use Behavioral Research Insights on Trust for HCI System Design. *CHI2012*.

Strijers, R. L. M. (2010). Slaap en EEG bij kinderen en volwassenen. Klinische Neurofysiologie bij slaap- en bewustzijnsstoornissen. Boerhave Commissie. P. 19 – 30

Weerd, A. de. (2010). Registratie van slaap en waak. Klinische Neurofysiologie bij slaap- en bewustzijnsstoornissen. Boerhave Commissie. P. 33 – 44

6.1

6.2 Afbeeldingen

[Man slaapt op laptop]. (n.d.) Overgenomen van <http://www.parkstad-aachen.com/blog/blijf-wakker-op-je-werk/>

[Patiënt ondergaat Polysomnografie]. (n.d.). Overgenomen van <http://www.mca.nl/Patient-en-Bezoeker/In-het-ziekenhuis/Onderzoeken/Onderzoek/rid/52.aspx>

7. Bijlagen

7.1 Bijlage A: Slaapdagboek voor participanten

Tijden mogen geschat worden als je het niet precies weet!!

Datum (avond) (ga je na 12 uur naar bed: vul datum in van voorgaande avond)	Tijd naar bed	Tijd in slaap	Tijd wakker	Aantal wakkermomenten (eventueel met tijd)	Hoe heb je geslapen? Kies: Onrustig / rustig

7.2 Bijlage B: vragenlijst voor interview participanten

Kun je beschrijven wat je moest doen om de applicatie te installeren en in te stellen en lukte dit allemaal?

Kun je beschrijven wat je moest doen vlak voordat je ging slapen om de applicatie te gebruiken en lukte dit allemaal?

Waren er dingen waar je tegenaan liep tijdens het gebruik of was het juist heel eenvoudig?

Ben je de applicatie weleens vergeten? Zo ja, hoe vaak?

Kon je de applicatie voelen tijdens het gebruik? Heb je er wel eens last van gehad?

Vond je het leuk of vervelend om de applicatie te gebruiken?

Hoeveel tijd was je ongeveer per dag kwijt aan het instellen van de applicatie?

Hoe vaak moest je de applicatie opladen? Werd aangegeven hoe vol de batterij was?

Hoe kon je de gemeten gegevens bekijken?

Hoe vaak bekeek je de gegevens?

Vond je de gegevens nuttig? Heb je er iets aan gehad of ben je iets te weten gekomen?

Denk je dat je beter of minder goed bent gaan slapen door het gebruik van de applicatie?

Denk je dat de applicatie geschikt is om slaap te meten? Waarom wel/niet?

Vond je de gegevens makkelijk te begrijpen?

Hoe betrouwbaar denk je dat de gemeten gegevens zijn? Waarop baseer je dit?

Is het inzichtelijk hoe de gemeten data leiden tot de gegevens die achteraf te bekijken zijn?

7.3 Bijlage C: Specificatietabel van geteste applicaties

Applicatie	Sleepbot	ElectricSleep
wat is het?	Android smartphone app	Android Smartphone app
Wat moet je doen om de applicatie te gebruiken?	Account maken > inloggen > [optioneel: voorkeuren instellen > wekker zetten >] druk op 'going to sleep > telefoon in bed leggen	Welkom tutorial lezen/doorklikken > app 'calibreren' (sensor afstellen terwijl je in bed ligt) > [optioneel: wekker zetten >] druk op 'zzz' > telefoon in bed leggen
Wat wordt er gemeten?	Lichaamsbeweging gedurende de nacht. Slaapduur.	Lichaamsbeweging gedurende de nacht. Slaapduur.
Hoe kun je de gegevens bekijken?	In de mobiele app maar via je account ook op de sleepbot website.	In de mobiele app
Welke gegevens zijn te zien?	I: In app: bewegingsgrafiek, enkele statistieken Website: geen bewegingsgrafiek, statistieken (gemiddelde slaapduur per nacht, slaapschuld, gemiddelde bedtijd).	I: Slaapscore(%), slaapduur, aantal pieken in de grafiek, tijd om in slaap te vallen, bewegingsgrafiek.
Waren de gegevens makkelijk te begrijpen?	P1: De grafieken zijn in één oogopslag te begrijpen. De statistieken zijn ook goed te begrijpen als je er een paar seconden naar kijkt.	P2: Ja. Zowel de grafiek en statistieken zijn in één blik te begrijpen.
Is het duidelijk hoe de gemeten data leiden tot de gegevens die je kunt bekijken?	P1: Ja. De bewegingsgrafiek spreekt voor zich. I: De statistieken worden afgeleid van je instellingen. (Bv. gewenst aantal uren slaap – werkelijk = slaapschuld)	I: De bewegingsgrafiek spreekt voor zich. Alle statistieken behalve slaapscore ook. Het is niet duidelijk hoe de slaapscore wordt berekend. P2: Ik snap ook niet hoe de app concludeert dat ik slaap of wakker ben, misschien draai ik wel veel in mijn slaap.

Denk je dat de gegevens betrouwbaar zijn? / Denk je dat de applicatie geschikt is om slaap te meten?	I: Ik denk dat de bewegingen op zich betrouwbaar gemeten zijn. De app trekt geen conclusies over de relatie tussen beweging en slaap, er wordt dus niet gecorrigeerd voor wakkermomenten tussendoor. P1: De slaapduur is gebaseerd op de tijd tussen het aan en uitzetten van de wekker. Dit is niet geheel betrouwbaar omdat je tijd nodig hebt om in slaap te vallen. Hiervoor kun je wel een correctietijd instellen.	P2: De beweging wordt denk ik goed gemeten, maar ik weet niet wat de score verder zegt. De bewegingsdata is wel betrouwbaar maar er is weinig data-analyse waardoor het me weinig zegt. Misschien begrijpt een expert het wel.
Had je last van de applicatie tijdens het gebruik?	I: Nee. Het scherm geeft heel weinig licht maar dit kun je onder je kussen leggen. P1: Nee helemaal geen last.	I: Nee, geen last. P1: Ja een beetje. Het scherm werd niet volledig gedimd dus ik heb hem wel onder mijn kussen gelegd om geen last te hebben van het licht.
Hoeveel tijd kostte het gebruik je per dag?	I: Minder dan één minuut. P1: Twee minuten	I: Minder dan één minuut. P2: 10 seconden.
Hoe vaak moest je de applicatie opladen?	Iedere nacht. Loopt gelijk met het opladen van de smartphone. Het is wel nodig de lader de hele nacht in je telefoon te houden. Je kreeg een popup dat je telefoon in de oplader moest liggen.	Iedere nacht. Loopt gelijk met het opladen van de smartphone. Het is wel nodig de lader de hele nacht in je telefoon te houden. De app waarschuwt hier ook voor in het slaap-scherm.
Liep je tegen problemen aan? Zo ja, welke?	P1: Wanneer je sluimertijd aan had staan voor de wekker stelde hij automatisch een andere tijd in dan je zelf invoerde. Hier kreeg je geen uitleg over daarom vond ik dit eerst raar. Ook kon ik geen grafiekjes vinden, ik zag alleen een lijst met slaapduur.	P1: Het calibreren was lastig omdat er een vertraging in zat. Ook moest je 's ochtends trefwoorden invullen over hoe je geslapen hebt. Hier had ik helemaal geen zin in.
Extra's / opmerkingen	De app geeft bedtime reminders. In de app zijn slaaptips te vinden. Smart alarm functie (wakker gemaakt worden in lichte slaap) geluidsopnames gedurende de nacht	Je kunt zelf instellen hoe gevoelig de sensor moet zijn adhv een test

Applicatie	Smart Alarm Lite	Sleep as Android
wat is het?	Android smartphone app	Android smartphone app
Wat moet je doen om de applicatie te gebruiken?	Alarm tijd kiezen > op start alarm drukken > telefoon in bed leggen	[Optioneel: voorkeuren instellen > wekker instellen >] druk op 'slaap analyse' > telefoon in bed leggen
Wat wordt er gemeten?	Lichaamsbeweging gedurende de nacht, slaapduur	Lichaamsbeweging gedurende de nacht, slaapduur
Hoe kun je de gegevens bekijken?	In de mobiele app	In de mobiele app
Welke gegevens zijn te zien?	P3: Een grafiek van je beweging gedurende de nacht, ook kun je na klikken op de grafiek slaapduur en tijd naar/uit bed zien. I: Er zijn geen gemiddeldes te vinden over alle metingen.	I: Een grafiek van beweging, en daaronder een grafiek van lichte slaap, REM slaap en diepe slaap. Ook statistieken van gemiddelden per tijd die je instelt (bv. 2 weken, maand) P4: Om gedetailleerdere grafieken te mogen bekijken moet de betaalde versie van de app worden aangeschaft
Waren de gegevens makkelijk te begrijpen?	P3: Ja, wel vreemd dat er geen eenheid langs de y-as staat, alleen 'deep sleep' en 'shallow sleep' I: Ja	P4: De bewegingsgrafiek wel. I: De grafiek wel, maar onduidelijk is waarom REM-slaap tussen diepe en lichte slaap in ligt
Is het duidelijk hoe de gemeten data leiden tot de gegevens die je kunt bekijken?	P3: Ja, het is bewegingen afgezet tegen de tijd I: Ja	P4: Ja, de bewegingsgrafiek wordt bijna één op één omgezet met de grafiek daaronder. Ook de statistieken zijn duidelijk, namelijk gewoon gemiddelden van alle metingen. I: Ja
Denk je dat de gegevens betrouwbaar zijn? / Denk je dat de applicatie geschikt is om slaap te meten?	P3: Ik denk dat het wel een indicatie geeft, maar als je echt slaap wilt meten moet je meer dingen meten. De accelerometer in mijn telefoon is ook niet heel goed denk ik, en de telefoon zou uit bed kunnen vallen.	I: Nee ik denk dat REM-slaap op de verkeerde plek staat, afgaand op andere afbeeldingen over slaapcycli. P4: Toen ik de telefoon een nacht met de andere kant boven had gelegd gaf hij opeens veel meer beweging aan. Ik denk niet dat dat eraan ligt dat ik opeens veel meer beweeg. De metingen zijn dus niet heel betrouwbaar denk ik.

		Het hangt ook af van de hardheid van je matras. Als je echt een goede meting wilt moet je naar een slaapkliniek
Had je last van de applicatie tijdens het gebruik?	I: Nee geen last P3: Nee helemaal niet	I: Nee geen last P4: Nee helemaal niet, ik heb mijn telefoon altijd al onder mijn kussen liggen.
Hoeveel tijd kostte het gebruik je per dag?	P3: Het instellen van gevoeligheid 5 minuten daarna 30 seconden per avond I: Minder dan één minuut per dag.	I: De eerste keer een minuut of tien om alle voorkeuren te bekijken en kiezen daarna minder dan één minuut per dag P4: De wekker bleef ingesteld staan dus je hoefde alleen te drukken op 'slaap analyse'... 10 seconden per dag.
Hoe vaak moest je de applicatie opladen?	Iedere nacht. Loopt gelijk met het opladen van de smartphone	Iedere nacht. Loopt gelijk met het opladen van de smartphone
Liep je tegen problemen aan? Zo ja, welke?	P3: Je kreeg weinig uitleg over de werking van de app. Ik snapte daardoor niet hoe de wekker werkte en dat ik mijn telefoon op het matras moest leggen. Gebruik was wel simpel dus tijdens het gebruik snapte je steeds meer	P4: Nee, je moest even wat tijd besteden aan het bekijken welke opties er waren, maar dit stond allemaal goed uitgelegd.
Extra's / opmerkingen	Je kunt de gevoeligheid van de sensor instellen door proefmetingen te doen	Kan muziek afspelen om bij in slaap te vallen. Kan zorgen voor lucide dromen. Geeft 's avonds herinneringen dat je naar bed moet gaan. Spelletje spelen in de ochtend zodat je echt wakker bent. Slim licht instelling: voor je wekker gaat langzaam je flitslicht steeds feller zodat je wakker wordt van het licht

Applicatie	Proactive Sleep	Sleepanalyzer
wat is het?	Android smartphone app	Android smartphone app
Wat moet je doen om de applicatie te gebruiken?	Kiezen voor no alarm / tijd instellen > [Optioneel: voorkeuren instellen > habits invullen >] drukken op 'set alarm'	Kiezen voor nacht analyseren/snurken opnemen/beide > wekker zetten > op start drukken > telefoon in bed leggen
Wat wordt er gemeten?	De slaapduur, op basis van aan/uitzetten van het alarm. Ook worden de ingevulde habits opgeslagen bij de meting	Lichaamsbeweging gedurende de nacht. Slaapduur.
Hoe kun je de gegevens bekijken?	In de mobiele app	In de mobiele app
Welke gegevens zijn te zien?	P5: Je ziet een balk waarin gemarkeerd is tussen welke tijden je hebt geslapen die dag. Ook staat er hoe laat je naar bed ging en hoelang je geslapen hebt. Onderaan de pagina zie je gemiddelden van alle metingen zoals 'gemiddelde bedtijd' en 'gemiddelde slaapduur' I: Het is een soort dagboek van slaaptijden	P6: Een lijst waarin te zien is: datum, tijd naar bed, tijd uit bed, slaapduur. Wanneer je hier op drukt zie je een bewegingsgrafie. Ook staan daar onder statistieken in procenten (Awake, light, deep, Efficiency)
Waren de gegevens makkelijk te begrijpen?	P5: Redelijk makkelijk als je even goed kijkt wat er allemaal staat. I: als je op het vraagteken drukt kun je ook uitleg van de gemiddelden krijgen.	P6: De grafiek is in één blik te begrijpen, de statistieken ook als je even kijkt.
Is het duidelijk hoe de gemeten data leiden tot de gegevens die je kunt bekijken?	P5: Ja dit wordt gewoon bijgehouden op basis van wat je zelf hebt ingevoerd en ingesteld voor voorkeuren	P6: Ja. Op de y-as staat aangegeven in welke slaapstadia je je bevonden hebt volgens de bewegingslijn. Dit is vertaald in procenten naar de statistieken. Ik kon uit de gegevens afleiden dat de efficiency wordt berekend door de percentages light en deep sleep op te tellen.

Denk je dat de gegevens betrouwbaar zijn? / Denk je dat de applicatie geschikt is om slaap te meten?	P5: Ja want er wordt niet echt iets gemeten door een sensor wat geïnterpreteerd hoeft te worden (geen slaapcyclus of beweging)	P6: Ik denk dat de bewegingsgrafiek redelijk betrouwbaar is. Maar ik denk dat de conclusie dat ik wakker ben als ik veel beweeg te snel getrokken is.
Had je last van de applicatie tijdens het gebruik?	P5: Nee geen last. Hij hoefde ook niet in bed te liggen. I: Nee, geen last.	P6: Nee geen fysieke last, maar ik vond het idee wel een beetje eng. Ik was bang dat ik hem uit het bed duwde en dat mijn telefoon dan kapot ging. I: Nee, geen last.
Hoeveel tijd kostte het gebruik je per dag?	P5: De eerste keer 5-10 minuten, daarna binnen één minuut per dag. I: minder dan één minuut per dag.	I: Minder dan één minuut P6: 30 seconden per dag.
Hoe vaak moest je de applicatie opladen?	Loopt gelijk met opladen van de smartphone	Loopt gelijk met opladen van de smartphone. Geeft geen popup dat hij opgeladen moet worden
Liep je tegen problemen aan? Zo ja, welke?	P5: Ja, je moet de wekker pas aanzetten wanneer je gaat slapen, normaal doe ik dat soms al eerder maar dan begint de meting dus meteen. I: Wanneer je alle habits ingevoerd had staan deze in het slaap-scherm over de 'wake up' knop heen, waardoor je niet kunt aangeven dat je wakker bent, alleen door de meting te annuleren.	P6: Mijn telefoon is twee keer 's nachts uitgevallen omdat de batterij leeg was. Er werd geen waarschuwing hiervoor gegeven. Ook ging een keer de wekker niet, en dacht ik dat de app afgesloten was, maar toen ging opeens om 12 uur 's middags wel de wekker af.
Extra's / opmerkingen	's ochtends kun je een spelletje spelen waarbij je op zonnetjes moet drukken, dat is wel leuk dan ben je daarna ook meteen wakker Ook kun je invoeren hoe je dag was, bijvoorbeeld of je goed/slecht gegeten hebt, of hoe je stemming is. Onder het kopje info kun je uitleg krijgen over wat de app doet	In de app zijn slaaptips te vinden, maar verder zijn er heel weinig functies. Je kunt wel geluiden laten opnemen gedurende de nacht.

Applicatie	LARK	Fitbit Ultra
wat is het?	Polsband die beweging meet en kan vibreren als stille wekker	Polsband die beweging meet
Wat moet je doen om de applicatie te gebruiken?	App installeren > account aanmaken > bevestigen via mail > gratis aanschaffen dat beweging gemeten wordt > polsband in oplader zetten > bluetoothverbinding maken met telefoon > wekker instellen > polsband om doen > slapen	Fitbit dmv usb aan computer hangen > stuurprogramma installeren > voorkeuren instellen > polsband omdoen met fitbit erin > naar bed gaan > knop lang ingedrukt houden tot tijd gaat knipperen
Wat wordt er gemeten?	Lichaamsbeweging tijdens de nacht. Slaapduur.	Lichaamsbeweging tijdens de nacht. Slaapduur.
Hoe kun je de gegevens bekijken?	In de mobiele app en na inloggen op de LARK website. De gegevens van het polsbandje waren 's ochtends na de wekker direct naar de app geüpload.	Wanneer je de fitbit via USB aan de computer koppelt kun je via de website fitbit.com de gegevens bekijken
Welke gegevens zijn te zien?	P7: Een grafiek van je beweging in de app. Op de website kon je uitgebreide grafieken bekijken. Je krijgt in de app ook een cijfer voor je nacht.	I: Op de eerste pagina zie je een plaatje van een klok, met daarin blauw gemarkeerd tussen welke tijd je geslapen hebt. Daar onder staat de slaapduur. Wanneer je hier op klikt kom je bij uitgebreidere grafieken waarin je beweging kunt zien. Fitbit geeft ook een score voor sleep efficiency en aantal keer 'restless'
Waren de gegevens makkelijk te begrijpen?	P7: Ja. De eerste dagen heb ik de grafieken goed bestudeerd maar dat was goed te begrijpen. Daarna zag ik in één oogopslag hoe ik had geslapen. Het cijfer is ook snel te begrijpen.	I: De gegevens zijn redelijk makkelijk te begrijpen, je moet er wel even goed naar kijken.
Is het duidelijk hoe de gemeten data leiden tot de gegevens die je kunt bekijken?	P7: Als je er even over nadenkt is het duidelijk. Wanneer er meer pieken in je slaap zitten, als je dus meer hebt bewogen die nacht, krijg je een lager cijfer	I: Het is duidelijk dat de gemeten beweging in het grafiekje gewoon wordt afgezet tegen de tijd. De score voor 'aantal keer restless' of 'aantal keer wakker' lijkt alleen niet helemaal overeen te komen met de grafiek. Het is niet duidelijk hoe dit wordt omgezet

Denk je dat de gegevens betrouwbaar zijn? / Denk je dat de applicatie geschikt is om slaap te meten?	P7: Ja dat denk ik wel. Ik herken in de grafieken wel dat er een piek is op het moment dat ik naar de wc ben gegaan. En het bevestigde wat ik al dacht, ik slaap heel rustig, ga 1x uit bed en hoe langer ik 's ochtends blijf liggen word ik ook onrustiger	I: Ik denk dat de beweging redelijk nauwkeurig wordt gemeten. Alleen het omzetten in 'aantal keer wakker' klopt niet volgens mij want er staat dat ik veel vaker wakker ben geweest dan ik zelf denk
Had je last van de applicatie tijdens het gebruik?	P7: Nee. Je voelt hem even als je hem om doet, maar zodra je in bed ligt ben je hem vergeten P8: Ja. Ik was er bewust mee bezig om stiller te liggen omdat ik wist dat dat ding mijn bewegingen zou meten	I: Nauwelijks. Ik voelde de polsband wel zitten maar ik kon er goed mee slapen
Hoeveel tijd kostte het gebruik je per dag?	P7: Zo'n 2 minuten. P8: De eerste keer wel 30/45 minuten. Daarna duurde het korter.	I: Zo'n 5 minuten per dag. De eerste dag +/- 20 minuten. P9: Ongeveer een kwartier de eerste dag, daarna bleek dat de software niet op mijn computer geïnstalleerd kon worden.
Hoe vaak moest je de applicatie opladen?	P8: Ieder nacht. Ik had hem één keer niet opgeladen toen is hij halverwege de nacht uitgevallen.	Iedere dag
Liep je tegen problemen aan? Zo ja, welke?	Ik stelde mijn wekker al in voordat ik in bed lag, dat zorgde voor een onnauwkeurige meting omdat die dan direct begint. Eigenlijk zou je een knop moeten hebben 'start slaap' die je in bed kunt indrukken. Het was niet duidelijk of ik hem links/rechts moest dragen Het instellen de eerste keer duurde erg lang, dat is niet fijn als je eigenlijk al naar bed wilt gaat	I: Het stuurprogramma was moeilijk te vinden. De fitbit batterij ging maar 1 nacht mee (ipv de beloofde 5 dagen). Na het uitvallen van de fitbit stond regelmatig de tijd verkeerd ingesteld. Dit moest verholpen worden door resetten. P9: Het stuurprogramma kan niet geïnstalleerd worden op een macbook.
Extra's / opmerkingen	Gaat trillen als wekker zodat je partner niet wakker wordt Geeft slaaptips op de website, hier wordt ook naar verwezen als je een slecht cijfer gehaald hebt.	Via de fitbit website heb je de optie om je gegevens te delen via facebook of via de mail. Ook staan er af en toe motiverende teksten op het apparaatje zoals 'go Kelly!' dit is wel leuk om te zien, zeker omdat mijn ingevoerde naam wordt gebruikt