



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Schermgebruik, blauw licht en slaap

RIVM Rapport 2018-0147
L.W.M. van Kerkhof et al.



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Schermgebruik, blauw licht en slaap

RIVM Rapport 2018-0147

Colofon

© RIVM 2019

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

DOI 10.21945/RIVM-2018-0147

L.W.M. van Kerkhof (auteur), RIVM
T. van der Maaden (auteur), RIVM
W. van der Meijden (auteur), Nederlands Herseninstituut
M. van Elk (auteur), RIVM
L.E. van Nierop (auteur), RIVM
M.E.T. Dollé (auteur), RIVM
D.J. Stenvers (auteur), Amsterdam UMC
P. Bisschop (auteur), Amsterdam UMC
E. van Someren (auteur), Nederlands Herseninstituut
A. Kalsbeek (auteur), Amsterdam UMC /Nederlands Herseninstituut

Contact:

Linda van Kerkhof
Centrum Gezondheidsbescherming
linda.van.kerkhof@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van NVWA, in het kader van kennisvraag 9.1.51

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland
www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Schermg gebruik, blauw licht en slaap

Veel Nederlanders gebruiken lichtgevende schermen in de avond: het gebruik is het hoogst onder adolescenten (13-18 jaar) en volwassenen. Vaak neemt het gebruik in de avond ook aanzienlijke tijd in beslag (meer dan twee uur). Dit onderzoek bevestigt eerdere bevindingen dat frequent of langdurig schermgebruik in de avond samenhangt met verstoorde slaap. Bewustwording van het gebruik is dan ook belangrijk, voornamelijk wanneer een computer, smartphone of tablet in het uur voor het slapen gaan wordt gebruikt.

Dit blijkt uit onderzoek van het RIVM, in samenwerking met het Amsterdam Medisch Centrum, het Nederlands Herseninstituut en Lifelines. Hierin is voor het eerst in Nederland het schermgebruik van kinderen en adolescenten (8-18 jaar) in de avond uitgebreid in kaart gebracht in samenhang met slaap. Het blijkt dat de groep die dagelijks of langdurig gebruikmaakt van een of meerdere schermen (computer, smartphone en/of tablet) tot 40 minuten korter slaapt dan de groep die dit niet, of korter, doet. De kortere slaapduur komt voornamelijk doordat deze kinderen en adolescenten later gaan slapen. Van de kinderen (8-13 jaar) gebruikt 22% dagelijks een scherm in de avond. Onder adolescenten (13-18 jaar) is dit 83%.

Adolescenten die dagelijks een scherm gebruiken in het uur voor het slapen, hebben meer slaapkachten, zoals later in slaap vallen, korter slapen en 's nachts wakker worden. Ook vermelden zij meer symptomen van slaapttekort overdag, zoals moeite om wakker te blijven. Deze klachten verminderden bij adolescenten die als experiment een week lang geen scherm gebruikten of tijdens het schermgebruik een oranje bril droegen die het blauwe licht blokkeert.

In de afgelopen jaren zijn steeds meer lichtgevende schermen ontwikkeld: niet alleen tv's maar ook computers, laptops, tablets en smartphones. De recent ontwikkelde schermen zenden meer blauw licht uit dan de traditionele bronnen, omdat zij gebruikmaken van led-technologie. Bekend is dat blauw licht invloed heeft op onze biologische klok, en daarmee de slaap kan verstoren. Door een structureel slaapttekort kunnen mensen zich slechter concentreren en minder goed presteren. Ook kunnen gezondheidsproblemen ontstaan. Vervolgonderzoek is nodig om te bepalen of beschikbare (ingebouwde) blauwlichtfilters op apparaten de effecten op slaap kunnen verminderen.

Kernwoorden: schermgebruik, blauw licht, slaap, biologische klok

Synopsis

Screen use, blue light and sleep

Use of light-emitting screens during the evening is very common among Dutch adults (≥ 18 years), adolescents (13-18 years) and children (8-13 years). This use frequently occurs during a long period of time during the evening (over 2 hours), in particular by adolescents. The current study further shows, in line with previous research, that frequent or long term use of light-emitting screens during the evening is associated with disturbed sleep. More awareness is needed, in particular regarding use of computers, smartphones and/or tablet from one hour until going to sleep.

This is evident from research conducted by RIVM in collaboration with Amsterdam Medical Centre, Netherlands Institute for Neuroscience, and Lifelines. In this study, use of light-emitting screens among Dutch children and adolescents was elaborately investigated. Results show that children and adolescents who daily or on average for more than 2 hours per evening use an light-emitting screen (computer, smartphone, and/or tablet) sleep up to 40 minutes shorter compared to children who do not daily use an screen or for a shorter duration. Among children 22% uses a screen daily, whereas this is 83% among adolescents.

Adolescents who use an light-emitting screen daily in the hour before going to sleep, have more sleep complaints such as: a longer latency to fall asleep, shorter sleep duration and more frequent waking up during the night. They also have more symptoms of sleep deprivation during the day, such as having trouble staying awake. These complaints were reduced among adolescents who, during an experimental study, were not using screens for one week during the evening, or where using orange tinted glasses that block blue light.

The past years several light-emitting screens have been developed: in addition to the television that has been around several decades, we now have computers, laptops, tablets and smartphones. In particular, the recent developed screens that use light-emitting diodes (leds) as a light source emit more blue light compared to more traditional light sources. It is known that blue light during the evening influences our biological clock and can disturb sleep. A chronic sleep disturbance can cause concentration problems, reduced performance at school or work and can cause health problems. An important topic for further research is to investigate if the available blue light filters on devices can reduce the observed effects on sleep.

Keywords: screen use, blue light, sleep, biological clock

Inhoudsopgave

Samenvatting — 9

1 Inleiding — 13

- 1.1 Aanleiding — 13
- 1.2 Invloed van licht op de biologische klok — 13
 - 1.2.1 Typen lichtbronnen en schermen — 14
 - 1.2.2 Melatonine — 15
- 1.3 Onderzoeksvragen in dit rapport — 15

2 Methoden — 17

- 2.1 Vragenlijststudie: schermgebruik in de avond bij kinderen, adolescenten en volwassenen — 17
 - 2.1.1 Observationale studie binnen het Lifelines-cohort — 17
 - 2.1.2 Vragenlijst schermgebruik en slaap — 17
 - 2.1.3 Determinanten en uitkomstmaten — 18
 - 2.1.4 Opschonen van data — 19
 - 2.1.5 Data-analyse — 20
- 2.2 Interventiestudie: schermgebruik bij middelbare scholieren — 20
 - 2.2.1 Studie-opzet — 20
 - 2.2.2 Data-analyse — 22
- 2.3 Update literatuur — 23
 - 2.3.1 Zoekstrategie en selectiemethoden — 23

3 Vragenlijststudie: schermgebruik — 25

- 3.1 Gegevens respondenten en response — 25
- 3.2 Frequentie van schermgebruik — 26
 - 3.2.1 Frequentie van schermgebruik: per scherm — 26
 - 3.2.2 Frequentie van schermgebruik: relatie met geslacht, leeftijd, opleidingsniveau en chronotype — 28
 - 3.2.3 Frequentie van schermgebruik: samengevat gebruik van één of meerdere schermen — 28
- 3.3 Duur van schermgebruik — 29
 - 3.3.1 Duur van schermgebruik: per scherm — 29
 - 3.3.2 Duur van blootstelling aan schermen: samengevat gebruik van één of meerdere schermen — 31
- 3.4 Activiteiten — 31
- 3.5 Lichtinstellingen — 33

4 Vragenlijststudie: relatie tussen slaap en schermgebruik — 35

- 4.1 Slaapgedrag — 35
- 4.2 Associaties met slaapduur — 35
 - 4.2.1 Frequentie van schermgebruik: per scherm — 35
 - 4.2.2 Frequentie van schermgebruik: samengevat gebruik van één of meerdere schermen — 36
 - 4.2.3 Duur van blootstelling: samengevat gebruik van één of meerdere schermen — 37
 - 4.2.4 Specificatie van gevonden verschillen in slaapduur — 38
- 4.3 Associaties met slaapklachten en symptomen van slaapttekort overdag — 38
 - 4.3.1 Frequentie van blootstelling aan schermen — 38

4.3.2	Duur van blootstelling aan schermen en kwaliteit van de slaap — 40
5	Interventiestudie: relatie tussen licht, schermgebruik, biologische klok en slaap bij middelbare scholieren — 41
5.1	Frequente versus niet-frequente schermgebruikers — 41
5.2	De effecten van de interventies — 43
6	Update literatuur — 47
6.1	Korte samenvatting bevindingen RIVM-rapport 2014 — 47
6.2	Resultaten update literatuur 2014-2018 — 47
6.2.1	Studies naar herhaalde blootstelling en/of studies in een 'thuissituatie' — 47
6.2.2	Nieuwe type interventies — 49
6.2.3	Rol van leeftijd — 49
6.2.4	Rol van lichtblootstelling overdag — 49
6.2.5	Overige studies — 50
6.3	Samenvatting — 50
7	Discussie — 51
7.1	Vragenlijststudie: schermgebruik in de avond en relatie met slaap bij kinderen en adolescenten — 51
7.2	Interventiestudie: relatie tussen licht, schermgebruik, biologische klok en slaap bij middelbare scholieren — 53
7.3	Methodologische afwegingen — 54
7.3.1	Representativiteit populaties — 55
7.3.2	Vergelijking van de vragenlijststudie en interventiestudie — 56
7.4	Duiding — 56
8	Conclusies — 59
9	Dankwoord — 61
10	Literatuur — 63
	Bijlage 1: Frequentie van schermgebruik: relatie met geslacht, leeftijd, opleidingsniveau en chronotype — 69
	Bijlage 2: Lichtinstellingen — 74
	Bijlage 3: Slaapgedrag van kinderen en adolescenten — 76
	Bijlage 4: Associaties schermgebruik — 77

Samenvatting

Achtergrond en doelstellingen

Er is in de afgelopen jaren een grote diversiteit aan apparaten met lichtgevende schermen ontwikkeld. De televisie was het eerste apparaat met een scherm dat licht geeft, maar inmiddels hebben we een ruime keuze aan apparaten met lichtgevende schermen waaronder pc's, laptops, tablets en smartphones. De meeste recent ontwikkelde schermen, waaronder die van tablets en smartphones, zenden meer blauw licht uit dan traditionele lichtbronnen. Dit komt doordat er bij deze schermen gebruik wordt gemaakt van led-(light-emitting diode) technologie. Licht, en specifiek blauw licht, is een belangrijke regulator van onze biologische klok. Hierdoor kan licht in de avond (wanneer het van nature donker is in onze omgeving) onze biologische klok verstoren. Verstoring van de biologische klok is geassocieerd met negatieve effecten op slaap en gezondheid.

Sinds 2014 onderzoekt het RIVM, in opdracht van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA), de relatie tussen blootstelling aan blauw licht in de avond door gebruik van apparaten met lichtgevende schermen, en slaap en de gezondheid. Hiervoor is eerder een literatuurverkenning gedaan (Van Kerkhof et al. 2014) en is de omvang van blootstelling aan blauw licht en de relatie met slaap bij volwassenen in kaart gebracht (Van Kerkhof et al. 2017). Het huidige rapport beschrijft aanvullend onderzoek naar de kennishiaten geïdentificeerd in 2014. De overkoepelende onderzoeksvraag hierbij luidt: is er een relatie tussen (blauw) licht afkomstig van schermgebruik en effecten op de biologische klok, slaap en gezondheid? In 2014 was nog onvoldoende bekend over: 1) de omvang van blootstelling aan blauw licht van lichtgevende schermen in de avond; 2) de karakteristieken van het licht dat de schermen uitzenden en 3) was de relatie met slaap en gezondheid nog onvoldoende onderzocht. Het RIVM-rapport verschenen in 2017 geeft verder inzicht deze drie kennishiaten, voor de hiaten 1 en 2 is echter uitsluitend onderzoek verricht onder volwassenen. Het onderzoek in het onderhavige rapport gaat verder in op de kennishiaten 1 en 2 en onderzoekt ook kinderen (8-13 jaar) en adolescenten (13-18 jaar).

In dit rapport worden de volgende onderzoeksvragen gesteld:

1. Wat zijn de gebruikspatronen van lichtgevende schermen in de avond bij kinderen, adolescenten en volwassenen?
2. Is er bij kinderen en adolescenten een relatie tussen het gebruik van lichtgevende schermen in de avond en aspecten van slaap (zoals slaapduur, slaapklasten, symptomen van slaapttekort overdag)?
3. Kan een eventuele relatie tussen schermgebruik en slaap beïnvloed worden door a) het blokkeren van blootstelling aan blauw licht in de avond of door b) het niet gebruiken van lichtgevende schermen in de avond?
4. Is er sinds 2014 relevante nieuwe wetenschappelijke literatuur verschenen die nieuwe inzichten biedt op de overkoepelende onderzoeksvraag?

Om deze onderzoeksvragen te beantwoorden zijn er een literatuuronderzoek en twee deelstudies verricht:

- 1) vragenlijstonderzoek onder deelnemers aan de Lifelines-studies (8-18 jaar: n = 1361, \geq 18 jaar: n = 30159) over schermgebruik en slaap;
- 2) interventiestudie onder middelbare scholieren (12-18 jaar, n=55) over effecten van het blokkeren van blauw licht en het niet gebruiken van lichtgevende schermen op slaap en melatonineniveaus.

Resultaten

De resultaten van het vragenlijstonderzoek laten zien dat schermgebruik veelvuldig voorkomt. Van de kinderen (8-13 jaar) gebruikt 39% dagelijks een scherm in de avond (computer, smartphone, tablet en/of tv). Onder adolescenten (13-18 jaar) is dit 86% en onder volwassenen 88%. Wanneer de tv niet wordt meegeteld, gaat het om 22% van de kinderen, 83% van de adolescenten en 74% van de volwassenen.

Vaak vindt het schermgebruik in de avond ook gedurende een aanzienlijke tijd plaats: 76% van de adolescenten gebruikt de computer, smartphone en/of tablet gedurende \geq twee uur per avond (hierbij is de tv niet meegeteld). Bij de jongere kinderen (8-13 jaar) en volwassenen is dit respectievelijk 10% en 49%.

Bij de kinderen en adolescenten is ook onderzocht of er samenhang is tussen schermgebruik en slaap. Zowel dagelijks als langdurig (\geq twee uur per avond) schermgebruik in de avond (computer, smartphone en/of tablet) hangen samen met een kortere slaap bij beide leeftijdsgroepen kinderen. De afname in slaap varieert van twintig tot veertig minuten bij dagelijks en/of langdurig schermgebruik (\geq twee uur per avond) in de avond.

Er werd ook een samenhang gevonden tussen schermgebruik en een toename in slaapklachten en symptomen van slaaptkort overdag, al was dit niet voor alle variabelen van schermgebruik het geval. Dagelijks schermgebruik in het uur voor het slapen (van computer, smartphone en/of tablet) hangt bij adolescenten samen met een toename in slaapklachten en symptomen van slaaptkort overdag. Bij kinderen werd alleen een samenhang met meer slaapklachten gevonden bij langdurig gebruik van schermen (\geq twee uur computer, smartphone en/of tablet), niet bij dagelijks gebruik van schermen. Verder valt op dat de resultaten voor televisie kijken afwijken van die voor computer, smartphone en/of tablet. In sommige vergelijkingen is juist een positief effect op slaapduur gevonden.

Uit de interventiestudie onder middelbare scholieren (12-18 jaar) blijkt dat er verbetering mogelijk is van slaapklachten, symptomen van slaaptkort overdag en van het tijdstip van slapen/waken. Deze variabelen verbeterden door het blokkeren van blauw licht gedurende zes avonden (door het dragen van een blauwlicht-blokkerende bril of door het niet gebruiken van schermen gedurende zes avonden). Het blokkeren van blootstelling aan blauw licht in de avond zorgde eveneens voor een toename van het hormoon melatonine in het speeksel gedurende de avond (na zes dagen).

Tot slot is er een literatuurupdate gedaan voor studies verschenen sinds de vorige literatuurverkenning uit 2014. De uitkomsten van de recent verschenen studies, die worden beschreven in hoofdstuk 6, zijn in lijn met de bevindingen uit het onderhavige rapport.

Conclusies

Schermgerebruik in de avond komt bij alle leeftijdsgruppen veelvuldig voor en is het hoogst is onder adolescenten (13-18 jaar) en volwassenen (>18 jaar). Bij kinderen (8-13 jaar) en adolescenten hangt frequent en/of langdurig schermgebruik samen met een afname van slaapduur, meer slaapklachten en meer symptomen van slaaptekort overdag. Bovendien blijkt dat deze slaapklachten en symptomen van slaaptekort overdag verbeterd kunnen worden wanneer er gedurende de avond geen blootstelling is aan blauw licht (van schermen en omgevingslicht) of wanneer er geen schermen worden gebruikt.

De gezamenlijke resultaten van de vragenlijststudie, de interventiestudie en eerder verschenen wetenschappelijke studies wijzen erop dat zowel de 'cognitieve belasting' van schermgebruik als het (blauwe) licht dat uitgezonden wordt, van invloed is op slaap. Het is bekend dat kortere en/of slechtere slaap van invloed is op de gezondheid. Verder onderzoek is nodig om te bepalen of (ingebouwde) blauwlichtfilters ook efficiënt zijn in het verminderen van effect op slaap. De effectiviteit van blauwlichtfilters is een belangrijk onderwerp voor verder onderzoek. Gezien de bevindingen dat lichtgevende schermen veelvuldig worden gebruikt in de avond en de negatieve associatie met slaap, is het belangrijk te komen tot effectieve en voor gebruikers acceptabele manieren die de effecten op slaap verminderen.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Er zijn in de afgelopen jaren steeds meer lichtgevende schermen ontwikkeld. De televisie was hiervan de eerste, maar inmiddels hebben we met pc's, laptops, tablets en smartphones een ruime keuze aan lichtgevende schermen. De toegenomen aanwezigheid van lichtgevende schermen zorgt mogelijk ook voor een hogere blootstelling aan licht in de avond en nacht. Naast de hoeveelheid licht is hierbij ook de kleur van het licht – het spectrum – van belang (Lucas et al. 2014). De meeste recent ontwikkelde schermen, waaronder die van tablets, mobiele telefoons, led-tv's maar ook ledlampen, zenden meer blauw licht uit dan traditionele lichtbronnen, doordat zij gebruikmaken van led (light-emitting diode)-technologie. Het gebruik van leds is sterk toegenomen met de uitvinding van de blauwe led begin jaren negentig. Hierdoor werd het mogelijk om ook leds met wit licht te maken (wit licht bestaat uit rood, groen en blauw licht). Blootstelling aan blauw licht kan het normale circadiane ritme in slaap-waakgedrag van mensen meer beïnvloeden dan andere kleuren licht (Wright et al. 2001, West et al. 2011, Chellappa et al. 2013, van de Werken et al. 2013). Een circadiaan ritme is een intrinsiek fysiologisch ritme met een periode van ongeveer 24 uur. Voorbeelden van processen met een circadiaan ritme zijn de afgifte van de hormonen cortisol en melatonine, en de regulatie van slaap-waakgedrag.

In 2014 heeft het RIVM in opdracht van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) een literatuurverkenning uitgevoerd naar de effecten van het gebruik van apparaten die relatief veel blauw licht uitzenden (Van Kerkhof et al. 2014). Daaruit bleek op basis van een aantal wetenschappelijke studies dat het gebruik van apparaten en lichtbronnen die relatief veel blauw licht uitzenden, zoals tablets en led-lampen voor omgevingsverlichting, de biologische klok van de mens kan beïnvloeden. Tevens identificeerde deze verkenning een tweetal kennishiaten: 1) Er is weinig inzicht in de daadwerkelijke blootstelling van mensen aan beeldschermen die relatief veel blauw licht uitzenden; hierbij zijn voornamelijk aspecten als lichtspectrum, duur en tijdstip van de blootstelling van belang en 2) Er is nog geen onderzoek beschikbaar naar de mogelijke gezondheidsrisico's van blootstelling aan blauw licht in de avond. Het RIVM is in 2015 gestart met onderzoek om deze kennishiaten op te vullen in opdracht van de NVWA. In 2017 zijn de eerste resultaten van dit onderzoek gepubliceerd (Van Kerkhof et al. 2017). Dit vorige rapport beschrijft in welke mate volwassenen in de avond worden blootgesteld aan lichtgevende schermen en dat meer blootstelling samenhangt met minder lang en minder goed slapen.

1.2 Invloed van licht op de biologische klok

Zowel natuurlijk licht als kunstlicht bestaat uit een combinatie van licht met verschillende golflengtes. Een weergave van de intensiteiten van al deze golflengtes noemen we het spectrum van de betreffende lichtbron. Blootstelling aan licht, en voornamelijk licht uit het blauw-groene deel van het spectrum, is van groot belang voor het circadiane ritme. Licht

dat via onze ogen binnenkomt, is de belangrijkste regulator van onze biologische klok (zie voor meer achtergrondinformatie Van Kerkhof et al. 2014). In het kort: de centrale biologische klok bevindt zich in de hersenen, in een klein gebied genaamd de hypothalamische nucleus suprachiasmaticus. Deze centrale klok orkestreert circadiane ritmes in het menselijk lichaam, zoals lichaamstemperatuur, de afgifte van hormonen, slaap-waakgedrag, en de eetlust. In de retina (het netvlies) zijn meerdere typen fotoreceptoren aanwezig die betrokken zijn bij het omzetten van licht naar een neuronaal signaal (Hatori et al. 2010). De staafjes en kegeltjes in de retina zorgen voornamelijk voor visueel zicht (beeldvormend zien). Behalve het beeldvormend zien, reguleert licht ook allerlei fysiologische processen waar de visuele cortex niet bij betrokken is. Zo reageert melanopsine, een van de fotoreceptoren en een belangrijk eiwit in de regulatie van de biologische klok, op lichtsignalen (Hattar et al. 2002). Melanopsine is het gevoeligst voor licht met een golflengte van ongeveer 480 nm (Hatori et al. 2010, Holzman 2010), dat is licht met een korte golflengte, in het blauw-groene deel van het kleurenspectrum. Dit verklaart waarom de biologische klok van de mens vooral gevoelig is voor blauw-groen licht.

Veel recent ontwikkelde schermen, waaronder schermen van tablets, mobiele telefoons, en pc's, zenden een relatief groot aandeel blauw-groen licht uit vergeleken met traditionele lichtbronnen. Deze apparaten worden ook gebruikt in de avond en begin van de nacht. Blootstelling aan blauw-groen licht tijdens deze periodes kan de biologische klok van de mens beïnvloeden (Van Kerkhof et al. 2014). In het onderhavige rapport wordt licht dat de biologische klok kan beïnvloeden, beschreven als 'blauw licht'. Het gaat hierbij eigenlijk om een breder spectrum waarin ook een deel groen van kleur is. De term 'blauw licht' wordt gehanteerd, omdat dit gebruikelijk is in de wetenschappelijke literatuur.

1.2.1 *Typen lichtbronnen en schermen*

Er zijn verschillende typen bronnen voor kunstlicht beschikbaar. Denk hierbij aan lampen ter verlichting van binnen- of buitenruimten, lichtgevende schermen (zoals televisie, computer, smartphone etc.), maar ook displays en indicator lampjes op verschillende (huishoudelijke) apparatuur.

Kunstlichtbronnen variëren in de kleuren licht die ze uitzenden: de spectrale emissie. Het spectrale bereik van de meeste lichtbronnen is veel groter dan dat van het menselijk oog. De visuele waarneming van het menselijk oog reikt van ± 400 tot ± 700 nm, boven de 700 nm nemen wij alleen nog waar als warmte.

Het gebruik van leds is sterk toegenomen met de uitvinding van de blauwe led begin jaren negentig. Hierdoor werd het mogelijk om met led wit licht te maken in combinatie met de al bestaande rode en groene led. In het RIVM-rapport uit 2014 wordt dieper ingegaan op de kenmerken van verschillende typen lichtbronnen (Van Kerkhof et al. 2014).

Voor het onderzoek in dit rapport is alleen gekeken naar lichtgevende schermen, zoals televisies en smartphones, omdat de rol van licht een bepalend onderdeel van de onderzoeksvraag is. Hierbij is niet gekeken naar e-readers, omdat deze ook zonder lichtgevende schermen op de markt verkrijgbaar zijn.

1.2.2 *Melatonine*

Melatonine is een hormoon dat wordt geproduceerd in de pijnappelklier (epifyse) en wordt afgegeven aan het bloed als het donker is. De afgifte van melatonine wordt enerzijds gereguleerd door de biologische klok, en anderzijds geremd door licht. Hierdoor is het niveau van melatonine laag gedurende de dag, en stijgt dit in de avond en begin van de nacht onder normale licht-donkeromstandigheden. Melatonine heeft een rol als 'tijdgever' voor diverse circadiane biologische processen. Melatonine wordt, naast lichaamstemperatuur en cortisol, vaak gebruikt bij humane studies als indicator van het circadiane ritme. De reden daarvoor is dat melatonine makkelijk te meten is in speeksel, urine en bloed. Melatonine vormt een deel van het systeem dat het slaap-waakritme reguleert. Er zijn echter tegenstrijdige resultaten over de causale relatie tussen melatonine en slaap (Van de Werken 2013). Een meta-analyse van onderzoeken naar de relatie tussen melatonine en slaap laat zien dat hogere melatonineconcentraties samenhangen met kleine effecten op de benodigde tijd om in slaap te vallen (vier minuten) en verlenging van de slaapduur (dertien minuten) (Brzezinski et al. 2005).

1.3 **Onderzoeksvragen in dit rapport**

Het onderhavige rapport beschrijft aanvullend onderzoek naar de kennishiaten geïdentificeerd in 2014 (Van Kerkhof et al. 2014, Van Kerkhof et al. 2017). De overkoepelende onderzoeksvraag hierbij is: is er een relatie tussen (blauw) licht afkomstig van schermen en de biologische klok, slaap en gezondheid?

Hierbij zijn in dit rapport de volgende subvragen gesteld:

1. Wat zijn de gebruikspatronen van lichtgevende schermen in de avond bij kinderen, adolescenten en volwassenen?
2. Is er bij kinderen en adolescenten een relatie tussen gebruik van lichtgevende schermen in de avond en aspecten van slaap (slaapduur, slaapklachten, symptomen van slaapttekort overdag)?
3. Kan slaap eventueel beïnvloed worden door a) het blokkeren van blootstelling aan blauw licht in de avond (door dragen van een oranje bril) of door b) het niet gebruiken van lichtgevende schermen in de avond?
4. Is er sinds 2014 relevante nieuwe wetenschappelijke literatuur verschenen die nieuwe inzichten biedt op de overkoepelende onderzoeksvraag?

2 Methoden

2.1 Vragenlijststudie: schermgebruik in de avond bij kinderen, adolescenten en volwassenen

2.1.1 *Observationele studie binnen het Lifelines-cohort*

Lifelines is een longitudinale cohortstudie waarin gegevens en monsters worden verzameld van ruim 167.000 inwoners uit drie generaties woonachtig in Friesland, Groningen of Drenthe. De deelnemers worden vanaf 2006 gevolgd (Lifelines: www.lifelines.nl), via een vijfjaarlijkse onderzoeksrunde. Voor het onderzoek naar schermgebruik en slaap, is een aanvullende vragenlijst uitgezet binnen het Lifelines-cohort.

De vragenlijst werd uitgezet onder Lifelines-deelnemers in drie leeftijdscategorieën: 1) kinderen van 8 tot 13 jaar; 2) adolescenten van 13 tot 18 jaar (deze categorie omvat adolescenten vanaf 13 jaar tot en met 17 jaar) en 3) volwassenen (≥ 18 jaar). Lifelines-deelnemers in die leeftijdscategorieën ontvingen de vragenlijst per e-mail wanneer zij voldeden aan onderstaande inclusiecriteria:

- Deelnemers hebben deelgenomen aan de laatste ronde (2^e ronde) van Lifelines.
- De volwassenen, dan wel de ouder(s) van de kinderen, hebben aangegeven digitaal te willen communiceren met Lifelines.
- Er is een e-mailadres van de deelnemers beschikbaar bij Lifelines.

Voor de kinderen en adolescenten werd de vragenlijst verstuurd naar de ouder(s). Voor de kinderen werden de ouder(s) gevraagd de vragenlijst voor hun kind in te vullen. Bij de adolescenten werden de ouder(s) gevraagd om hun kind zelf de vragenlijst te laten invullen (eventueel met hulp van de ouder(s)).

De vragenlijst voor volwassenen deelnemers werd verstuurd tussen november 2017 en februari 2018. De vragenlijsten voor de kinderen en adolescenten werden verstuurd in juni 2018. Deelnemers kregen drie weken de tijd om de vragenlijst in te vullen. Na drie weken werd een reminder verstuurd.

2.1.2 *Vragenlijst schermgebruik en slaap*

De vragenlijst over schermgebruik maakte onderscheid tussen vier verschillende schermen: 1) pc/laptop (vanaf hier aangeduid als 'computer'), 2) smartphone, 3) tablet, 4) tv. De vragen werden ingevuld voor gebruik van deze schermen gedurende de avond en nacht (19.00-06.00 uur; vanaf hier aangeduid als 'avond') en voor het gebruik in het uur voor het slapengaan. Respondenten werden bij het beantwoorden van vragen over schermgebruik gevraagd om een gemiddelde te nemen van hun gebruik in de vier weken voorafgaand aan het invullen van de vragenlijst. De vragen gingen over frequentie en duur van gebruik, en over uitgevoerde activiteiten op de schermen. Per type scherm werd bovendien gevraagd hoe vaak men de lichtinstellingen handmatig aanpaste, en of de respondent gebruikmaakte van apps of programma's om de hoeveelheid uitgezonden blauw licht te filteren tijdens de

avond/nacht. De vragen over schermgebruik waren inhoudelijk hetzelfde voor de drie leeftijdscategorieën, maar voor de kinderen werden vragen zodanig gesteld dat deze gericht waren aan de ouder(s) van het kind en niet aan het kind zelf. Voor de adolescenten was de aanspreekvorm aangepast.

Bij kinderen en adolescenten werden, behalve gegevens over schermgebruik, ook gegevens over slaap uitgevraagd. Bij volwassenen konden deze vragen niet worden meegenomen in de vragenlijst in verband met een andere vragenlijst die gelijktijdig werd uitgezet in dezelfde doelgroep. De relatie tussen schermgebruik en slaap bij volwassenen is bovendien onderzocht in het vorige rapport (Van Kerkhof et al. 2017). De kinderen en adolescenten werden gevraagd gegevens in te vullen over het tijdstip van naar bed gaan, van het besluit te gaan slapen, het opstaan en het uit bed komen op zowel school-/werkdagen als in het weekend. Daarnaast beantwoordden zij vragen over slaapduur, slaapkwaliteit en factoren die hierop van invloed kunnen zijn, en symptomen van slaapttekort.

2.1.3 *Determinanten en uitkomstmaten*

Frequentie van schermgebruik: de frequentie van gebruik van de verschillende schermen is door de respondenten zelf gerapporteerd. Het gaat om het aantal avonden dat een scherm gemiddeld werd gebruikt per week in de vier weken voorafgaand aan het invullen van de vragenlijst. De antwoordopties hierbij waren: nooit, ≤ één keer per week, twee-drie dagen per week, vier-zes dagen per week, of dagelijks.

Dagelijks gebruik van schermen: samenvattende maat voor dagelijks gebruik van één of meerdere lichtgevendende schermen. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen dagelijks gebruik van minimaal een van de schermen (dus computer en/of smartphone en/of tablet en/of tv) óf dagelijks gebruik van een van de schermen zonder tv (dus: computer en/of smartphone en/of tablet). Dit onderscheid is gebaseerd op de bevindingen uit het vorige rapport, waaruit bleek dat er geen associatie was tussen het kijken van tv en slaap (Van Kerkhof et al. 2017).

Duur van de blootstelling: er is in het onderhavige onderzoek ook onderzocht hoelang schermen in de avond worden gebruikt. Blootstelling van twee uur aan blauw licht van een tablet in de avond is geassocieerd met onderdrukking van de normale stijging in melatonine gedurende de avond (Wood et al. 2013). Een langdurige blootstelling werd voor deze studie daarom gedefinieerd als het gebruik van minimaal een van de schermen voor een periode \geq twee uur. Korte blootstelling was het gebruik van geen enkel scherm langer dan één uur. Middellange blootstelling staat voor gebruik van minimaal een van de schermen gedurende maximaal één uur. Bij het bepalen van de duur van blootstelling, is de hoogste zelfgerapporteerde duur van gebruik van de drie schermen meegeteld. De blootstellingsduur aan de verschillende schermen is *niet* bij elkaar opgeteld, aangezien men meerdere schermen tegelijkertijd kan gebruiken. Het kijken van tv is niet opgenomen in deze algemene maat van duur van blootstelling, omdat in de eerdere rapportage geen associatie werd gevonden tussen tv kijken en slaapduur (Van Kerkhof et al. 2017). De associatie tussen televisie kijken en slaap is wel apart onderzocht.

Slaapduur: berekend als het aantal minuten tussen het in slaap vallen en het wakker worden. Het aantal minuten slaap is gebaseerd op zelfgerapporteerde tijd van naar bed gaan, tijd die het kost om in slaap te vallen en tijd van wakker worden. Om slaapduur te berekenen is een gewogen gemiddelde genomen van het aantal minuten slaap op werk/schooldagen (5/7) en op weekenddagen (2/7).

Slaapduur – veel of weinig slaap: afkappunten voor veel slaap of weinig slaap werden gebaseerd op aanbevelingen van de Amerikaanse National Sleep Foundation (National Sleep Foundation). Bij de leeftijdscategorie 8-13 jaar werd een slaapduur korter dan negen uur beschouwd als 'weinig slaap'. Bij adolescenten van 13-18 jaar gold een duur korter dan acht uur als 'weinig slaap'. Voor het bepalen van de uitkomstmaat veel of weinig slaap is gebruikgemaakt van de *berekende* slaapduur (zie hierboven).

Slaapklachten: Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) (PSQI, Buysse et al. 1989). De PSQI schat retrospectief de slaapkwaliteit over een periode van een maand met zelfrapportage van een aantal domeinen die gerelateerd zijn aan slaapkwaliteit. Deze domeinen zijn: gebruikelijke slaap-waakpatronen, slaapduur, tijd die nodig is om in slaap te vallen, frequentie en ernst van slaapgerelateerde problemen en de ervaren impact van slecht slapen op het functioneren overdag. De totaalscore van de PSQI ligt tussen de 0 en 21 punten, waarbij een hogere score staat voor slechtere slaap. Een afkapwaarde van >5 onderscheidt slechte slapers van goede slapers (Buysse et al. 1989).

Symptomen overdag van slaapttekort: een combinatie van de subonderdelen 'verminderde energie' en 'slaperigheid' van de Chronic Sleep Reduction Questionnaire (CSRQ) (CSRQ, Meijer 2008, Dewald et al. 2012). De CSRQ meet de symptomen van chronisch slaapttekort als een maat voor slaapbehoefte en slaapttekort bij adolescenten. De totale CSRQ bestaat uit de subonderdelen slaapttekort (zes items), irritatie (vijf items), verminderde energie (vijf items) en slaperigheid (vier items). Symptomen van slaapttekort overdag heeft een scorerange van 6-27, waarbij een hogere score staat voor meer symptomen van slaapttekort overdag.

Chronotype: Munich Chronotype Questionnaire (MCTQ) (Roenneberg et al. 2007). Het chronotype is een maat voor het natuurlijke slaapritme wat onder andere aangeeft of iemand een ochtend- of avondtype is, of ertussenin zit. Met de MCTQ kan het chronotype worden geschat gebaseerd op het middelpunt tussen het in slaap vallen en wakker worden op vrije dagen (mid-sleep on free days (MSF)), gecorrigeerd voor het langer slapen door slaapgebrek dat men opbouwt gedurende werk- of schooldagen. De berekende maat voor chronotype (MSFsc) is gebaseerd op de aanname dat slaaptiming op vrije dagen in grote mate beïnvloed wordt door de biologische klok en kan daarom alleen worden berekend voor mensen die geen wekker gebruiken op vrije dagen.

2.1.4

Opschonen van data

Bij de vragen over welke activiteiten men ondernam op de verschillende lichtgevende schermen kon men naast vooraf gedefinieerde antwoorden kiezen voor de optie 'anders, namelijk'. Van de volwassen respondenten

gaf 4% (tablet in het uur voor het slapengaan) tot 21% (tv in de avond) aan andere activiteiten te ondernemen dan die bij de vooraf gedefinieerde categorieën genoemd werden. Zie voor deze categorieën Figuur 4. De vooraf gedefinieerde categorieën zijn alleen gecorrigeerd wanneer de correctie zou leiden tot een verandering van 5% of meer van deze categorie. Dit is alleen gedaan voor de tv bij de categorie 'film(pjes)/tv/Netflix kijken'. Men vulde dan bij 'anders, namelijk' een activiteit in die onder deze categorie zou vallen; bijvoorbeeld 'tv kijken'.

Voor de PSQI, MCTQ en de berekende slaapduur is gebruikgemaakt van door de respondenten zelf gerapporteerde tijdstippen van naar bed gaan, besluiten om te gaan slapen, wakker worden en opstaan. Bij kinderen en adolescenten werden deze waarden – voordat de berekeningen werden uitgevoerd – beoordeeld op inconsistenties. Het werd als onrealistisch gezien wanneer: 1) de aanvang van de slaap lag tussen 12.00 en 19.00 uur, 2) het wakker worden lag tussen 15.00 en 19.00 uur, 3) het tijdstip van wakker worden eerder was dan het tijdstip van in slaap vallen. Voor de respondenten waarbij dit het geval was, zijn de variabelen die gebruikmaken van zelfgerapporteerde slaaptijden geëxcludeerd. Een tijdstip van gaan slapen tussen de 7.00 en 11.59 uur, of een tijdstip van wakker worden tussen de 19.00 en 23.59 uur werd beschouwd als foutief ingevuld. In deze gevallen zijn de tijdstippen omgezet naar het am/pm-equivalent. Deze correcties en exclusie van slaaptijden zijn niet gedaan voor de volwassenen deelnemers, omdat er nachtwerkers zijn onder de respondenten met mogelijk afwijkende slaaptijden.

2.1.5 *Data-analyse*

Beschrijvende analyses werden gebruikt voor demografische gegevens van de respondenten, schermgebruik en slaapgedrag. Voor de associatie tussen schermgedrag en de continue variabelen slaapduur, PSQI totaalscore en score op de CSRQ-onderdelen 'verminderde energie' en 'slaperigheid' werden lineaire regressie-analyses gebruikt. Logistische regressie werd toegepast om te bepalen wat de associatie is tussen schermgebruik en de relatieve kans op weinig slaap (8-13 jaar: <negen uur; 13-18 jaar: <acht uur) en op slechte slaap (PSQI score >5). Alle analyses werden gecorrigeerd voor geslacht en leeftijd van de respondenten. Voor alle analyses werd een p-waarde kleiner dan 0,05 beschouwd als significant. Analyses werden uitgevoerd met SPSS-versie 22.0.

2.2 **Interventiestudie: schermgebruik bij middelbare scholieren**

2.2.1 *Studie-opzet*

Via het lopende programma 'Jij En Je Gezondheid' van de GGD Amsterdam (<https://www.jijenjegezondheidinfo.nl/>) en een advertentie werden twee groepen middelbare scholieren (12-17 jaar) geworven voor deelname aan deze studie: frequente en niet-frequente schermgebruikers. Werving vond plaats tussen september 2017 en februari 2018. Niet-frequent gebruik was gedefinieerd als maximaal één uur schermgebruik buiten school per dag, frequent gebruik was gedefinieerd als minimaal vier uur schermgebruik buiten school per dag. Tijdens het onderzoek werd een aanvullende vragenlijst ingevuld over hun gangbare gebruik van vier verschillende schermen: 1) pc/laptop

(hier aangeduid als 'computer'), 2) smartphone, 3) tablet, 4) televisie. Ze rapporteerden voor elk type scherm de totale duur van gebruik tussen 18.00 uur en het moment van slapengaan (0; <1; 1; 2; 3; 4; 5; 6; >011234566 uur per avond) en de frequentie van het gebruik in het uur voor het slapen gaan (0; <1; 2-3; 4-6; 7 dagen per week). Om voor de deelnemers het chronotype te bepalen op basis van de mid-slaap tijdens vrije dagen vulden ze ook de Munich Chronotype Questionnaire (MCTQ) in.

In beide onderzoeksgroepen (frequente en niet-frequente schermgebruikers) werd onderzocht wat de slaapkarakteristieken (zie hieronder voor details) waren gedurende 7-21 dagen. Hierbij werden de volgende condities onderzocht:

1. 'controle' conditie bij frequente en niet-frequente gebruikers: beide groepen droegen gedurende zeven dagen in de avond (vanaf 18.00 uur) een transparante bril die al het licht doorlaat (3M 2840 Clear Comfort Line Safety Spectacles, 3M - Occupational Health & Environmental Safety Group, Bracknell, UK). Deelnemers werd gevraagd hun normale patroon van schermgebruik in de avond aan te houden.

Alleen bij frequente gebruikers:

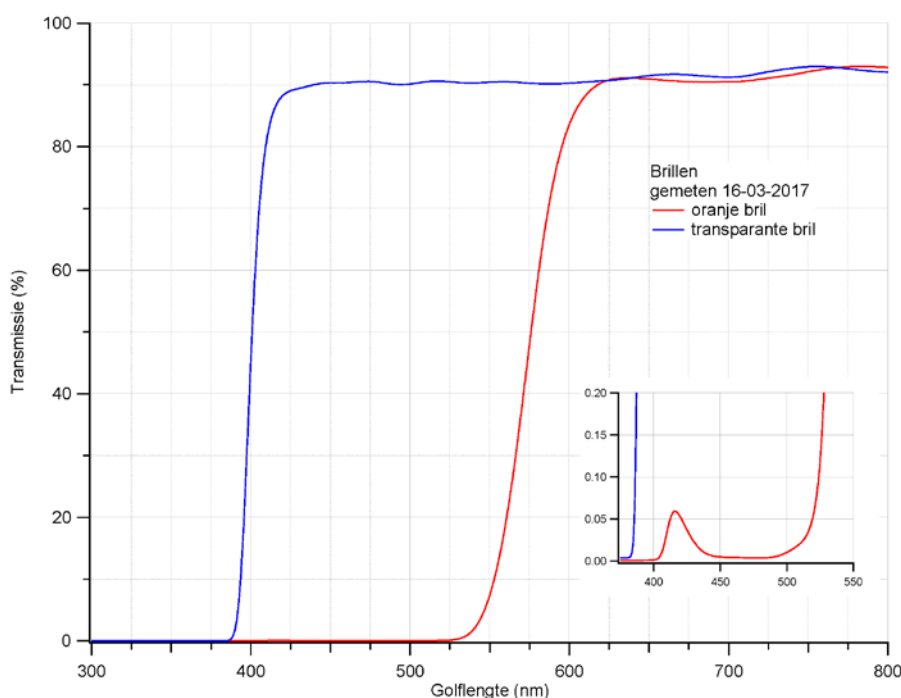
2. Tijdens de avond (vanaf 18.00 uur) werd een bril met oranje glazen gedragen die het blauw licht blokkeert (3M 2846 Red-Orange Comfort Line Safety Spectacles, 3M - Occupational Health & Environmental Safety Group, Bracknell, UK) en vond er normaal schermgebruik plaats.
3. Tijdens de avond (vanaf 18.00 uur) werd de bril met doorzichtige glazen gedragen, maar mochten er geen lichtgevende schermen gebruikt worden.

Tussen de drie condities bij frequente gebruikers vond één week geen onderzoek plaats. De volgorde van de drie condities werd random verdeeld over de deelnemers.

De transmissie van (blauw) licht door de doorzichtige bril en oranje bril is gemeten met een Avaspec 3648-spectrograaf (fabrikant: Avantes, Apeldoorn). Deze spectrograaf heeft een meetbereik van 386.9 tot 636.62 nm, in stappen van 0.0685 nm. Figuur 1 laat zien dat bij de doorzichtige bril over het hele bereik van de spectrograaf er een transmissie van ~90% is. Bij de oranje bril wordt nagenoeg al het licht met een golflengte tot 510 nm tegengehouden (max. 0,05% transmissie).

Aan het einde van elke onderzoeksweek vulden de scholieren vragenlijsten in over symptomen van slaapttekort overdag (CSRQ) en slaapklachten (PSQI) tijdens de afgelopen week. Om te bepalen of de slaapklachten en de mate van symptomen van slaapttekort overdag deels verklaard konden worden door het slaappatroon hielden de deelnemers elke dag een dagboek bij, waarin ze hun slaaptijden invulden. Daarnaast droegen ze een bewegingsmeter om hun pols (actigrafie), die werd gebruikt om een objectieve schatting te maken van het slaappatroon. Tijdens de laatste avond van elke onderzoeksweek namen de scholieren elk half uur een speekselmonster bij zichzelf af (vanaf 19.00 uur tot het slapengaan).

De uitkomstmaten van deze interventiestudie overlappen grotendeels met het vragenlijstonderzoek onder Lifelines-deelnemers (zie paragraaf 2.1.3). Uit de CSRQ werd de opgetelde totaalscore op de subonderdelen 'verminderde energie' en 'slaperigheid' berekend en uit de PSQI de totaalscore. Uit het slaapdagboek werden voor elke nacht het moment van in slaap vallen en wakker worden gehaald. Vervolgens werden de lengte (slaapduur) en het middelpunt (mid-slaap) van het interval tussen deze twee momenten berekend. Het moment van in slaap vallen werd ook bepaald op basis van de actigrafie. Daarnaast werd de actigrafie gebruikt om een schatting te maken van de slaapduur, op basis van de totale slaaptijd per nacht. Uit de speekselmonsters in de laatste drie uur voor het slapengaan is de melatonineconcentratie bepaald door Chrono@Work. Dit werd gedaan met een radioimmuunassay (Bühlman Laboratories). Alle metingen vonden plaats tussen oktober 2017 en maart 2018 (tijdens de standaardtijd ('wintertijd')). Deze interventiestudie is goedgekeurd door de Medisch Ethische Toetsingscommissie AMC van Amsterdam UMC (ID: METC_2016_327 NL59018.018.16).



Figuur 1 Transmissie van licht tussen 386.9 nm en 636.62 nm door de transparante bril (blauwe lijn) en oranje bril (oranje lijn). Bij de oranje bril wordt nagenoeg al het licht met een golflengte tegengehouden. Er wordt een klein beetje licht doorgelaten rond 420 nm (zie insert).

2.2.2

Data-analyse

De leeftijd en het gangbare schermgebruik van de frequente en niet-frequente schermgebruikers werden met elkaar vergeleken aan de hand van Wilcoxon-Mann-Whitneytests. Voor de analyses van de slaapkarakteristieken tijdens de onderzoeksweken werd gebruikgemaakt van mixed-modelregressie, waarbij rekening werd gehouden met de

leeftijd van de deelnemers. Eerst werden de uitkomstmaten onder normale omstandigheden vergeleken tussen de beide onderzoeksgroepen ('between groups'). Vervolgens werd gekeken of de uitkomstmaten onder normale omstandigheden veranderden door het gebruik van een blauwlichtfilter of zonder schermgebruik in de avond ('within groups'). Alle analyses werden uitgevoerd in R (versie 3.5.1) en een p-waarde kleiner dan 0,05 werd beschouwd als significant.

2.3 Update literatuur

2.3.1 *Zoekstrategie en selectiemethoden*

Het doel van het literatuuronderzoek in onderhavig rapport is om te kijken welke nieuwe ontwikkelingen er in de wetenschappelijke literatuur zijn beschreven sinds de literatuurverkenning in 2014 (Van Kerkhof et al. 2014). Er is gebruikgemaakt van de zoekstrategie die in 2014 is ontworpen door een informatiespecialist van het RIVM (Van Kerkhof et al. 2014). Hierbij is een focus aangebracht op de overkoepelende onderzoeksvraag: is er een relatie tussen (blauw) licht afkomstig van schermen en de biologische klok, slaap en gezondheid? Enkele voorbeelden van kernwoorden uit de zoekstrategie zijn 'blue light', 'smartphone', 'iPad', 'circadian', 'biological clock'. Er is gezocht in de database Pubmed van 2014 tot en met december 2018 naar publicaties in het Nederlands, Engels of Duits. Deze zoekstrategie leverde 365 resultaten waarvan er 13 verwerkt zijn in onderhavig rapport. Alleen artikelen die een meerwaarde bieden ten opzichte van de beschikbare informatie uit 2014, zijn beschreven in dit rapport. Hierbij is ook gebruikgemaakt van het criterium uit het vorige rapport dat observationele studies naar gebruik van media (o.a. televisie, computer) in de avond en effecten op slaap, gezondheid en/of (school)prestaties niet worden beschreven, tenzij ze meer inzicht bieden in de rol van (blauw) licht. Waar relevant, worden deze studies wel besproken in de discussie (hoofdstuk 7). Een groot deel van de niet geïncludeerde publicaties betroffen studies waarbij niet specifiek werd gekeken naar de blootstelling aan blauw licht in de avond of waarbij specifieke technologie werd onderzocht met een ander doel (bijvoorbeeld smartphoneapps voor het meten van slaap). Er zijn alleen studies geïncludeerd waarbij de invloed van (blauw) licht op de biologische klok, slaap of gezondheid onderdeel zijn van de hoofdvraag. En tot slot zijn enkele studies niet beschreven omdat het studies betrof met een eenmalige blootstelling/interventie (één avond) en daarmee geen nieuwe kennis leveren ten opzichte van de studies beschreven in het vorige rapport.

3 Vragenlijststudie: schermgebruik

3.1 Gegevens respondenten en response

De respons op de vragenlijst onder volwassen Lifelines-deelnemers was 40% (30.159 van de 76.407). Bij de kinderen (8-13 jaar) en adolescenten (13-18 jaar) was de respons respectievelijk 23% (699 van de 2994) en 17% (662/3998). Demografische gegevens van de respondenten zijn opgenomen in Tabel 1.

Tabel 1 Demografische gegevens van de respondenten.

	Kinderen	Adolescenten	Volwassenen
Geslacht			
Man, %	50	46	45
Vrouw, %	50	54	55
Leeftijd			
Gemiddelde, jaren (SD)	10 (1)	15 (1)	54 (12)
< 30 jaar, %	n.v.t.	n.v.t.	4
31-45 jaar, %	n.v.t.	n.v.t.	18
46-60 jaar, %	n.v.t.	n.v.t.	52
>60 jaar, %	n.v.t.	n.v.t.	27
Chronotype (MSFsc)*			
uu:mm (SD)	2:30 (0:42)	3:44 (1:13)	3:27 (1:09)
Vroeg (00:00 – 01:30), %	7	-	0,4
Enigszins vroeg (01:30 – 03:00), %	67	15	21
Enigszins laat (03:00 – 04:30), %	26	68	68
Laat (04:30 – 07:00), %	1	16	10
Schooltype**			
Laag, %	n.v.t.	12	n.v.t.
Middelhoog, %	n.v.t.	21	n.v.t.
Hoog, %	n.v.t.	62	n.v.t.
Opleidingsniveau***			
Laagopgeleid, %	n.v.t.	n.v.t.	25
Middelhoog opgeleid, %	n.v.t.	n.v.t.	37
Hoogopgeleid, %	n.v.t.	n.v.t.	37

n (kinderen 8-13 jaar): geslacht: 699; chronotype: 660.

n (adolescenten 13-18 jaar): geslacht: 662; chronotype: 552; schooltype: 263.

n (volwassenen): geslacht, leeftijd: 30159; chronotype: 22962; opleidingsniveau: 25132.

SD: standaarddeviatie

* chronotype (MSFs): chronotype gebaseerd op het middelpunt tussen het in slaap vallen en wakker worden op vrije dagen (mid-sleep on free days (MSF)), gecorrigeerd voor het langer slapen door slaapgebrek dat men opbouwt gedurende werk- of schooldagen.

** schooltype: laag: vmbo – m.u.v. theoretische leerweg; middelhoog: vmbo theoretische leerweg, mbo; hoog: havo/vwo.

*** opleidingsniveau: laagopgeleid: geen opleiding, lager onderwijs, mavo/vmbo; middelhoog opgeleid: havo/vwo, mbo; hoogopgeleid: hbo/wo.

Om te bepalen of er sprake is van response bias is bekeken in hoeverre de groep respondenten die de vragenlijsten invulde, verschilde van de genodigden die de vragenlijst niet invulden. Onder de volwassen respondenten die de vragenlijst invulden, waren er iets meer mannen (45% vs. 41% bij de niet-respondenten; $p < 0,001$) en de gemiddelde leeftijd lag iets hoger dan in de groep die de lijst niet invulde (55 jaar vs. 49 jaar; $p < 0,001$). Bij kinderen verschilde alleen de gemiddelde leeftijd significant tussen de respondenten en de niet-respondenten (10 jaar vs. 11 jaar; $p < 0,05$). Bij de adolescenten waren er geen verschillen tussen de respondenten en niet-respondenten voor geslacht, leeftijd en schooltype. Er kan dus sprake zijn van een kleine response bias, voornamelijk met betrekking tot leeftijd.

3.2 Frequentie van schermgebruik

3.2.1 *Frequentie van schermgebruik: per scherm*

Figuur 2 toont het aantal dagen van de week dat respondenten in de vier weken voorafgaand aan het invullen van de vragenlijst gemiddeld schermen gebruikten in de avond (tussen 19.00 en 06.00 uur) en in het uur voor het slapengaan. Het is mogelijk dat er meerdere schermen tegelijkertijd gebruikt worden.

Kinderen

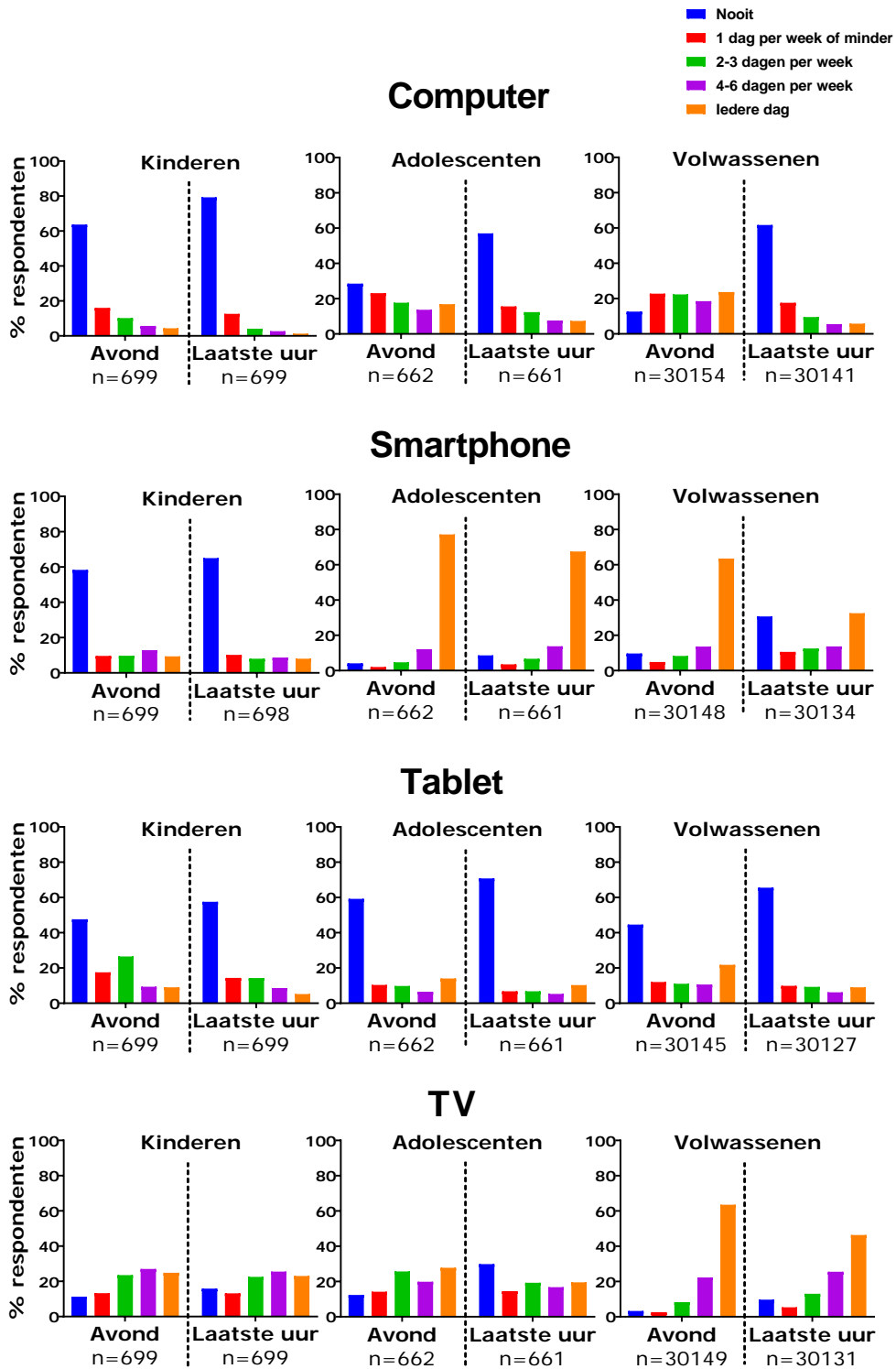
De kinderen maken het minst gebruik van schermen. Een groot deel van de respondenten in deze groep gebruikt 's avonds nooit een computer (64%), smartphone (58%) of tablet (48%). De tv is het meest gebruikte scherm; 25% van de kinderen kijkt elke avond tv. Bij deze groep is er geen duidelijk verschil tussen gebruik in de hele avond en het uur voor het slapengaan.

Adolescenten

Bij de adolescenten worden alle typen schermen vaker gebruikt dan bij de jongere leeftijdsgroep. De smartphone is verreweg het meest gebruikte scherm; 77% van de adolescenten gebruikt deze elke avond. In het uur voor het slapengaan is dit nog 68%. Ook bij deze leeftijdsgroep zijn de patronen van gebruik in de avond en in het uur voor het slapengaan nauwelijks verschillend.

Volwassenen

Bij volwassenen worden de smartphone en de tv gedurende de avond door de grootste groep respondenten iedere dag gebruikt; beide door 64% van respondenten. Het dagelijks gebruik van deze schermen in het uur voor het slapengaan was lager, respectievelijk 33% (smartphone) en 46% (tv). Vooral bij de computer verschilt het patroon duidelijk tussen de gehele avond en het uur voor het slapengaan. Ruim 60% van de volwassen respondenten gebruikt in het uur voor het slapengaan nooit een laptop. Over de hele avond is dit 13%.



Figuur 2: Schermgebruik tussen 19.00 en 06.00 ('Avond') en in het uur voor het slapengaan ('Laatste uur'). Gemiddelde frequentie van gebruik per week van: computer, smartphone, tablet en tv in een periode van vier weken voorafgaand aan het invullen van de vragenlijst. In de grafiek is het percentage deelnemers per frequentie categorie weergegeven voor elk van de leeftijdscategorieën - kinderen (8-13 jaar) (links), adolescenten (13-18 jaar) (midden) en volwassenen (rechts).

3.2.2 *Frequentie van schermgebruik: relatie met geslacht, leeftijd, opleidingsniveau en chronotype*

Er is gekeken of er verschillen zijn in het gebruik van schermen in de avond, afhankelijk van geslacht, leeftijd, opleidingsniveau en chronotype. Bij de uitsplitsing van frequentie van gebruik naar geslacht zijn er slechts kleine verschillen te zien: een groter deel van de mannen/jongens gebruikt elke dag een computer en een groter deel van de vrouwen/meisjes gebruikt dagelijks hun smartphone in de avonden (Annex 1, tabel 1A).

Verschillende leeftijdscategorieën bij volwassenen laten (kleine) verschillen in patronen van gebruik van de verschillende apparaten in de avond zien (Annex 1, tabel 1B). Het aandeel van respondenten dat elke avond een smartphone gebruikt, neemt sterk af naarmate men ouder wordt. Daarentegen neemt het aandeel tv-kijkers juist toe met de leeftijd. Dagelijks gebruik van de computer en de tablet is minder frequent dan de tv en smartphone, maar komt het meest voor bij de respondenten in de categorie 46-60 en >60 jaar.

Het gebruik van de verschillende schermen uitgesplitst naar opleidingsniveau is opgenomen in Annex 1, tabel 1C. Onder hoger opgeleide volwassen respondenten is het aandeel dat elke dag zijn smartphone gebruikt groter. Onder lager opgeleiden zijn er meer respondenten die dagelijks tv kijken. Dit laatste verschil is ook te zien bij adolescenten.

Met betrekking tot het chronotype is bij de volwassenen en de adolescenten te zien dat door de respondenten met een enigszins laat of laat chronotype (MSFsc tussen 03:00 en 07:00), vooral de smartphone en de computer vaker worden gebruikt in de avond (Annex 1, tabel 1D). Bij de kinderen worden alle schermen frequenter gebruikt door de respondenten met een laat of zeer laat ritme.

3.2.3 *Frequentie van schermgebruik: samengevat gebruik van één of meerdere schermen*

Uit de frequentie van schermgebruik per scherm (paragraaf 3.2.1) blijkt dat schermgebruik in de avond voor elk van de drie leeftijdscategorieën veelvuldig voorkomt. Daarbij worden er mogelijk meerdere schermen tegelijk gebruikt. Tabel 2 geeft weer hoeveel respondenten *dagelijks* gebruikmaken van minimaal één scherm. Wanneer alleen gekeken wordt naar gebruik van computer, smartphone en/of tablet, gebruikt 22% van de kinderen dagelijks één of meerdere van deze schermen (Tabel 2) Bij de adolescenten is dit 83% en bij de volwassenen is dit 74% van de respondenten. Wanneer ook de tv als scherm in het gebruik wordt meegenomen, blijkt dat respectievelijk 39%, 86% en 88% van de respondenten dagelijks één of meerdere schermen gebruikt in de avond.

Tabel 2 Schermgebruik samengevat

Dagelijks schermgebruik	Kinderen, % (n)	Adolescenten, % (n)	Volwassenen, % (n)
Computer en/of smartphone en/of tablet	22 (154)	83 (550)	74 (22397)
Computer en/of smartphone en/of tablet en/of tv	39 (269)	86 (568)	88 (26515)

3.3 Duur van schermgebruik

Respondenten werden gevraagd aan te geven wat de duur van gebruik was van verschillende schermen in de avond. Het ging hierbij om het gemiddelde aantal uren op de dagen dat men het apparaat gebruikte.

3.3.1 Duur van schermgebruik: per scherm

Figuur 3 toont het aantal uren dat de schermen gemiddeld per avond werden gebruikt door de respondenten in verschillende leeftijdsgroepen.

Kinderen

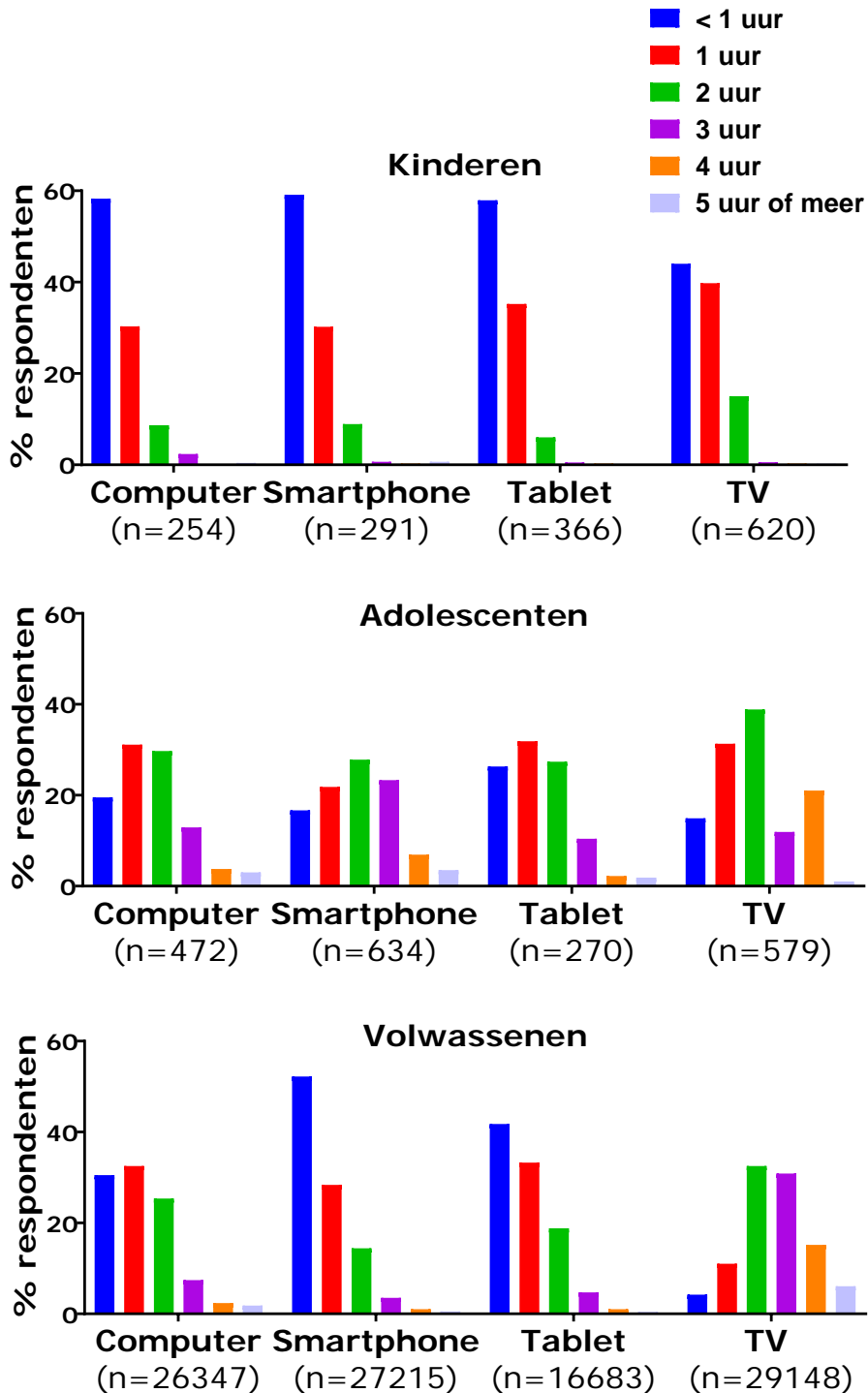
In de groep kinderen worden de meeste schermen slechts kortdurend gebruikt – meestal één uur of korter. Slechts een kleine groep gebruikt een scherm voor langer dan twee uur op een avond (7-16%; variërend per type scherm).

Adolescenten

Adolescenten maken op een avond vaak langer gebruik van de verschillende schermen. Gebruik van twee uur op een avond komt regelmatig voor bij 27-39% (variërend per type scherm) van de respondenten.

Volwassenen

Onder volwassen respondenten worden de smartphone en tablet door een aanzienlijk deel van de respondenten vooral kortdurend gebruikt. Bij de computer en tv varieert de duur van het gebruik meer over de respondenten. Bij de tv is de groep van respondenten die drie uur of langer kijkt het grootst van de vier apparaten.



Figuur 3: Aantal uren schermgebruik tussen 19.00 en 06.00. Gemiddelde duur van gebruik avond: computer, smartphone, tablet en tv in een periode van vier weken voorafgaand aan het invullen van de vragenlijst. In de grafiek is het percentage deelnemers per duur categorie weergegeven voor elk van de leeftijdscategorieën - kinderen (boven), adolescenten (midden) en volwassenen (onder).

3.3.2 *Duur van blootstelling aan schermen: samengevat gebruik van één of meerdere schermen*

De samengestelde duur van blootstelling aan schermen geeft weer hoelang respondenten in de avond gebruikmaakten van één of meerdere van drie typen schermen (computer, smartphone en/of tablet). Bij het bepalen van de duur van blootstelling aan schermen is de hoogste zelfgerapporteerde duur van gebruik van deze schermen meegenomen. De gebruiksduur van de verschillende schermen is niet bij elkaar opgeteld, aangezien men meerdere schermen tegelijkertijd kan gebruiken. De tv is als een aparte categorie meegenomen, omdat in eerdere rapportage geen associatie is gevonden tussen het kijken van tv en slaapduur (Van Kerkhof et al. 2017).

Bij de computer, smartphone en/of tablet is er het vaakst een langdurige blootstelling bij de adolescenten. Bij de tv is dit bij de volwassenen het geval (Tabel 3).

Tabel 3 Duur van de blootstelling aan lichtgevende schermen.

Computer, smartphone en/of tablet	8-13 jaar, % (n)	13-18 jaar, % (n)	Volwassenen, % (n)
Korte blootstelling	61 (427)	5 (32)	18 (5484)
Middellange blootstelling	29 (201)	19 (124)	33 (9999)
Langdurige blootstelling	10 (71)	76 (505)	49 (14672)
TV			
Korte blootstelling	50 (352)	25 (168)	7 (2203)
Middellange blootstelling	35 (247)	27 (181)	11 (3220)
Langdurige blootstelling	14 (100)	47 (312)	82 (24717)

korte blootstelling: geen schermgebruik of <één uur gebruik van één of meerdere scherm(en) in de avond

middellange blootstelling: maximaal één uur gebruik van één of meerdere scherm(en) in de avond

langdurige blootstelling: twee uur of langer gebruik van één of meerdere scherm(en) in de avond

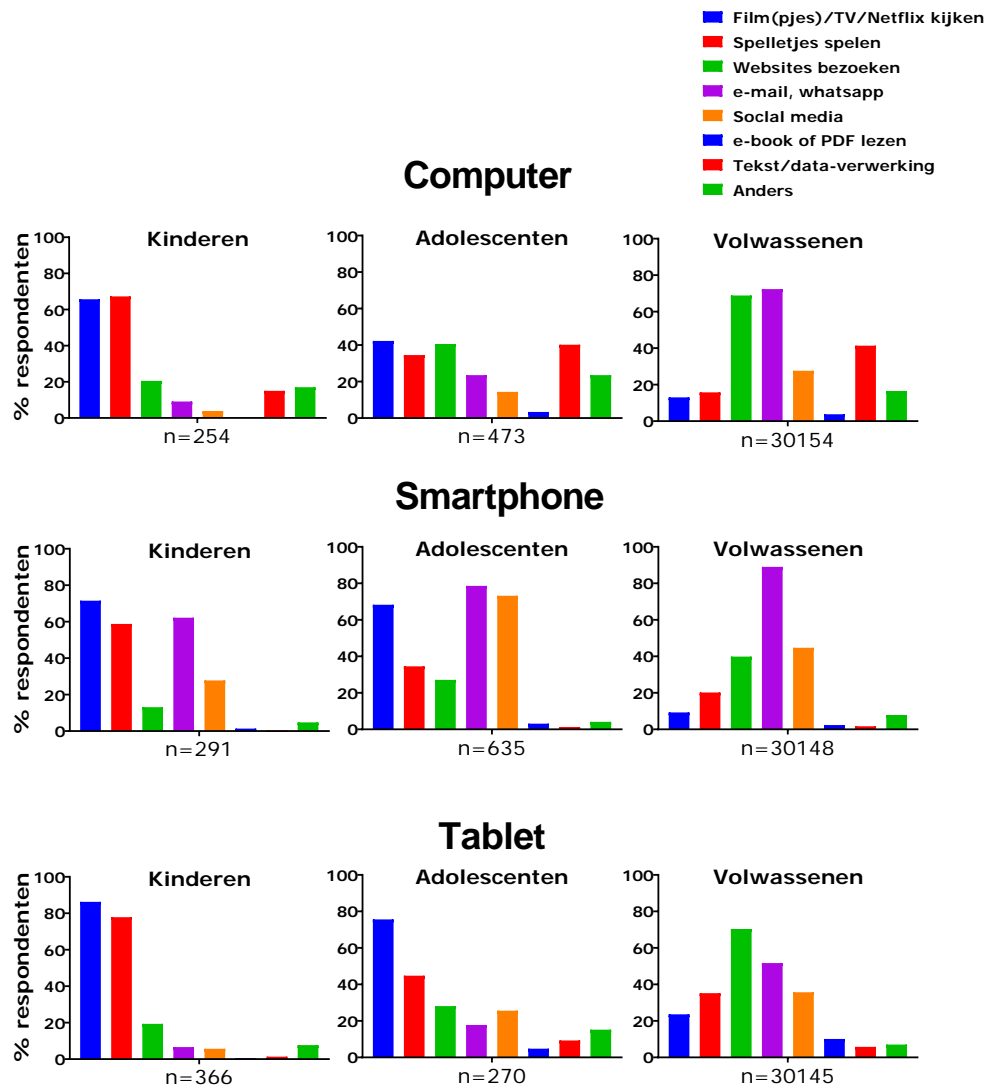
n (kinderen 8-13 jaar): computer, smartphone en/of tablet: 699; tv: 699.

n (adolescenten 13-18 jaar): computer, smartphone en/of tablet: 661; tv: 661.

n (volwassenen): computer, smartphone en/of tablet: 30155; tv: 30140.

3.4 **Activiteiten**

Figuur 4 toont per type scherm welke activiteiten de respondenten ondernamen op hun computer, smartphone of tablet. De tv is niet opgenomen in dit overzicht. Deze werd voornamelijk gebruikt voor het bekijken van film(pjes)/tv/Netflix (97-99% van de deelnemers, variërend per leeftijdscategorie), en door een relatief kleine groep kinderen en adolescenten (respectievelijk 7% en 9%) ook voor het spelen van spelletjes.



Figuur 4: Activiteiten uitgevoerd tijdens gebruik van schermen tussen 19.00 en 06.00 uur op computer, smartphone of tablet in een periode van vier weken voorafgaand aan het invullen van de vragenlijst. De tv is niet opgenomen in dit overzicht, omdat deze voornamelijk werd gebruikt voor 'Film(pjes)/tv/Netflix kijken'. In de grafiek is het percentage deelnemers per frequentie categorie weergegeven voor elk van de leeftijdscategorieën - kinderen (8-13 jaar) (links), adolescenten (13-18 jaar) (midden) en volwassenen (rechts).

Kinderen

Kinderen gebruikten de verschillende schermen vooral voor het kijken van filmpjes/tv/Netflix (59-99% variërend per type scherm) en voor het spelen van spelletjes (7-78% variërend per type scherm). De smartphone werd ook regelmatig gebruikt voor e-mail en whatsapp en voor sociale media.

Adolescenten

Het activiteitenpatroon van adolescenten varieert meer dan dat van kinderen. Op de tv (99%) en tablet (76%) is het kijken van filmpjes/tv/Netflix ook bij deze groep de meest voorkomende activiteit, maar de smartphone wordt door deze groep veel gebruikt voor e-mail en whatsapp (79%) en voor sociale media (73%).

Volwassenen

Op de computer en de tablet zijn onder de volwassenen e-mail/whatsapp (respectievelijk 72% en 52%) en het bezoeken van websites (respectievelijk 69% en 70%) de meest uitgevoerde activiteiten. De computer wordt daarnaast veel gebruikt voor tekst- en dataverwerking (41%). De smartphone wordt het meest gebruikt voor e-mail/whatsapp (89%) en voor sociale media (45%). Behalve bij de tv (99%) is het aandeel van de volwassenen dat de schermen gebruikt om filmpjes/tv te kijken lager dan bij de kinderen.

3.5 Lichtinstellingen

Bij elk van de apparaten die door de respondenten in de avond werden gebruikt, werd gevraagd in hoeverre men de lichtinstellingen (helderheid) van het scherm aanpast (Annex 2, tabel 2A).

De groep van adolescenten past op alle schermen het meest handmatig de lichtinstellingen aan. Onder de volwassenen en kinderen is dit minder gebruikelijk. Vooral de volwassen respondenten maken gebruik van de automatische lichtinstellingen. De lichtinstellingen worden bij alle leeftijdsgroepen het minst vaak handmatig ingesteld bij de tv.

Het gebruik van programma's of apps om blauw licht te filteren tijdens de avond/nacht is beperkt. Van de volwassenen gebruikt 16% regelmatig (meer dan 1x per week) dit soort programma's of apps op één of meerdere schermen (Annex 2, tabel 2B). Bij kinderen is dit 18%, bij adolescenten ligt het aandeel hoger met 45%. Het filteren van blauw licht wordt het meeste gedaan op de smartphone (10-41%, variërend per leeftijdscategorie).

4 Vragenlijststudie: relatie tussen slaap en schermgebruik

Voor kinderen (8-13 jaar) en adolescenten (13-18 jaar) werden naast gegevens over schermgebruik ook gegevens over slaapgedrag uitgevraagd in de vragenlijsten. Voor volwassenen zijn deze gegevens er niet. Dit hoofdstuk, waarin de relatie tussen slaap en schermgebruik wordt behandeld, focust daarom alleen op kinderen en adolescenten.

4.1 Slaapgedrag

De berekende duur van de slaap – gemiddeld over schooldagen en weekenddagen – was gemiddeld 10 uur voor kinderen (standaarddeviatie 0,78 uur) en 8,6 uur voor adolescenten (standaarddeviatie 0,89 uur) (Annex 3). Dit is in overeenstemming met aanbevelingen voor slaapduur bij deze leeftijdscategorieën (National Sleep Foundation). Op schooldagen slapen met name adolescenten, korter dan in het weekend (gemiddeld 1,5 uur minder).

De gemiddelde score voor slaapklachten (PSQI), en voor symptomen van slaapttekort overdag (CRSQ) is bij adolescenten (PSQI: 4,2; CRSQ: 13,9) dan bij kinderen (PSQI: 2,9; CRSQ: 4,2) (Annex 3).

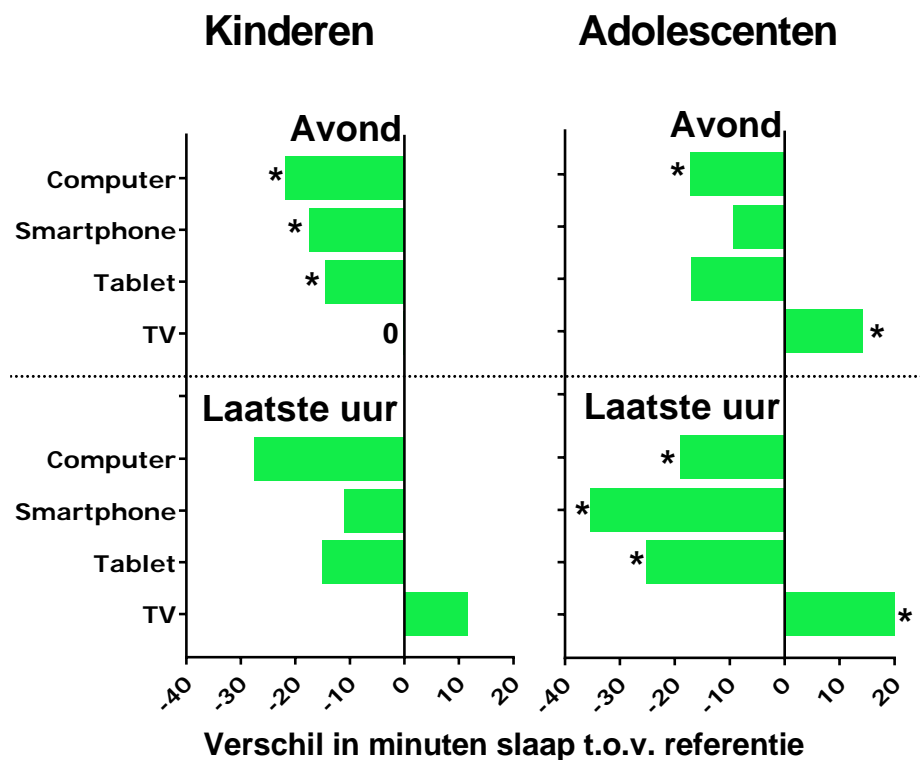
4.2 Associaties met slaapduur

4.2.1 *Frequentie van schermgebruik: per scherm*

Figuur 5 geeft de samenhang weer tussen dagelijks gebruik van de verschillende typen schermen, en slaapduur. Hieruit blijkt dat bij kinderen dagelijks gebruik van de computer, de smartphone of de tablet **in de avond** geassocieerd met 15-22 minuten minder slaap vergeleken met kinderen die deze schermen in de avond nooit gebruiken. Voor gebruik van deze schermen **in het uur** voor het slapengaan is de gemiddelde slaap ook korter, maar deze associaties zijn niet significant. Omdat kinderen van deze leeftijdsgroep (8-13 jaar) relatief vroeg in de avond gaan slapen (gemiddelde tijdstip van in slaap vallen is 21.11 uur), zit er veel overlap tussen schermgebruik in de **gehele avond** en in het uur voor het slapengaan. Het feit dat er **in het uur** voor het slapengaan geen significante relatie is met kortere slaap heeft waarschijnlijk te maken met grootte van de groep: slechts een zeer klein aantal kinderen gebruikt in het uur voor het slapengaan dagelijks schermen anders dan de tv. Bij adolescenten is in de **gehele avond** alleen dagelijks gebruik van de computer geassocieerd met 17 minuten minder slaap. Voor gebruik **in het uur** voor het slapengaan zijn er ook associaties met smartphone en tablet gebruik (tot 35 minuten minder slaap). Wanneer specifiek gekeken wordt naar schooldagen zijn de verschillen in minuten slaap tussen kinderen die dagelijks de schermen gebruiken en kinderen die dat nooit doen, tot elf minuten groter (Annex 4 tabel 4A en 4B) dan op weekenddagen.

Adolescenten die dagelijks tv kijken in de avond of in het uur voor het slapengaan, slapen gemiddeld 14-21 minuten langer dan adolescenten die dit nooit doen. Een dergelijke associatie is niet gevonden voor kinderen (Figuur 5). Associaties van oplopende frequenties van schermgebruik per week en slaapduur zijn opgenomen in Annex 4, tabel

4A. Hier is te zien dat er in de meeste gevallen een frequentie-afhankelijke relatie is met slaapduur, dus over het algemeen geldt bij oplopende frequentie van schermgebruik dat er een kortere slaapduur wordt gezien.



Figuur 5: Verschil in het aantal minuten slaap tussen respondenten die dagelijks een computer, smartphone, tablet of tv gebruikten ten opzichte van respondenten die nooit deze schermen gebruikten (0: referentie) weergegeven voor elk van de leeftijdscategorieën – kinderen (8-13 jaar) (links), adolescenten (13-18 jaar) (rechts). *: significant verschil ten opzichte van de referentiecategorie (0: respondenten die nooit gebruik maken van het betreffende scherm), $p < 0,05$.

4.2.2 Frequentie van schermgebruik: samengevat gebruik van één of meerdere schermen

Kinderen en adolescenten die dagelijks gebruik maken van één of meerdere schermen (een computer en/of een smartphone en/of een tablet) in de avond, slapen gemiddeld ongeveer 26-31 minuten korter dan kinderen en adolescenten die slechts één dag per week of minder doen (Tabel 4). De tv is hierbij niet meegenomen, omdat uit de analyse per scherm blijkt dat hier geen associatie is met slaap, of dat de associatie omgekeerd is (Figuur 5). Tabel 4 geeft het verschil in het aantal minuten slaap weer gemiddeld over de week (vijf schooldagen en twee weekenddagen). Op schooldagen alleen zijn de verschillen in het aantal minuten slaap tussen kinderen die dagelijks de schermen gebruiken en kinderen die dat slechts één dag per week of minder doen vier minuten groter dan op weekenddagen (Annex 4, tabel 4B). Bij adolescenten is er geen verschil tussen schooldagen en weekenddagen.

Tabel 4 Verschil in het aantal minuten slaap bij kinderen en adolescenten die in de avond regelmatig of dagelijks gebruik maken van een computer, smartphone en/of tablet ten opzichte van kinderen en adolescenten die 1 dag per week of minder doen.

Gebruik van computer en/of smartphone en/of tablet	Kinderen	Adolescenten
1 dag per week of minder	Referentie	Referentie
2 t/m 6 dagen per week, Aantal minuten (95% BI)	-6,8 (-13,9; 0,43)	-14,2 (-41,8; 13,4)
Dagelijks gebruik, Aantal minuten (95% BI)	-25,7 (-34,8; -16,6)	-31,3 (-57,6; -5,1)

1 dag per week of minder: er wordt maximaal 1 dag per week een van de schermen gebruikt (computer, smartphone en/of tablet).

2 t/m 6 dagen per week: Minimaal 1 van de schermen (computer, smartphone en/of tablet) wordt gedurende 2 t/m 6 dagen per week gebruikt, geen enkel scherm wordt dagelijks gebruikt.

dagelijks gebruik: Minimaal één van de schermen (computer, smartphone en/of tablet) wordt dagelijks gebruikt.

BI: betrouwbaarheidsinterval

Voor vetgedrukte coëfficiënten en betrouwbaarheidsintervallen is het effect significant ($p < 0,05$).

4.2.3 Duur van blootstelling: samengevat gebruik van één of meerdere schermen

De duur van blootstelling aan lichtgevendende schermen en het effect daarvan op het aantal minuten slaap gemiddeld genomen over de week is weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5 Verschil in het aantal minuten slaap bij kinderen met middellange of langdurige blootstelling aan schermen ten opzichte van korte blootstelling

Computer, smartphone, tablet	8-13 jaar	13-18 jaar
Korte blootstelling	Referentie	Referentie
Middellange blootstelling, Aantal minuten (95% BI)	-5,8 (-13,0; 1,4)	-11,3 (-30,8; 8,1)
Langdurige blootstelling, Aantal minuten (95% BI)	-36,0 (-46,9; -25,1)	-34,5 (-52,6; -16,4)

korte blootstelling: geen schermgebruik of < één uur gebruik van één of meerdere scherm(en) in de avond.

middellange blootstelling: maximaal één uur gebruik van één of meerdere scherm(en) in de avond.

langdurige blootstelling: twee uur of langer gebruik van één of meerdere scherm(en) in de avond.

BI: betrouwbaarheidsinterval

Voor vetgedrukte coëfficiënten en betrouwbaarheidsintervallen is het effect significant ($p < 0,05$).

Zowel kinderen als adolescenten die zich in de avond langdurig blootstellen aan computer, smartphone of tablet, slapen gemiddeld korter dan kinderen met een korte blootstelling aan deze apparaten. Het aantal minuten minder slaap is per leeftijdscategorie respectievelijk 36 minuten en 35 minuten. Wanneer de associatie specifiek wordt bekeken voor schooldagen, zijn de verschillen tussen kinderen met een

langdurige blootstelling vs. een korte blootstelling nog groter met gemiddeld 42 minuten minder slaap voor beide leeftijdscategorieën (Annex 4, tabel 4B).

4.2.4 *Specificatie van gevonden verschillen in slaapduur*

In de bovenstaande paragrafen is beschreven dat zowel frequent gebruik als langdurige blootstelling aan lichtgevende schermen (met uitzondering van tv) geassocieerd is met kortere slaapduur. In aanvullende analyses zijn associaties onderzocht tussen schermgebruik en het tijdstip van inslapen, het middelpunt van de slaap en het tijdstip van wakker worden (Annex 4, tabel 4A-B). Hieruit blijkt dat het merendeel van de associaties van schermgebruik met kortere slaap worden verklaard, doordat kinderen later gaan slapen. Op schooldagen verschilt het tijdstip van wakker worden nauwelijks tussen kinderen en adolescenten die frequent of langdurig worden blootgesteld aan schermen en kinderen en adolescenten die niet of kort worden blootgesteld. Doordat het tijdstip van gaan slapen later is, en het tijdstip van wakker worden hetzelfde, ligt het middelpunt van de slaap later in de nacht, en is de duur van de slaap korter. Hoewel de kinderen en adolescenten die frequent of langdurig schermen gebruiken in het weekend vaker ook op een later tijdstip wakker worden dan kinderen en adolescenten die dit niet of kortdurend doen, compenseert dit slechts ten dele voor het later gaan slapen.

4.3 **Associaties met slaapklachten en symptomen van slaaptkort overdag**

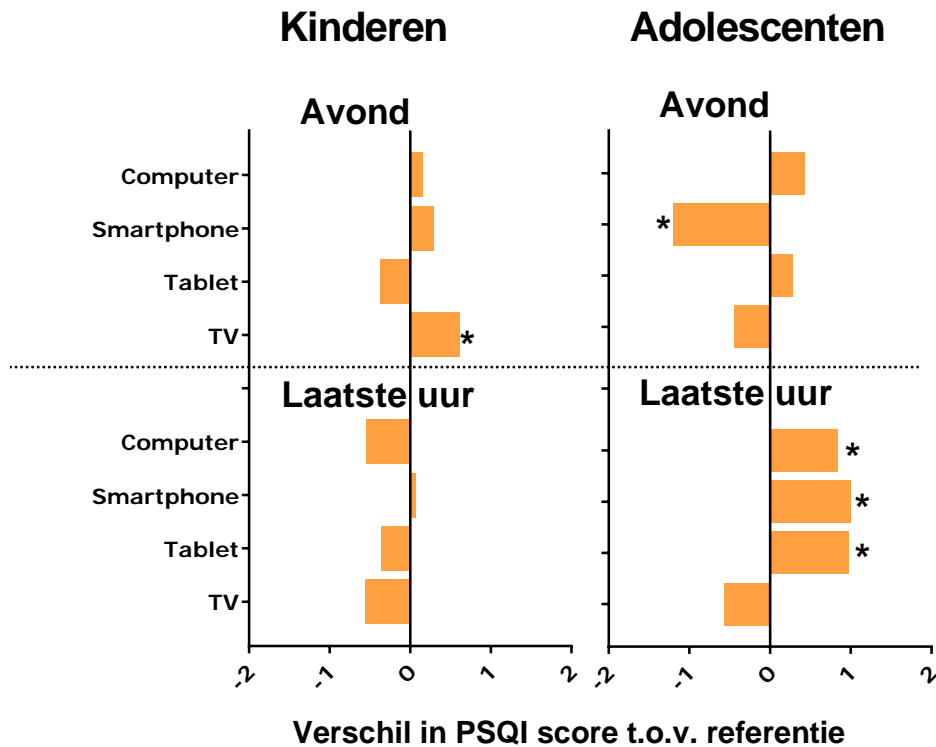
Naast de associatie tussen schermgebruik en duur van de slaap is ook gekeken naar associaties met andere aspecten gerelateerd aan slaap: slaapklachten (PSQI) en symptomen van slaaptkort overdag (CRSQ). De volledige resultaten van deze analyses zijn opgenomen in Annex 4, tabel 4C-E.

4.3.1 *Frequentie van blootstelling aan schermen*

Kinderen

Wanneer de verschillende schermen los worden bekeken is alleen het dagelijks kijken van tv **in de avond** geassocieerd met een iets hogere score op de PSQI (meer slaapklachten), en dagelijks gebruik van de computer **in de avond** met hogere score op de CRSQ (meer symptomen van slaaptkort overdag) (Figuur 6 en Figuur 7). Deze effecten worden niet gevonden **in het uur** voor het slapen gaan. Bij frequent maar niet dagelijks gebruik werden wisselende effecten gevonden (Annex 4, tabel 4C-E).

Wanneer gekeken wordt naar de samenvattende maat voor de frequentie van gebruik waarbij één of meerdere schermen dagelijks worden gebruikt, is dit niet geassocieerd met slaapklachten en/of symptomen van slaaptkort overdag (Annex 4, tabel 4C-E).



Figuur 6: Verschil in score voor slaapklachten op de PSQI (score range 0-21) tussen respondenten die dagelijks een computer, smartphone, tablet of tv gebruikten ten opzichte van respondenten die nooit deze schermen gebruikten (0: referentie) weergegeven voor elk van de leeftijdscategorieën - kinderen (8-13 jaar) (links), adolescenten (13-18 jaar) (rechts). *: significant verschil ten opzichte van de referentiecategorie (0: respondenten die nooit gebruik maken van het betreffende scherm), $p < 0,05$.

Adolescenten

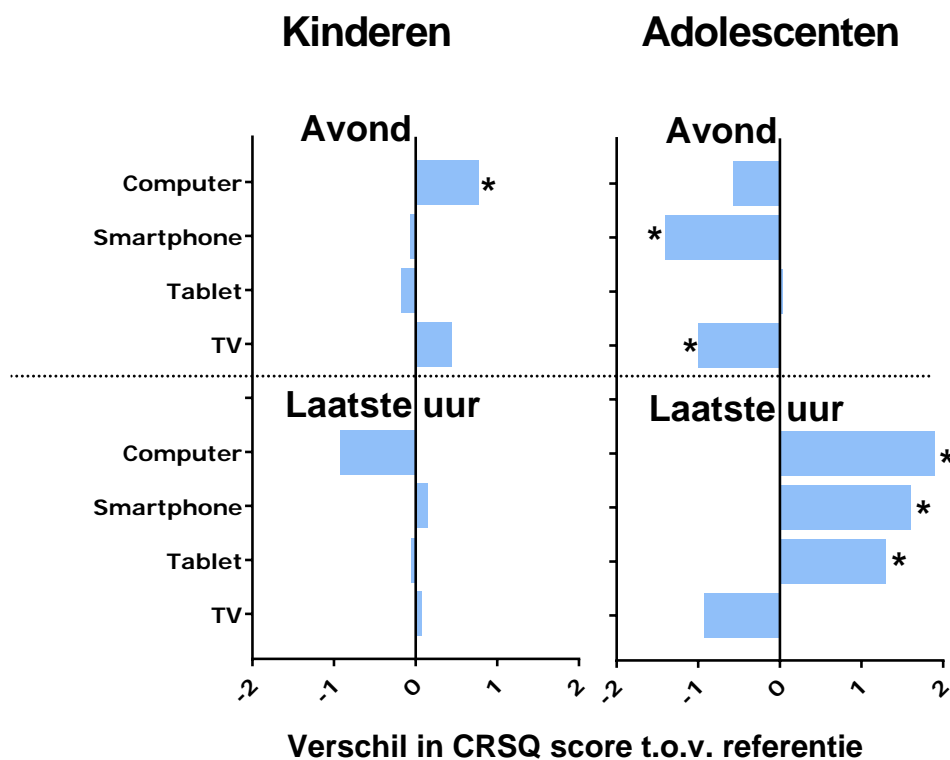
Bij adolescenten werden geen associaties gevonden tussen dagelijks gebruik van de individuele schermen **in de avond** en *meer* slaapklachten of *meer* symptomen van slaaptkort overdag (Figuur 6 en Figuur 7). Daarentegen is het dagelijks gebruik van de smartphone in de avond geassocieerd met *minder* slaapklachten en *minder* symptomen van slaaptkort overdag. Ook bij dagelijks tv kijken zijn symptomen van slaaptkort overdag *minder*.

Er werden bij adolescenten wél associaties gevonden met *meer* slaapklachten of *meer* symptomen van slaaptkort overdag voor gebruik van verschillende schermen **in het uur** voor het slapengaan (Figuur 6 en Figuur 7). Het dagelijks gebruik van de computer, smartphone en/of tablet **in het uur** voor het slapengaan is geassocieerd met een hogere score op zowel de PSQI als de CRSQ, vergeleken met de kinderen die deze apparaten nooit gebruiken. Net als bij de kinderen werden wisselende effecten gevonden bij frequent, maar niet dagelijks gebruik van de verschillende schermen (Annex 4, tabel 4C-E).

Dagelijks gebruik van de computer en tablet in het uur voor het slapengaan is bij adolescenten bovendien geassocieerd met een hogere

relatieve kans op slechte slaap (score van >5 op de PSQI) vergeleken met adolescenten die deze schermen nooit gebruiken in het uur voor het slapengaan. Bij gebruik van de smartphone is deze trend ook zichtbaar, maar niet significant (Annex 4, tabel 4D).

Net als bij kinderen, was bij adolescenten de samenvattende maat voor dagelijks gebruik van één of meerdere schermen **in de avond** niet geassocieerd met slaapklasten of symptomen van slaaptkort overdag (Annex 4, tabel 4C-E).



Figuur 7: Verschil in score voor symptomen van slaaptkort overdag op de CRSQ (score range 9-27) tussen respondenten die dagelijks een computer, smartphone, tablet of tv gebruikten ten opzichte van respondenten die nooit deze schermen gebruikten (0: referentie) weergegeven voor elk van de leeftijdscategorieën – kinderen (8-13 jaar) (links), adolescenten (13-18 jaar) (rechts). *: significant verschil ten opzichte van de referentiecategorie (0: respondenten die nooit gebruikmaken van het betreffende scherm), $p < 0,05$.

4.3.2

Duur van blootstelling aan schermen en kwaliteit van de slaap

Bij kinderen is langdurige blootstelling aan de computer, smartphone en/of tablet geassocieerd met een hogere score voor slaapklasten vergeleken met een korte blootstelling aan schermen. Bij adolescenten is deze associatie er niet (Annex 4, tabel 4C-E). Ook zijn er geen associaties gevonden tussen langdurige blootstelling aan schermen en symptomen van slaaptkort overdag.

5 Interventiestudie: relatie tussen licht, schermgebruik, biologische klok en slaap bij middelbare scholieren

5.1 Frequente versus niet-frequente schermgebruikers

In totaal namen 25 frequente schermgebruikers (negen meisjes en zestien jongens) en dertig niet-frequente gebruikers (veertien meisjes en zestien jongens) deel aan het onderzoek (Tabel 6). De frequente gebruikers (gemiddelde leeftijd \pm standaarddeviatie: $15,2 \pm 1,5$ jaar) waren iets ouder dan de niet-frequente gebruikers ($14,3 \pm 1,2$ jaar).

Tabel 6 Demografische gegevens van de studiepopulatie

	Frequente gebruikers	Niet-frequente gebruikers
Geslacht (meisjes/jongens)	9/16	14/16
Schooltype (vmbo/havo of vwo)	3/22	0/25
Leeftijd	16 (14; 16)	15 (13;15)
Chronotype (mid-slaap op vrije dagen)	04:53 (03:50; 06:12)	04:08 (03:38; 04:53)

Voor leeftijd en chronotype wordt de mediaan (25ste percentiel ; 75^{ste} percentiel) getoond.

Voor vetgedrukte uitkomstmaten is er een significant groepsverschil ($p < 0,05$).

Het gangbare schermgebruik was langduriger en vaker in de groep frequente gebruikers. Dit was zichtbaar bij de computer en smartphone; er waren geen groepsverschillen in het gebruik van tablet en televisie (Tabel 7).

Tabel 7 Gangbaar schermgebruik per apparaat

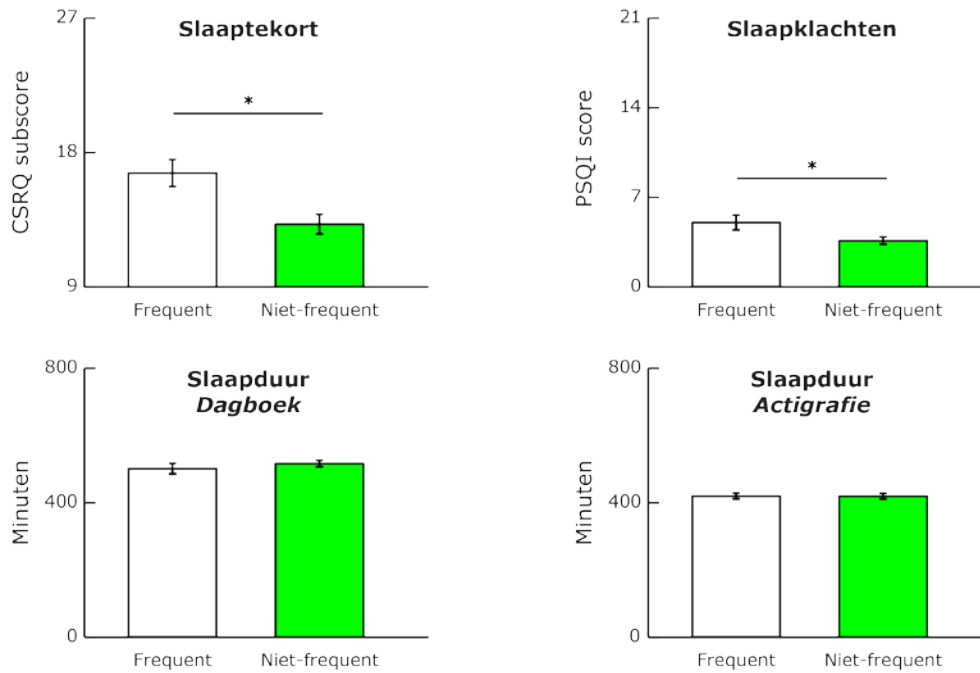
	Frequente gebruikers	Niet-frequente gebruikers
Duur van gebruik (avonduren per dag)		
Computer	2,0 (0,5; 3,0)	0,5 (0,1; 1,0)
Smartphone	2,0 (1,0; 3,0)	1,0 (0,5; 2,0)
Tablet	0 (0; 1,0)	0,5 (0; 0,9)
Televisie	1,0 (0,5; 2,0)	1,0 (0,6; 1,9)
Frequentie van gebruik voor het slapengaan (dagen/week)		
Computer	2,5 (1,0; 7,0)	1,0 (0; 2,4)
Smartphone	7,0 (5,0; 7,0)	5,0 (2,5; 7,0)
Tablet	0 (0; 2,5)	0 (0; 2,5)
Televisie	2,5 (0; 5,0)	2,5 (1,0; 5,0)

Voor alle uitkomstmaten wordt de mediaan (25ste percentiel ; 75^{ste} percentiel) getoond.

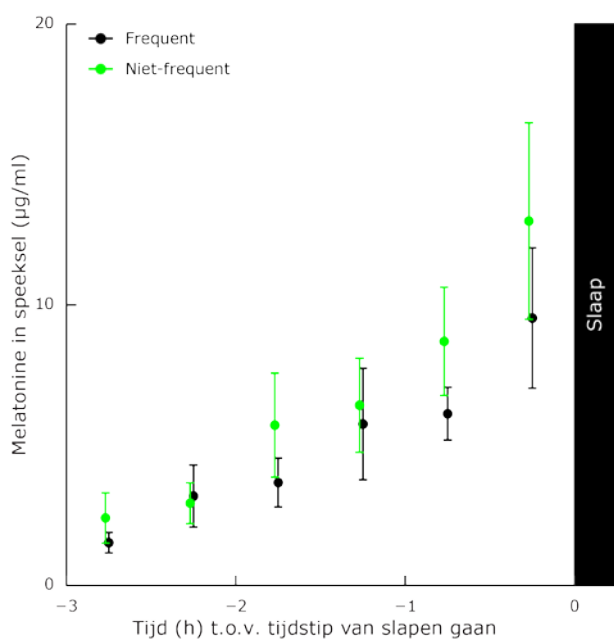
Voor vetgedrukte uitkomstmaten is er een significant groepsverschil ($p < 0,05$).

In vergelijking met de niet-frequente gebruikers, rapporteerden de frequente gebruikers meer slaapklachten (hogere PSQI score) en meer symptomen van slaapttekort overdag (hogere CSRQ score) (Figuur 8). De gegevens uit het slaapdagboek en de actigrafie lieten zien dat er

geen verschil was tussen frequente en niet-frequente gebruikers in de slaaptijden of in slaapduur (Tabel 8). Hierbij waren er geen verschillen tussen schooldagen en weekenddagen. Ook de melatonineconcentraties voor het slapengaan verschilden niet tussen de twee onderzoeksgroepen (Figuur 9).



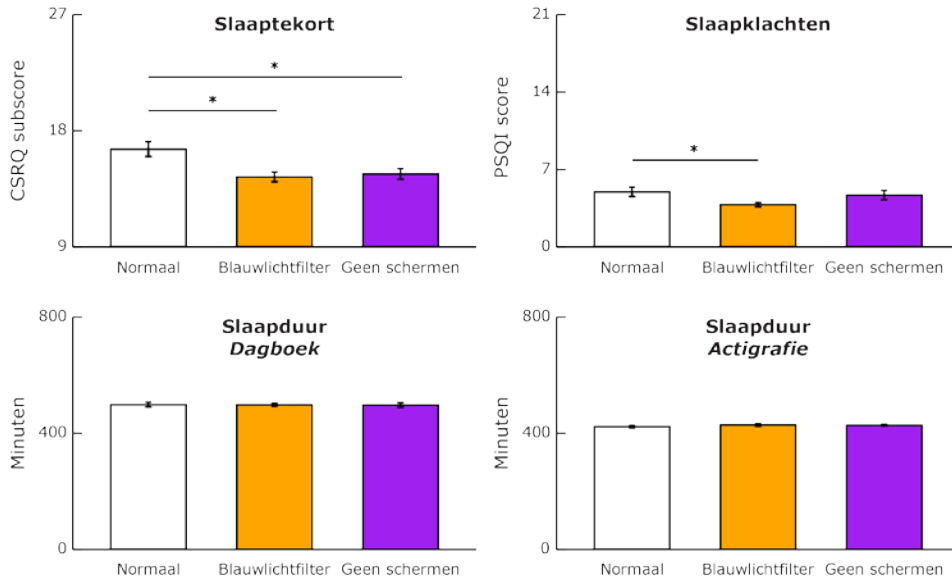
Figuur 8: Zelf-gerapporteerde symptomen van slaaptekort overdag, slaapklachten en slaapduur bij de twee onderzoeksgroepen. De kolommen geven het gemiddelde aan bij frequente (wit) en niet-frequente (groen) schermgebruikers. De foutbalken laten de standaardfout zien. Significante groepsverschillen ($p < 0,05$) worden aangeduid met een asterisk (). CSRQ, Chronic Sleep Reduction Questionnaire; PSQI, Pittsburgh Sleep Quality Index.*



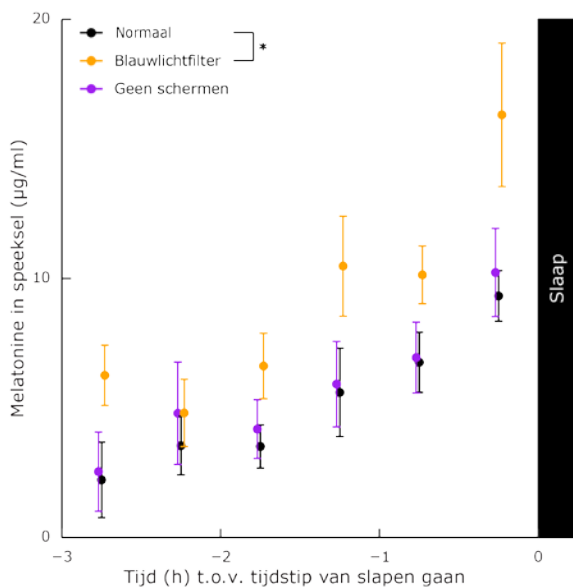
Figuur 9: Melatonineconcentratie in speeksel voor het slapen gaan bij de twee onderzoeksgroepen. De punten geven het gemiddelde aan bij frequente (zwart) en niet-frequente (groen) schermgebruikers. De foutbalken laten de standaardfout zien.

5.2 De effecten van de interventies

Het dragen van de blauwlicht-blokkerende bril in de avond zorgde ervoor dat de frequente schermgebruikers minder symptomen van slaapttekort overdag hadden en ook minder slaapklachten (Figuur 10). In de week waarin de scholieren zich onthielden van schermgebruik in de avond, hadden ze ook minder last van symptomen van slaapttekort overdag, maar veranderde de mate van slaapklachten niet.



Figuur 10: Het effect van de interventies op zelf-gerapporteerde symptomen van slaaptekort overdag, slaapklachten en slaapduur bij de frequente schermgebruikers. De kolommen geven het gemiddelde aan onder normale omstandigheden (wit), bij het dragen van een blauwlicht-blokkerende bril in de avond (oranje) en bij onthouding van schermgebruik in de avond (paars). De foutbalken laten de standaardfout binnen een proefpersoon zien. Significante verschillen tussen condities ($p < 0,05$) worden aangeduid met een asterisk (*). CSRQ, Chronic Sleep Reduction Questionnaire; PSQI, Pittsburgh Sleep Quality Index.



Figuur 11: Melatonineconcentratie in speeksel voor het slapen gaan bij de frequente gebruikers bij de drie verschillende onderzoekcondities. De punten geven het gemiddelde aan onder normale omstandigheden (zwart), bij het dragen van een blauwlicht-blokkerende bril in de avond (oranje) en bij onthouding van schermgebruik in de avond (paars). De foutbalken laten de standaardfout binnen een proefpersoon zien. Het tijdstip van slapen gaan refereert aan de avond onder normale omstandigheden per deelnemer. Significante verschillen tussen condities ($p < 0,05$) worden aangeduid met een asterisk (*).

Mogelijk houdt de vermindering van slaapklachten verband met een vervroegde slaapfase. Bij zowel de blauwlicht-blokkerende bril, als bij het afzien van schermgebruik vielen de deelnemers namelijk eerder in slaap en werden ze vroeger wakker dan onder normale omstandigheden, met als gevolg dat ook de mid-slaap eerder was. Hoewel de deelnemers dus vroeger gingen slapen, veranderde de slaapduur niet (Tabel 8). Het dragen van de blauw licht-blokkerende bril zorgde ervoor dat de melatonineconcentraties in het speeksel hoger waren, maar bij onthouding van schermgebruik veranderde de melatonineconcentratie niet significant (Figuur 11).

Tabel 8 Effectschattingen van slaapkarakteristieken in beide onderzoeksgroepen tijdens de verschillende condities.

	Referentie Frequent Normaal	Niet-frequent Normaal	Frequent Blauwlichtfilter	Frequent Geen schermen
Symptomen van slaaptkort overdag				
CSRQ (subscore)	16,3 (14,9; 17,7)	-2,9 (-4,8; -1,0)	-2,2 (-3,6; -0,8)	-2,0 (-3,4; -0,7)
Slaapklachten				
PSQI (score)	5,0 (4,2; 5,9)	-1,4 (-2,5; -0,3)	-1,3 (-2,3; -0,3)	-0,3 (-1,3; 0,3)
Slaapduur				
Dagboek (min)	508,0 (489,7; 526,3)	-3,2 (-28,5; 22,0)	-6,7 (-28,8; 14,8)	1,1 (-19,8; 22,3)
Actigrafie (min)	427,1 (410,0; 444,4)	-10,8 (-34,0; 12,2)	5,4 (-10,2; 21,0)	8,9 (-6,2; 23,9)
Tijdstip van in slaap vallen				
Dagboek	23:36 (23:17; 23:56)	-00:14 (-00:42; 00:13)	-00:17 (-00:31; -00:02)	-00:25 (-00:38; -00:11)
Actigrafie	23:23 (23:01; 23:45)	-00:07 (-00:37; 00:23)	-00:18 (-00:34; -00:04)	-00:25 (-00:39; -00:10)
Tijdstip van wakker worden				
Dagboek	08:05 (07:44; 08:26)	-00:19 (-00:49; 00:10)	-00:21 (-00:40; -00:03)	-00:24 (-00:41; -00:06)
Tijdstip van mid-slaap				
Dagboek	03:51 (03:33; 04:09)	-00:17 (-00:43; 00:08)	-00:19 (-00:32; -00:06)	-00:25 (-00:37; -00:12)

De referentie is een schatting voor een frequente schermgebruiker met een gemiddelde leeftijd (~15 jaar) gedurende een normale week.

De effectschattingen worden getoond met het 95%-betrouwbaarheidsinterval.

Voor dikgedrukte schattingen is het effect significant ($p < 0,05$) ten opzichte van de referentie groep.

CSRQ, Chronic Sleep Reduction Questionnaire; PSQI, Pittsburgh Sleep Quality Index.

6 Update literatuur

Voor deze literatuurupdate zijn artikelen verschenen tussen 2014 en december 2018 bekeken.

Hieronder worden de studies beschreven die aanvullingen geven ten opzichte van de stand der wetenschap beschreven in het RIVM-rapport in 2014 (Van Kerkhof et al. 2014). Zie voor verdere selectiecriteria hoofdstuk 2.3.

6.1 Korte samenvatting bevindingen RIVM-rapport 2014

De beschikbare studies in 2014 lieten zien dat lichtbronnen die relatief veel blauw licht uitzenden, het circadiane ritme beïnvloeden. De effecten van die lichtbronnen waren afhankelijk van het type lichtbron (intensiteit en spectrum van het licht) en van de duur van de blootstelling. Onderzochte uitkomstmaten waren effecten op alertheid, slaap (duur, kwaliteit en tijdvak) en hormonen als melatonine en cortisol. Er was slechts één studie beschikbaar die herhaalde blootstelling (vijf avonden) had onderzocht, alle andere studies onderzochten de effecten van een eenmalige blootstelling/interventie. Alle studies verschenen voor 2014 betroffen laboratoriumstudies die mogelijk de daadwerkelijke 'thuissituatie' niet accuraat reflecteren. Studies naar de gezondheidsrisico's op de lange termijn ontbraken.

6.2 Resultaten update literatuur 2014-2018

6.2.1

Studies naar herhaalde blootstelling en/of studies in een 'thuissituatie'

Sinds 2014 verschenen vier studies waarbij een langdurigere (> één avond) interventie plaatsvond (twee-veertien dagen) (van der Lely et al. 2015, Ayaki et al. 2016, Esaki et al. 2016, Chinoy et al. 2018) en drie studies die geheel of gedeeltelijk plaatsvonden in de thuissituatie (van der Lely et al. 2015, Esaki et al. 2016, Gronli et al. 2016).

In de studie van Chinoy e.a. is onderzocht wat het effect is van vijf dagen gebruik van een tablet (om een e-book te lezen) in de avond versus lezen via papier (boek, tijdschrift, krant, etc.) bij jongvolwassenen (gemiddeld 25 jaar) (Chinoy et al. 2018). De studieopzet van deze studie is gelijk aan een eerdere studie van dezelfde onderzoeksgroep, beschreven in het vorige RIVM-rapport uit 2014 (Chang et al. 2014, Van Kerkhof et al. 2014). In de vervolgstudie mochten deelnemers echter drie aspecten zelf bepalen: 1) wat men deed op de tablet, 2) de kijkafstand tot de tablet, en 3) het moment van slapengaan. De blootstellingsduur aan de tablet of het lezen van papier varieerde hierdoor, maar was minimaal 2 uur en 45 minuten. De resultaten laten zien dat de zelfgekozen bedtijd na gebruik van tablets wordt verlaagd met een half uur. Net zoals in de eerdere studie zorgde het gebruik van de tablet voor het later in slaap vallen, hogere alertheid in de avond en zorgde het voor meer vermoeidheid en minder alertheid in de ochtend. Ook werden de melatonineniveaus op dag vijf onderdrukt na het gebruik van een tablet waarbij het begin van de melatoninestijging met gemiddeld een uur werd vertraagd.

In de studie van Ayaki e.a. werden volwassen deelnemers gevraagd om op twee achtereenvolgende avonden twee uur voor bedtijd een blauwlicht-blokkerende bril of een controlebril te dragen terwijl ze taken

uitvoerden op een lichtgevend apparaat (o.a. iPad en iPhone) in een laboratorium (Ayaki et al. 2016). De slaapeffectiviteit en slaaplatentietijd (gebaseerd op actigrafie) waren beter nadat de blauwlicht-blokkerende brillen werden gedragen in vergelijking met de controlebrillen. De auteurs beschrijven niet duidelijk wat er onder slaapeffectiviteit wordt verstaan. De melatonineconcentratie in de ochtendurine (7:00) was hoger na het dragen van de blauwlicht-blokkerende brillen dan na het dragen van de controlebrillen. Gronli e.a. hebben in 2016 een studie gepubliceerd waarbij objectieve slaapmetingen via polysomnografie (EEG) thuis werden uitgevoerd onder jongvolwassenen (gemiddeld 25 jaar) (Gronli et al. 2016). Tijdens polysomnografie worden verschillende functies en de hersenactiviteit gemeten tijdens de slaap en deze methode geldt als de gouden standaard voor het objectief meten van slaap. Tijdens het onderzoek werd slaap vergeleken na het lezen van een papieren boek en het lezen van een boek op de tablet. Het ging hierbij om een eenmalige blootstelling gedurende 30 minuten voor het slapengaan voor beide condities. De resultaten laten zien dat het lezen via een tablet geen invloed heeft op de latentietijd tot in slaap vallen of op de tijd dat men in verschillende slaapstadia verkeert. Er werd wel een afname gevonden bij het lezen via een tablet in subjectieve slaperigheid en een vertraging voor het verschijnen van langzame hersengolven bij de EEG-meting die gezien worden bij het 'indoezelen', wat een maat is voor de behoefte aan slaap van de hersenen. Deze resultaten geven aan dat er mogelijk wel een invloed is op het in slaap vallen. Het is goed om te weten dat eerdere studies aangeven dat effecten op slaap en melatonine pas optreden na 90-120 minuten blootstelling aan een lichtgevend scherm (Van Kerkhof et al. 2014), terwijl in de studie van Gronli e.a. een vrij korte blootstelling van dertig minuten is gebruikt. Een andere studie beschrijft het effect van het gebruik van blauwlicht-blokkerende brillen en controlebrillen in de avond bij jongeren tussen de 15 en 17 jaar oud (van der Lely et al. 2015). Jongeren droegen gedurende een week vanaf 18.00 uur tot bedtijd een van de twee type brillen in een cross-over design. Na de betreffende week verbleven de jongeren een avond in het laboratorium waar ze drie uur lang naar een ledscherm keken terwijl ze dezelfde bril op hadden als gedurende de week daarvoor. Aan het begin van de testavond (18.00 uur) voelden de deelnemers met de blauwlicht-blokkerende brillen zich minder slaperig dan tijdens het dragen van de controlebril, maar aan het eind van de avond voelden ze zich juist slaperiger (subjectieve meting). Daarnaast begon de stijging in melatoninespiegel aanzienlijk eerder bij het dragen van de blauwlicht-blokkerende bril en was de concentratie melatonine hoger in vergelijking met het dragen van de controlebril. Daarentegen had het dragen van de blauwlicht-blokkerende bril geen effect op de slaapkwaliteit tijdens de nacht in het laboratorium (gemeten met behulp van een EEG) en de subjectieve slaperigheid de volgende ochtend. De langdurigste studie uit deze zoekstrategie betreft een twee weken durende interventie in een specifieke patiënten populatie: patiënten met 'delayed sleep phase disorder' (Esaki et al. 2016). In deze patiëntengroep is sprake van een vertraagde slaap, dat wil zeggen als gevolg van een verschoven biologische klok wordt men later moe in het donker waardoor men laat gaat slapen en zeer veel moeite heeft om op een normaal tijdstip op te staan. Het dragen van een blauwlicht-blokkerende bril gedurende twee weken vanaf 21.00 uur 's avonds in de

thuissituatie leidde tot een vervroeging van de slaap met 132 minuten (gemeten met actigrafie) en tot een niet-significante vervroeging van de melatonine afgifte met 78 minuten (Esaki et al. 2016).

6.2.2 *Nieuwe type interventies*

Naast blauwlicht-blokkerende brillen zijn ook andere methodes onderzocht om de blootstelling aan blauw licht te verminderen tijdens het gebruik van smartphones. Zo is er door een smartphonefabrikant een smartphone ontwikkeld waarbij het scherm 79% minder blauw licht tussen 450 en 470 nm uitzendt. Andere golflengtes compenseren hiervoor. De auteurs claimen dat dit scherm visueel niet te onderscheiden is van de traditionele smartphoneschermen. In een van de studies vergelijkt men gebruik van een smartphone met een traditioneel scherm met gebruik van het nieuwe scherm dat minder blauw licht uitzendt onder gecontroleerde laboratorium condities (Heo et al. 2017). Volwassen deelnemers gebruikten beide apparaten in een random volgorde gedurende één avond waarbij ze spelletjes speelden op het apparaat. Gebruik van de traditionele smartphone leidt tot minder slaperigheid tijdens het gebruik en een latere melatonine stijging (14 minuten). Er worden geen effecten gevonden op de andere gemeten parameters waaronder lichaamstemperatuur en cortisol.

6.2.3 *Rol van leeftijd*

De studie van Gabel et al. onderzocht of de effecten van licht op de biologische klok (melatonine, cortisol, lichaamstemperatuur) en alertheid verschillen tussen jongere en oudere proefpersonen (Gabel et al. 2017). Zij deden dit met verschillende type continu licht gedurende veertig uur slaapdeprivatie in een laboratorium. Het grootste verschil tussen ouderen (gemiddelde leeftijd 63 jaar) en jongeren (gemiddelde leeftijd 25 jaar) werd gevonden in de melatoninestijging in de avond. Dit werd bij de jongeren onderdrukt door wit en blauw verrijkt licht, bij de ouderen niet. Waarbij wel de kanttekening gemaakt moet worden dat bij de ouderen de avond melatonineniveaus al een stuk lager waren onder controlecondities, waardoor onderdrukking mogelijk moeilijker bereikt wordt. Bovendien is er sprake van een specifieke blootstelling (continu licht voor veertig uur) die niet vergelijkbaar is met normale blootstelling aan licht. In de studie van Scheuermaier e.a. is onderzocht wat het effect is van avondblootstelling aan blauw licht op de alertheid en het geheugen in de ochtend bij ouderen (≥ 55 jaar met een gemiddelde leeftijd van 63 jaar). Tijdens deze studie werden de deelnemers op 4 achtereenvolgende avonden blootgesteld aan 2 uur witlicht of witlicht verrijkt met blauw licht. De ouderen die blootgesteld werden aan blauw licht presteerden de eerste 2 ochtenden na blootstelling beter bij de geheugentest dan ouderen die waren blootgesteld aan gewoon wit licht. Dit ging gepaard met een verhoogde alertheid gemeten met EEG.

6.2.4 *Rol van lichtblootstelling overdag*

In lijn met het eerdere RIVM-rapport (Van Kerkhof et al. 2014), laten bovenstaande studies zien dat blauw licht in de avond invloed heeft op slaap en melatonineniveaus. Daarnaast is het bekend dat zowel licht in de avond als licht overdag van invloed zijn op de biologische klok. Een studie van Munch e.a. laat zien dat wanneer deelnemers in de ochtend werden blootgesteld aan een hoge intensiteit blauw verrijkt licht gedurende drie uur, dit invloed had op het effect van een blootstelling aan blauw licht in

de avond. Bij blauw verrijkte lichtblootstelling in de ochtend had blauw licht in de avond minder effect op alertheid en melatonineniveaus in vergelijking met de effecten na blootstelling aan controledimlicht met een lage intensiteit in de ochtend (Munch et al. 2016). Een andere studie laat zien dat het gebruik van een tablet gedurende twee uur in de avond geen effect had op slaap en melatonineniveaus in vergelijking met het lezen van een boek, als de proefpersonen overdag gedurende 6,5 uur werden blootgesteld aan fel licht (Rangtall et al. 2016). Deze studie had echter geen controlegroep die niet werd blootgesteld aan blauw licht gedurende de dag. Deze studies wijzen er wel op dat blootstelling aan (blauw) licht gedurende de dag beschermend kan werken tegen de effecten van blootstelling aan blauw licht in de avond. Dit is in lijn met wat er bekend is over de werking van de biologische klok.

6.2.5 *Overige studies*

Een recente studie heeft verder onderzocht wat de rol van golflengte en intensiteit van licht is bij schermgebruik in de avond. In deze gecontroleerde studie is de rol onderzocht van korte (460 nm) of lange golflengte licht (620 nm) en hoge (350 lux) of lage (80 lux) intensiteit licht van een scherm gedurende twee uur in de avond. De studie laat zien dat de golflengte een grotere invloed heeft op de uitkomstparameters (o.a. slaap, vermoeidheid en alertheid volgende dag, circadiane ritmes in melatonine en lichaamstemperatuur) dan lichtintensiteit. Lichtintensiteit beïnvloedt een deel van de parameters, maar doet dit in mindere mate dan de golflengte dat doet in deze studie (Green et al. 2017). In de studie van Yoshimura et al. is gekeken naar de rol van de kijkafstand bij een smartphone op zelfgerapporteerde slaapparameters. Hiervoor is bij 23 deelnemers bepaald wat de kijkafstand is als men zittend of liggend gebruikmaakt van een smartphone (via een 3D motion detector). Vervolgens is gekeken of deze kijkafstand samenhangt met zelfgerapporteerde slaapparameters over de afgelopen maand. Een kortere kijkafstand in liggende positie is geassocieerd met slechtere slaapkwaliteit. De kijkafstand in zittende positie vertoonde geen associatie met slaapkwaliteit (Yoshimura et al. 2017).

6.3 **Samenvatting**

De verschenen studies sinds 2014 laten in het algemeen uitkomsten zien in lijn met de eerdere bevindingen (Van Kerkhof et al. 2014), namelijk dat er in laboratoriumstudies bij eenmalige blootstelling is gevonden dat gebruik van apparaten met lichtgevende schermen in de avond de biologische klok en slaap kan beïnvloeden. Aanvullend hierop is met de hierboven beschreven studies ook bekend geworden dat effecten op slaap en melatonine ook geobserveerd worden na herhaalde interventies (> één avond) en in een (gedeeltelijke) 'real-life' of thuissituatie waarbij ook andere aspecten zoals omgevingslicht een rol kunnen spelen. Dit suggereert dat de effecten van blauw licht door schermgebruik op de biologische klok en slaap ook optreden tijdens normale situaties en tijdens herhaalde blootstelling zoals die over het algemeen plaatsvindt bij mensen. Hierbij zien we ook dat er al gewerkt wordt aan de ontwikkeling van nieuwe (smartphone)schermen die minder blauw licht uitzenden, maar wel dezelfde visuele kwaliteit bieden.

7 Discussie

Het onderzoek beschreven in dit rapport heeft als overkoepelend doel de bestaande kennis over de relatie tussen blootstelling aan blauw licht in de avond en slaap verder te verdiepen. Hier werd invulling aan gegeven door:

1. het beschrijven van gebruikspatronen van lichtgevende schermen in de avond bij volwassenen, adolescenten en kinderen (vragenlijststudie);
2. het onderzoeken van de relatie tussen schermgebruik in de avond en slaap bij kinderen en adolescenten, in aanvulling op de eerder onderzochte relatie bij volwassenen (vragenlijststudie);
3. het onderzoeken of de relatie tussen schermgebruik en slaap beïnvloed kan worden door twee interventies bij middelbare scholieren: blokkeren van blauw licht in de avond of het niet gebruiken van lichtgevende schermen (interventiestudie);
4. het geven van een update van de recente literatuur over de relatie tussen blauw licht, biologische klok, slaap en gezondheid sinds 2014.

7.1 Vragenlijststudie: schermgebruik in de avond en relatie met slaap bij kinderen en adolescenten

De eerdere rapportage (Van Kerkhof et al., 2017) beschreef gebruik van lichtgevende schermen in het uur voor het slapengaan bij volwassenen. Hierbij vonden we een negatieve associatie tussen gebruik van lichtgevende schermen, en slaapduur en –kwaliteit. Deze studie had als beperking dat de populatie grotendeels bestond uit volwassenen boven de 40 jaar. Bij adolescenten en/of kinderen is er mogelijk een ander gebruikerspatroon en andere relatie met slaap. Daarnaast was er behoefte aan een beter inzicht in de daadwerkelijke blootstelling (duur, frequentie, type activiteit) aan lichtgevende schermen in de gehele avond. In de huidige studie is bij deelnemers van het Lifelines-cohort onderzocht welke patronen er zijn van gebruik van verschillende lichtgevende schermen in de avond. Bovendien is bij kinderen (8-13 jaar) en adolescenten (13-18 jaar) gekeken naar slaappgedrag (slaapduur, slaapkachten en symptomen van slaaptkort overdag) en de relatie hiervan met schermgebruik in de avond én in het uur voor het slapengaan.

Schermggebruik in de avond en in het uur voor het slapengaan

Uit deze studie blijkt dat schermgebruik veelvuldig voorkomt. De patronen van schermgebruik in de avond verschillen sterk tussen de verschillende leeftijdscategorieën (kinderen, adolescenten en volwassenen), maar ook tussen de verschillende typen schermen. Met name de smartphone wordt veelal dagelijks gebruikt door adolescenten en door volwassenen – zowel in de avond als specifiek in het uur voor het slapengaan. Dit is overeenstemming met eerder onderzoek (Polos et al. 2015, Exelmans et al. 2016, Van Kerkhof et al. 2017, Bhat et al. 2018).

Adolescenten stellen zichzelf veelvuldig en langdurig (\geq twee uur) bloot aan de computer, smartphone en/of tablet (76%); gevolgd door volwassenen (49%). Bij kinderen is blootstelling in de avond vaak van kortere duur (10% heeft een langdurige blootstelling $>$ twee uur). In enkele eerdere studies is de duur van schermgebruik voor het slapengaan of in bed onderzocht. De gerapporteerde duur van blootstelling in deze studies is korter of vergelijkbaar met de resultaten van dit rapport (Fossum et al. 2014, Arrona-Palacios 2017). In een studie onder Mexicaanse scholieren (13-16 jaar) bijvoorbeeld maakte 24% langer dan twee uur gebruik van een smartphone voor het slapengaan; dit was respectievelijk 37% en 23% voor de computer en tv (Arrona-Palacios 2017).

Associatie tussen schermgebruik, slaapduur en slaapkwaliteit bij kinderen en adolescenten

Kinderen en adolescenten die dagelijks of langdurig gebruikmaken van lichtgevende schermen, slapen gemiddeld korter dan leeftijdsgenoten die dit niet of kortdurend doen; dit verschil loopt op tot 42 minuten kortere slaap op werk/schooldagen bij langdurig gebruik (\geq twee uur per avond). De huidige studie vindt ook overwegend negatieve associaties tussen schermgebruik en slaapkwaliteit en chronisch slaapgebrek, maar deze associaties waren minder eenduidig dan de associaties met slaapduur. In het rapport over volwassenen uit 2017 is beschreven dat schermgebruik in het uur voor het slapengaan ook geassocieerd is met kortere slaap bij volwassenen. Het verschil in slaapduur was echter kleiner (9 minuten minder slaap bij dagelijks gebruik van tablet/pc/telefoon). Uit het huidige onderzoek blijkt dat kinderen en adolescenten schermen op een andere manier gebruiken dan volwassenen. Zo wordt er bijvoorbeeld door adolescenten vaker en langer gebruikt gemaakt van een smartphone in de avond. Bovendien is de sociale druk naar verwachting hoger bij deze groep. Een ander aspect dat specifiek bij (jonge) kinderen een rol speelt, is dat zij minder vrijheid hebben in tijdstippen van naar bed gaan en opstaan. Daarnaast is het bekend dat er gedurende de levensloop steeds meer vergeling optreedt van de ooglenzen, waardoor er minder blauw licht de retina bereikt met toenemende leeftijd (Kessel et al. 2010). Kinderen en adolescenten zijn hierdoor mogelijk gevoeliger voor de effecten van (blauw) licht dan volwassenen.

In de literatuur is vaker een negatieve associatie beschreven tussen het gebruik van elektronische media en/of schermen en slaapduur en slaapkwaliteit bij kinderen en/of adolescenten. Hale et al. lieten in een systematische review zien dat het merendeel van 67 geïncludeerde studies deze negatieve associatie bevestigt (Hale et al. 2015). Een andere systematische review met meta-analyse laat zien dat in acht van de twaalf geïncludeerde studies het gebruik van mobiele apparaten (zoals smartphones en tablet) rondom bedtijd leidt tot een hogere relatieve kans op onvoldoende slaap, op slechte slaapkwaliteit én op slaperigheid overdag (Carter et al. 2016).

Het aantal minuten dat kinderen of adolescenten korter slapen in relatie tot gebruik van lichtgevende schermen, is sterk afhankelijk van de opzet van het onderzoek, en van definiëring en afbakening van schermgebruik. Schattingen van de verminderde slaapduur varieerden

per studie en type apparaat en liepen op tot 45 minuten (Calamaro et al. 2012, Arora et al. 2013, Dube et al. 2017). Dit is in lijn met de resultaten uit de huidige studie.

In tegenstelling tot bovenstaande resultaten vonden we in de huidige studie juist een positieve associatie met slaapduur bij het dagelijks kijken van televisie. Dit is in tegenspraak met wat er in de literatuur wordt beschreven (Hale et al. 2015). Studies schatten de vermindering in slaap op vijf-tien minuten per uur dat er televisie wordt gekeken (Adam et al. 2007, Cespedes et al. 2014). Het is onduidelijk waardoor dit verschil met eerdere literatuur wordt veroorzaakt. Mogelijk heeft dit te maken met feit dat tv kijken de laatste jaren veranderd is, bijvoorbeeld door meer 'on demand' kijken. Een andere verklaring zou kunnen zijn dat de groep adolescenten die vaak tv kijkt of juist geen tv kijkt (de referentiecategorie) wellicht weinig of juist veel andere schermen gebruiken. Het schermgebruik van computer, smartphone en tablet in deze twee groepen lijkt echter erg op het gebruik van deze apparaten in alle respondenten (data niet gepresenteerd). Hiernaast valt op dat er een associatie is tussen dagelijks smartphonegebruik in de avond en het hebben van minder symptomen van vermoeidheid overdag onder adolescenten. Dit is in tegenstelling met de effecten die gezien worden bij dagelijks smartphonegebruik (of andere schermen) in het uur voor het slapengaan. Mogelijk is de invloed van smartphonegebruik in de avond anders in het uur voor het slapengaan. De referentiegroep bij deze vergelijking (adolescenten die nooit een smartphone gebruiken in de avond) is echter erg klein (n=27), wat hierop mogelijk van invloed is.

In de huidige studie is ook gevraagd of deelnemers regelmatig (>één keer per week) gebruikmaken van filters op hun apparaten om blauw licht te filteren. Er is geen associatie gevonden tussen het gebruik van deze filters en slaapduur onder dagelijkse gebruikers van computers, smartphones of tablets. Het is echter niet bekend hoe vaak en hoelang de deelnemers de filters precies gebruiken en welk type filters men gebruikt. Hierdoor is het niet mogelijk conclusies te trekken over de effectiviteit van dergelijke filters in het verminderen van effecten op slaap. Eerder onderzoek heeft laten zien dat blauwlichtfilters gemiddeld 53% van het licht dat melanopsine kan activeren, verminderen. Dit varieerde van 38-72% afhankelijk van het type filter en type apparaat (Van Kerkhof et al. 2017).

De effectiviteit van blauwlichtfilters is een belangrijk onderwerp voor verder onderzoek. Gezien de bevindingen dat lichtgevende schermen veelvuldig worden gebruikt in de avond en de negatieve associatie met slaap, is het belangrijk te komen tot effectieve en voor gebruikers acceptabele manieren die de effecten op slaap verminderen.

7.2 Interventiestudie: relatie tussen licht, schermgebruik, biologische klok en slaap bij middelbare scholieren

In de interventiestudie is de relatie tussen licht, schermgebruik, de biologische klok en slaap nader onderzocht door twee interventies toe te passen bij middelbare scholieren die frequent gebruikmaken van schermen (minimaal vier uur per dag buiten schooltijd). De resultaten laten zien dat slaapkachten en symptomen van slaapttekort overdag te verbeteren zijn bij de frequente schermgebruikers door het dragen van

een bril die blauw licht blokkeert, of door geen schermen te gebruiken in de avond. Bij deze interventies lijkt de score op de vragenlijsten voor slaapklachten en symptomen van slaapttekort overdag onder frequente gebruikers, meer op de score van niet-frequente gebruikers. De interventies leiden ook tot een vervroeging van de slaap- en waaktijden, terwijl er geen effect werd gezien op de slaapduur. Tot slot leidt het dragen van een blauwlicht-blokkerende bril gedurende de avond tot een toename in melatonineniveaus in het speeksel in de uren voor het slapengaan. Het onthouden van schermgebruik heeft geen invloed op de melatonineniveaus.

Voor zover bij ons bekend is dit de eerste studie die dergelijke interventies voor de effecten van licht en schermgebruik heeft onderzocht in een thuissituatie gedurende meerdere dagen bij gezonde proefpersonen. Daarmee laat deze studie voor het eerst zien dat de relatie tussen schermgebruik en slaap beïnvloed kan worden door veranderingen in (blauw)lichtblootstelling of schermgebruik. De huidige bevindingen sluiten aan bij verschillende eerdere experimenten in laboratoriumstudies. Hierbij werd er onder andere onderzocht of gebruik van lichtgevende schermen gedurende één tot zeven avonden invloed heeft op melatonine, slaperigheid, en verschillende aspecten van slaap beïnvloed werden door het dragen van blauwlicht-blokkerende brillen of bij gebruik van een alternatief type led display (minder blauw licht; zie ook hoofdstuk 6 Update literatuur) (Wood et al. 2013, van der Lely et al. 2015, Ayaki et al. 2016, Heo et al. 2017, Chinoy et al. 2018).

De huidige interventiestudie laat zien dat het gebruik van schermen op zichzelf mogelijk van invloed is op de slaap, maar dat het blauwe (omgevings-)licht hier ook een duidelijke rol in speelt. Het afzien van schermgebruik heeft namelijk alleen invloed op de symptomen van slaapttekort overdag en de slaaptijden, terwijl de slaapklachten en het melatonineniveau in de uren voor het slapengaan niet significant beïnvloed worden. Bij het dragen van een blauwlicht-blokkerende bril wordt naast het licht van schermen ook het (blauwe) omgevingslicht grotendeels tegengehouden, maar vinden de activiteiten met de schermen wel plaats. Eerdere studies hebben ook laten zien dat zowel de 'cognitieve belasting' van een activiteit als het (blauwe) licht van een scherm (en omgeving) van invloed zijn op verschillende aspecten van slaap en op melatonineniveaus (Heo et al. 2017, Jones et al. 2018).

7.3 Methodologische afwegingen

Er zijn enkele methodologische afwegingen en beperkingen van de studies die mogelijk van invloed zijn geweest op de resultaten. Deze worden hieronder kort besproken.

- Analyses over de relatie tussen schermgebruik en slaap zijn grotendeels gebaseerd op gegevens verkregen uit zelfrapportage van de respondenten. De manier waarop de vragen zijn gesteld kunnen daarom van invloed zijn op de gerapporteerde uitkomsten. Dit kan leiden tot zowel onderschatting als overschatting van de gevonden effecten. Hiernaast kan er sprake zijn van het geven van 'sociaal wenselijke' antwoorden. Dit leidt mogelijk tot een onderschatting van het effect.

- In de vragenlijststudie verschilden gebruikspatronen van schermen tussen deelnemers met een vroeg of later chronotype. Het chronotype heeft een wisselwerking met (duur van) schermgebruik in de avond. Namelijk: het kan zijn dat kinderen en adolescenten met een laat chronotype meer gebruikmaken van schermen, omdat zij van nature later gaan slapen en dus in het algemeen meer wakkere tijd hebben 's avonds. Anderzijds kan langdurig schermgebruik van invloed zijn op het tijdstip van gaan slapen. Het is niet duidelijk hoe deze zaken zich tot elkaar verhouden. Bovendien wordt het chronotype bepaald door de slaaptijden en heeft daarmee een mogelijke samenhang met de uitkomstmaat slaapduur. Bij het interpreteren van de resultaten van de studie moet deze onzekerheid in acht worden genomen.
- Bij de interventiestudie is het effect van twee interventies getest die door de deelnemers zelf uitgevoerd moesten worden. Als gevolg hiervan waren de deelnemers niet 'blind' voor de interventie. Omdat de uitkomstmaten door middel van zelfrapportage zijn verzameld, kan een 'placebo-effect' hier een rol hebben gespeeld, voornamelijk op de zelfrapportage van slaapklachten en symptomen van vermoeidheid overdag. Een ander gevolg van het zelf uitvoeren van de interventie is dat er geen controle is over de mate waarin de deelnemers de interventies goed of volledig uitvoerden. In het geval van een niet volledige uitvoering hiervan kan dit leiden tot een onderschatting van het interventie-effect.
- Het is een beperking dat beide interventies in de interventiestudie niet specifiek de hoeveelheid blauw licht van schermen verminderen, maar ook de totale (blauw) lichtblootstelling in de omgeving. Daardoor kunnen geen conclusies worden getrokken over de precieze mechanismen achter het interventie-effect. Dergelijke informatie zou kunnen worden verkregen uit een interventiestudie waarin van alle schermen het blauwe licht dat wordt uitgezonden, wordt verminderd met een blauwlichtfilter.

7.3.1 *Representativiteit populaties*

Voor de vragenlijststudie is er gebruikgemaakt van een vragenlijst die is uitgezet onder deelnemers binnen het Lifelines-cohort. Uit een vergelijking van demografische gegevens is geconcludeerd dat de Lifelines-populatie grotendeels representatief is voor de volwassen populatie in het noorden van Nederland (Klijs et al. 2015). In de huidige studie zijn alleen deelnemers uitgenodigd die digitaal communiceren met Lifelines. Hierdoor is er mogelijk sprake van een klein selectie-effect. De respons op de aanvullende vragenlijst was onder kinderen en adolescenten aanzienlijk lager dan onder volwassen Lifelines-deelnemers. Dit verschil wordt mogelijk veroorzaakt doordat de vragenlijsten voor de kinderen en adolescenten naar de ouders werden verstuurd. Er waren kleine verschillen in baseline-karakteristieken tussen de respondenten en de niet-respondenten van de vragenlijsten in de vragenlijststudie.

De groepen in de interventiestudie zijn relatief klein (n=25-30) en ook hier is er dus mogelijk sprake van een selectie-effect, waarbij de deelnemers die gereageerd hebben op de oproep voor deelname kunnen

verschillen op persoonskenmerken, leefstijl en andere aspecten ten opzichte van de algemene populatie middelbare scholieren.

De zelfgerapporteerde slaapduur is in het huidige onderzoek redelijk vergelijkbaar met het gemiddelde voor Nederlandse kinderen in deze leeftijdsgroepen (vragenlijststudie 8-13 jaar: 10,0 uur, 13-18 jaar: 8,6 uur; interventiestudie: 8,5 uur; gemiddelde uit meta-analyse van Nederlandse studies: 6-14 jaar: 10,7 uur, 14-18 jaar: 8,0 uur (Hersenstichting 2017, Volksgezondheidszorg.info 2017). Hierbij lijkt dus geen sprake van een specifiek selectie-effect gerelateerd aan slaapduur.

7.3.2 *Vergelijking van de vragenlijststudie en interventiestudie*

De resultaten van beide studies wijzen in dezelfde richting: schermgebruik in de avond heeft invloed op karakteristieken van slaap. De interventiestudie vond voor beide interventies echter geen effect op de duur van de slaap. Ook verschilde slaapduur niet tussen de frequente en niet-frequente gebruikers in deze studie. In de vragenlijststudie werd er wel een afname in slaapduur gezien bij dagelijks en/of langdurig gebruik van schermen.

Bij het vergelijken en duiden van de resultaten uit de vragenlijststudie en de interventiestudie moet een aantal methodologische verschillen in acht worden genomen. Ten eerste vergelijkt de vragenlijststudie grotere groepen adolescenten met verschillende gebruikspatronen van schermen met elkaar (een vergelijking 'tussen' deelnemers). Daarentegen worden in de interventiestudie-effecten, veroorzaakt door interventies, bij dezelfde scholieren onderzocht ('binnen' dezelfde deelnemers). Ten tweede ging het in beide studies om zelfrapportage van de parameters gerelateerd aan slaap. In de vragenlijststudie werden deze echter door de respondenten ingevuld als gemiddelde over de afgelopen vier weken, waar dit bij de interventiestudie ging om een slaapdagboek, en vragenlijsten ingevuld per week (slaapklachten en symptomen van slaapttekort overdag). Ten derde is bij de groep van frequente gebruikers uit de interventiestudie de mediane duur van schermgebruik (twee uur per avond) aan de ondergrens van wat in vragenlijststudie is gedefinieerd als 'langdurige blootstelling'. Bovendien kunnen de niet-frequente gebruikers uit de interventiestudie met 0,5-1 uur gebruik per scherm in de avond worden ingedeeld in de categorie 'middellange blootstelling'. Die is niet te vergelijken met de referentiecategorie 'korte blootstelling' in de vragenlijststudie. In de vragenlijststudie wordt het grootste verschil juist gevonden in de vergelijking tussen groepen met kortdurende en langdurige blootstelling aan schermen. Een dergelijke vergelijking kan in de interventiestudie niet gemaakt worden, omdat deze uitersten van kort of langdurig gebruik er niet zijn onder de deelnemers of een te kleine groep vormen. De resultaten van beide studies wijzen echter in dezelfde richting en wijzen er dus op dat schermgebruik in de avond invloed heeft op karakteristieken van slaap.

7.4 **Duiding**

Schermgbruik en slaap

Kinderen en adolescenten die frequent of langdurig gebruikmaken van lichtgevende schermen slapen tot 42 minuten korter dan kinderen die dat niet of minder doen. Ook ervaren zij meer slaapklachten en meer

symptomen van vermoeidheid overdag. Door het type studie kunnen de resultaten uit de vragenlijststudie geen uitsluitend geven over de aanwezigheid van een oorzakelijk verband tussen het gebruik van schermen en aspecten van slaap. Wanneer de kortere slaap veroorzaakt zou worden door gebruik van schermen, kan uit de vragenlijststudie niet blijken of kinderen korter slapen door blootstelling aan het blauwe licht van de schermen, dan wel door andere factoren rondom gebruik van apparaten (bijv. hogere alertheid door 'cognitieve belasting'). Of dat kinderen die al slechter of van nature minder slapen schermen gebruiken omdat ze niet kunnen slapen. Een andere factor die een rol kan spelen, is 'time displacement', oftewel het vervangen van tijd die men normaalgesproken zou slapen door het gebruiken van schermen. Bij kinderen en jongeren speelt wellicht ook nog het gevoel om iets te missen een rol, bijvoorbeeld op sociale media (Scott et al. 2018).

De interventiestudie biedt daarin meer houvast. Het grotendeels blokkeren van al het blauwe licht is namelijk effectiever in het verminderen van slaapkachten en symptomen van slaaptkort overdag dan het onthouden van schermgebruik. De gezamenlijke resultaten van de vragenlijststudie, de interventiestudie en eerder verschenen wetenschappelijke studies wijzen erop dat zowel de 'cognitieve belasting' van schermgebruik als het (blauwe) licht dat uitgezonden wordt, van invloed zijn op slaap. Ondanks het feit dat de rol van de verschillende onderliggende mechanismen nog niet geheel bekend is, zijn er voldoende aanwijzingen voor de relatie tussen schermgebruik en de verschillende aspecten van slaap.

Het is bekend dat een chronisch kortere of slechtere slaap geassocieerd is met een verhoogd risico op cardio-metabole aandoeningen (hart- en vaatziekten, diabetes, etc.), depressie en op vroegtijdige sterfte (Trimbos et al. 2018). De afname in slaapduur gevonden in de huidige studie bij kinderen (20-40 minuten) is zodanig groot, dat de verwachting is dat dit dan ook invloed zou kunnen hebben gezondheid en ontwikkeling (zoals leerprestaties, etc.) van kinderen op de lange termijn.

Slaap, schermgebruik en gezondheidseffecten

De effecten van schermgebruik op slaap zijn zorgelijk omdat slaap belangrijk is voor onze gezondheid (Trimbos et al. 2018). De meeste eerdere studies naar schermgebruik en gezondheidseffecten richten zich op metabole effecten (overgewicht, diabetes, etc.) en kijken daarbij naar schermgebruik gedurende de hele dag. Een meta-analyse van 52 studies laat bijvoorbeeld zien dat er een samenhang is tussen schermgebruik gedurende de hele dag en metabole uitkomstmaten (o.a. BMI) bij kinderen, maar dat de effecten klein zijn (Marshall et al. 2004). Er is minder onderzoek gedaan naar schermgebruik in de avond en gezondheidseffecten. Er is wel een studie verschenen waarbij 'toegang tot een tv of pc in de slaapkamer' een samenhang vertoonde met een hogere BMI en hogere kans op overgewicht (Heilmann et al. 2017). Hierbij is echter niet vastgesteld in welke mate de apparaten ook gebruikt worden in de avond. Twee studies die het gebruik van schermen in het uur voor het slapengaan wel hebben onderzocht in relatie tot overgewicht, laten zien dat gebruik van tv en pc's geassocieerd is met een hogere kans op overgewicht bij kinderen

(Chahal et al. 2013, Dube et al. 2017). Dit effect werd echter niet gezien voor tablet en smartphone (Dube et al. 2017). Het is niet goed bekend of dergelijke effecten gemedieerd worden via effecten van schermgebruik op slaap of dat andere mechanismen meer bepalend zijn (zoals een gebrek aan beweging door overmatig schermgebruik).

8 Conclusies

De studies beschreven in dit rapport laten zien dat schermgebruik in de avond bij kinderen, adolescenten en volwassenen veelvuldig voorkomt. Voor kinderen en adolescenten is ook onderzocht of dit samenhangt met aspecten van slaap. Het is bekend dat kortere en/of slechtere slaap van invloed is op de gezondheid.

Frequent en/of langdurig schermgebruik hangt samen met een afname in slaapduur, meer slaapklachten en meer symptomen van slaapttekort overdag. Bovendien laat de interventiestudie zien dat deze slaapklachten en symptomen van slaapttekort overdag verbeterd kunnen worden wanneer er gedurende de avond geen blootstelling is aan blauw licht of geen schermen worden gebruikt.

De effecten op slaap worden waarschijnlijk zowel veroorzaakt door de 'cognitieve belasting' van activiteiten uitgevoerd op apparaten met lichtgevende schermen, als het door de schermen uitgezonden blauwe licht en mogelijk een 'time displacement'-effect. Dit laatste verwijst naar het effect dat er door schermgebruik minder tijd is om te slapen. De exacte rol van deze verschillende onderliggende mechanismen hierbij is nog niet geheel opgehelderd. Effecten op slaap zijn het duidelijkst aanwezig bij gebruik van een computer, smartphone of tablet in het uur voor het slapen gaan.

De effectiviteit van blauw licht filters is een belangrijk onderwerp voor verder onderzoek. Gezien de bevindingen dat lichtgevende schermen veelvuldig worden gebruikt in de avond en de negatieve associatie met slaap, is het belangrijk te komen tot effectieve en voor gebruikers acceptabele manieren die de effecten op slaap verminderen.

9 Dankwoord

Wij danken alle deelnemers die hun medewerking hebben verleend aan de vragenlijststudie en de interventiestudie. We danken Stijn Berkhout voor het meten van de lichttransmissie van de brillen gebruikt in de interventiestudie.

10 Literatuur

- Adam, E. K., E. K. Snell and P. Pendry (2007). "Sleep timing and quantity in ecological and family context: a nationally representative time-diary study." *J Fam Psychol* **21**(1): 4-19.
- Arora, T., S. Hussain, K. B. Hubert Lam, G. Lily Yao, G. Neil Thomas and S. Taheri (2013). "Exploring the complex pathways among specific types of technology, self-reported sleep duration and body mass index in UK adolescents." *Int J Obes (Lond)* **37**(9): 1254-1260.
- Arrona-Palacios, A. (2017). "High and low use of electronic media during nighttime before going to sleep: A comparative study between adolescents attending a morning or afternoon school shift." *J Adolesc* **61**: 152-163.
- Ayaki, M., A. Hattori, Y. Maruyama, M. Nakano, M. Yoshimura, M. Kitazawa, K. Negishi and K. Tsubota (2016). "Protective effect of blue-light shield eyewear for adults against light pollution from self-luminous devices used at night." *Chronobiol Int* **33**(1): 134-139.
- Bhat, S., G. Pinto-Zipp, H. Upadhyay and P. G. Polos (2018). "'To sleep, perchance to tweet': in-bed electronic social media use and its associations with insomnia, daytime sleepiness, mood, and sleep duration in adults." *Sleep Health* **4**(2): 166-173.
- Brzezinski, A., M. G. Vangel, R. J. Wurtman, G. Norrie, I. Zhdanova, A. Ben-Shushan and I. Ford (2005). "Effects of exogenous melatonin on sleep: a meta-analysis." *Sleep Med Rev* **9**(1): 41-50.
- Buysse, D. J., C. F. Reynolds, 3rd, T. H. Monk, S. R. Berman and D. J. Kupfer (1989). "The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research." *Psychiatry Res* **28**(2): 193-213.
- Calamaro, C. J., K. Yang, S. Ratcliffe and E. R. Chasens (2012). "Wired at a young age: the effect of caffeine and technology on sleep duration and body mass index in school-aged children." *J Pediatr Health Care* **26**(4): 276-282.
- Carter, B., P. Rees, L. Hale, D. Bhattacharjee and M. S. Paradkar (2016). "Association Between Portable Screen-Based Media Device Access or Use and Sleep Outcomes: A Systematic Review and Meta-analysis." *JAMA Pediatr* **170**(12): 1202-1208.
- Cespedes, E. M., M. W. Gillman, K. Kleinman, S. L. Rifas-Shiman, S. Redline and E. M. Taveras (2014). "Television viewing, bedroom television, and sleep duration from infancy to mid-childhood." *Pediatrics* **133**(5): e1163-1171.
- Chahal, H., C. Fung, S. Kuhle and P. J. Veugelers (2013). "Availability and night-time use of electronic entertainment and communication devices are associated with short sleep duration and obesity among Canadian children." *Pediatr Obes* **8**(1): 42-51.
- Chang, A.-M., D. Aeschbach, J. F. Duffy and C. A. Czeisler (2014). "Evening use of light-emitting eReaders negatively affects sleep, circadian timing, and next-morning alertness." *Proceedings of the National Academy of Sciences*.

- Chellappa, S. L., R. Steiner, P. Oelhafen, D. Lang, T. Götz, J. Krebs and C. Cajochen (2013). "Acute exposure to evening blue-enriched light impacts on human sleep." Journal of sleep research **22**(5): 573-580.
- Chinoy, E. D., J. F. Duffy and C. A. Czeisler (2018). "Unrestricted evening use of light-emitting tablet computers delays self-selected bedtime and disrupts circadian timing and alertness." Physiol Rep **6**(10): e13692.
- CRSQ. "Chronisch Slaaptekort Vragenlijst." from <https://www.ncj.nl/richtlijnen/alle-richtlijnen/richtlijn/?richtlijn=40&rlpag=1888>.
- Dewald, J. F., M. A. Short, M. Gradisar, F. J. Oort and A. M. Meijer (2012). "The Chronic Sleep Reduction Questionnaire (CSRQ): a cross-cultural comparison and validation in Dutch and Australian adolescents." J Sleep Res **21**(5): 584-594.
- Dube, N., K. Khan, S. Loehr, Y. Chu and P. Veugelers (2017). "The use of entertainment and communication technologies before sleep could affect sleep and weight status: a population-based study among children." Int J Behav Nutr Phys Act **14**(1): 97.
- Esaki, Y., T. Kitajima, Y. Ito, S. Koike, Y. Nakao, A. Tsuchiya, M. Hirose and N. Iwata (2016). "Wearing blue light-blocking glasses in the evening advances circadian rhythms in the patients with delayed sleep phase disorder: An open-label trial." Chronobiol Int **33**(8): 1037-1044.
- Exelmans, L. and J. Van den Bulck (2016). "Bedtime mobile phone use and sleep in adults." Soc Sci Med **148**: 93-101.
- Fossum, I. N., L. T. Nordnes, S. S. Storemark, B. Bjorvatn and S. Pallesen (2014). "The association between use of electronic media in bed before going to sleep and insomnia symptoms, daytime sleepiness, morningness, and chronotype." Behav Sleep Med **12**(5): 343-357.
- Gabel, V., C. F. Reichert, M. Maire, C. Schmidt, L. J. M. Schlangen, V. Kolodyazhniy, C. Garbazza, C. Cajochen and A. U. Viola (2017). "Differential impact in young and older individuals of blue-enriched white light on circadian physiology and alertness during sustained wakefulness." Sci Rep **7**(1): 7620.
- Green, A., M. Cohen-Zion, A. Haim and Y. Dagan (2017). "Evening light exposure to computer screens disrupts human sleep, biological rhythms, and attention abilities." Chronobiol Int **34**(7): 855-865.
- Gronli, J., I. K. Byrkjedal, B. Bjorvatn, O. Nodtvedt, B. Hamre and S. Pallesen (2016). "Reading from an iPad or from a book in bed: the impact on human sleep. A randomized controlled crossover trial." Sleep Med **21**: 86-92.
- Hale, L. and S. Guan (2015). "Screen time and sleep among school-aged children and adolescents: a systematic literature review." Sleep Med Rev **21**: 50-58.
- Hatori, M. and S. Panda (2010). "The emerging roles of melanopsin in behavioral adaptation to light." Trends Mol Med **16**(10): 435-446.
- Hattar, S., H. W. Liao, M. Takao, D. M. Berson and K. W. Yau (2002). "Melanopsin-containing retinal ganglion cells: architecture, projections, and intrinsic photosensitivity." Science **295**(5557): 1065-1070.

- Heilmann, A., P. Rouxel, E. Fitzsimons, Y. Kelly and R. G. Watt (2017). "Longitudinal associations between television in the bedroom and body fatness in a UK cohort study." *Int J Obes (Lond)* **41**(10): 1503-1509.
- Heo, J. Y., K. Kim, M. Fava, D. Mischoulon, G. I. Papakostas, M. J. Kim, D. J. Kim, K. J. Chang, Y. Oh, B. H. Yu and H. J. Jeon (2017). "Effects of smartphone use with and without blue light at night in healthy adults: A randomized, double-blind, cross-over, placebo-controlled comparison." *J Psychiatr Res* **87**: 61-70.
- Hersenstichting. (2017). "Factsheet Resultaten Slaaponderzoek Hersenstichting." Retrieved 07-11-2018, from https://www.hersenstichting.nl/dynamics/modules/SFIL0200/view.php?fil_Id=2884.
- Holzman, D. C. (2010). "What's in a color? The unique human health effect of blue light." *Environ Health Perspect* **118**(1): A22-27.
- Jones, M. J., P. Peeling, B. Dawson, S. Halson, J. Miller, I. Dunican, M. Clarke, C. Goodman and P. Eastwood (2018). "Evening electronic device use: The effects on alertness, sleep and next-day physical performance in athletes." *J Sports Sci* **36**(2): 162-170.
- Kessel, L., J. H. Lundeman, K. Herbst, T. V. Andersen and M. Larsen (2010). "Age-related changes in the transmission properties of the human lens and their relevance to circadian entrainment." *J Cataract Refract Surg* **36**(2): 308-312.
- Klijs, B., S. Scholtens, J. J. Mandemakers, H. Snieder, R. P. Stolk and N. Smidt (2015). "Representativeness of the Lifelines Cohort Study." *PLoS One* **10**(9): e0137203.
- Lifelines. "Lifelines cohort studie." from <https://www.lifelines.nl/>.
- Lucas, R. J., S. N. Peirson, D. M. Berson, T. M. Brown, H. M. Cooper, C. A. Czeisler, M. G. Figueiro, P. D. Gamlin, S. W. Lockley, J. B. O'Hagan, L. L. Price, I. Provencio, D. J. Skene and G. C. Brainard (2014). "Measuring and using light in the melanopsin age." *Trends Neurosci* **37**(1): 1-9.
- Marshall, S. J., S. J. Biddle, T. Gorely, N. Cameron and I. Murdey (2004). "Relationships between media use, body fatness and physical activity in children and youth: a meta-analysis." *Int J Obes Relat Metab Disord* **28**(10): 1238-1246.
- Meijer, A. M. (2008). "Chronic sleep reduction, functioning at school and school achievement in preadolescents." *J Sleep Res* **17**(4): 395-405.
- Munch, M., C. Nowozin, J. Regente, F. Bes, J. De Zeeuw, S. Hadel, A. Wahnschaffe and D. Kunz (2016). "Blue-Enriched Morning Light as a Countermeasure to Light at the Wrong Time: Effects on Cognition, Sleepiness, Sleep, and Circadian Phase." *Neuropsychobiology* **74**(4): 207-218.
- National Sleep Foundation. "National Sleep Foundation's Sleep Duration Recommendations." Retrieved 19 september 2018, 2018, from <https://www.sleepfoundation.org/press-release/national-sleep-foundation-recommends-new-sleep-times/page/0/1>.

- Polos, P. G., S. Bhat, D. Gupta, R. J. O'Malley, V. A. DeBari, H. Upadhyay, S. Chaudhry, A. Nimma, G. Pinto-Zipp and S. Chokroverty (2015). "The impact of Sleep Time-Related Information and Communication Technology (STRICT) on sleep patterns and daytime functioning in American adolescents." *J Adolesc* **44**: 232-244.
- PSQI. "Pittsburgh Sleep Quality Index." from http://uacc.arizona.edu/sites/default/files/psqi_sleep_questionnaire_1_pg.pdf.
- Rangtell, F. H., E. Ekstrand, L. Rapp, A. Lagermalm, L. Liethof, M. O. Bucaro, D. Lingfors, J. E. Broman, H. B. Schiöth and C. Benedict (2016). "Two hours of evening reading on a self-luminous tablet vs. reading a physical book does not alter sleep after daytime bright light exposure." *Sleep Med* **23**: 111-118.
- Roenneberg, T., T. Kuehne, M. Juda, T. Kantermann, K. Allebrandt, M. Gordijn and M. Merrow (2007). "Epidemiology of the human circadian clock." *Sleep Med Rev* **11**(6): 429-438.
- Scheuermaier, K., M. Munch, J. M. Ronda and J. F. Duffy (2018). "Improved cognitive morning performance in healthy older adults following blue-enriched light exposure on the previous evening." *Behav Brain Res* **348**: 267-275.
- Scott, H. and H. C. Woods (2018). "Fear of missing out and sleep: Cognitive behavioural factors in adolescents' nighttime social media use." *J Adolesc* **68**: 61-65.
- Trimbos, RIVM and Hersenstichting (2018). Slechte slaap: een probleem voor de volksgezondheid? Trimbos.
- Van de Werken, M. (2013). *Dawn, light at night and the clock*, University of Groningen.
- van de Werken, M., M. C. Gimenez, B. de Vries, D. G. Beersma and M. C. Gordijn (2013). "Short-wavelength attenuated polychromatic white light during work at night: limited melatonin suppression without substantial decline of alertness." *Chronobiol Int* **30**(7): 843-854.
- van der Lely, S., S. Frey, C. Garbazza, A. Wirz-Justice, O. G. Jenni, R. Steiner, S. Wolf, C. Cajochen, V. Bromundt and C. Schmidt (2015). "Blue blocker glasses as a countermeasure for alerting effects of evening light-emitting diode screen exposure in male teenagers." *J Adolesc Health* **56**(1): 113-119.
- Van Kerkhof, L. W. M., D. Lolkema, H. van Steeg and W. Rodenburg (2014). "Verkenning: Gezondheidseffecten van nieuwe lichtbronnen." *RIVM Briefrapport 2014-0154*.
- Van Kerkhof, L. W. M., J. J. van Vlaanderen, A. J. C. Berkhout, M. E. T. Dollé, R. C. H. Vermeulen and H. van Steeg (2017). "Schermgebruik en blauw licht: Omvang van blootstelling en relatie met slaap." *RIVM Rapport 2017-0106*.
- Volksgezondheidszorg.info. (2017). "Slapen - Cijfers en Context." Retrieved 07-11-2018, from <https://www.volksgezondheidszorg.info/onderwerp/slapen/cijfers-context/huidige-situatie#node-slaapduur-naar-leeftijd>.

- West, K. E., M. R. Jablonski, B. Warfield, K. S. Cecil, M. James, M. A. Ayers, J. Maida, C. Bowen, D. H. Sliney, M. D. Rollag, J. P. Hanifin and G. C. Brainard (2011). "Blue light from light-emitting diodes elicits a dose-dependent suppression of melatonin in humans." Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985) **110**(3): 619-626.
- Wood, B., M. S. Rea, B. Plitnick and M. G. Figueiro (2013). "Light level and duration of exposure determine the impact of self-luminous tablets on melatonin suppression." Appl Ergon **44**(2): 237-240.
- Wright, H. R., L. C. Lack and K. J. Partridge (2001). Light emitting diodes can be used to phase delay the melatonin rhythm. **31**: 350-355.
- Yoshimura, M., M. Kitazawa, Y. Maeda, M. Mimura, K. Tsubota and T. Kishimoto (2017). "Smartphone viewing distance and sleep: an experimental study utilizing motion capture technology." Nat Sci Sleep **9**: 59-65.

Bijlage 1: Frequentie van schermgebruik: relatie met geslacht, leeftijd, opleidingsniveau en chronotype

Tabel 1A: Schermgebruik tussen 19.00 en 06.00 – per geslacht

Kinderen	Nooit	≤1 keer per week	2-3 dagen per week	4-6 dagen per week	Iedere dag
Computer, % (n)					
Jongen	64 (224)	15 (53)	10 (35)	5 (19)	6 (21)
Meisje	64 (221)	17 (57)	10 (36)	6 (21)	3 (10)
Smartphone, % (n)					
Jongen	63 (221)	9 (31)	10 (36)	9 (29)	10 (35)
Meisje	54 (187)	10 (36)	9 (32)	11 (37)	16 (55)
Tablet, % (n)					
Jongen	46 (161)	20 (70)	15 (50)	10 (34)	10 (37)
Meisje	50 (172)	15 (52)	19 (65)	9 (32)	8 (26)
TV, % (n)					
Jongen	11 (40)	11 (39)	22 (79)	28 (99)	27 (95)
Meisje	11 (39)	16 (54)	25 (85)	26 (90)	23 (79)
Adolescenten	Nooit	≤1 keer per week	2-3 dagen per week	4-6 dagen per week	Iedere dag
Computer, % (n)					
Jongen	28 (85)	21 (63)	16 (49)	16 (48)	20 (62)
Meisje	29 (104)	25 (90)	19 (68)	12 (43)	14 (50)
Smartphone, % (n)					
Jongen	6 (17)	2 (7)	5 (15)	13 (39)	75 (229)
Meisje	3 (10)	2 (6)	5 (16)	12 (41)	79 (282)
Tablet, % (n)					
Jongen	57 (175)	9 (27)	12 (36)	7 (22)	15 (47)
Meisje	61 (217)	12 (42)	8 (29)	6 (21)	13 (46)
TV, % (n)					
Jongen	11 (35)	12 (36)	25 (77)	21 (63)	31 (96)
Meisje	13 (47)	16 (58)	26 (93)	19 (69)	25 (88)
Volwassenen	Nooit	≤1 keer per week	2-3 dagen per week	4-6 dagen per week	Iedere dag
Computer, % (n)					
Man	8 (1125)	19 (2544)	23 (3181)	22 (3012)	28 (3755)
Vrouw	16 (2680)	26 (4342)	22 (3568)	15 (2554)	21 (3393)
Smartphone, % (n)					
Man	12 (1644)	6 (768)	9 (1225)	14 (1996)	59 (8013)
Vrouw	8 (1283)	4 (718)	8 (1267)	13 (2120)	67 (11144)

Tablet, % (n)					
Man	46 (6280)	13 (1764)	12 (1596)	10 (1409)	19 (2561)
Vrouw	43 (7161)	11 (1857)	10 (1725)	11 (1777)	25 (4000)
TV, % (n)					
Man	3 (415)	3 (356)	9 (1181)	24 (3209)	62 (8451)
Vrouw	4 (577)	3 (429)	8 (2495)	22 (6718)	64 (19159)

Tabel 1B: Schermgebruik tussen 19.00 en 06.00 – per leeftijdsgroep

Leeftijd	Nooit	≤1 keer per week	2-3 dagen per week	4-6 dagen per week	Iedere dag
Computer, % (n)					
8-13	64 (445)	16 (112)	10 (71)	6 (40)	4 (31)
13-18	29 (189)	23 (153)	19 (117)	14 (91)	17 (112)
< 30	14 (149)	25 (277)	26 (216)	20 (216)	16 (177)
31-45	14 (743)	28 (1510)	26 (896)	17 (896)	16 (874)
46-60	12 (1823)	22 (3471)	33 (3036)	20 (3036)	24 (3764)
>60	14 (1090)	20 (1628)	20 (1578)	18 (1418)	29 (2333)
Smartphone, % (n)					
8-13	58 (408)	10 (67)	10 (68)	10 (66)	13 (90)
13-18	4 (27)	2 (13)	5 (31)	12 (80)	77 (511)
< 30	1 (10)	1 (5)	2 (16)	6 (65)	91 (1007)
31-45	2 (118)	2 (96)	4 (237)	13 (697)	79 (4270)
46-60	7 (1023)	4 (647)	9 (1324)	15 (2274)	66 (10315)
>60	22 (1776)	9 (738)	11 (915)	13 (1050)	44 (3565)
Tablet, % (n)					
8-13	47 (333)	18 (122)	17 (115)	9 (66)	9 (63)
13-18	59 (392)	10 (69)	10 (65)	7 (43)	14 (93)
< 30	67 (739)	11 (118)	9 (103)	6 (63)	7 (80)
31-45	50 (2695)	14 (770)	12 (671)	10 (541)	14 (738)
46-60	44 (6870)	12 (1791)	11 (1685)	11 (1671)	23 (3566)
>60	39 (3152)	12 (942)	11 (862)	11 (911)	27 (2177)
TV, % (n)					
8-13	11 (79)	13 (93)	24 (164)	27 (189)	25 (174)
13-18	12 (82)	14 (94)	26 (170)	20 (132)	28 (184)
< 30	9 (98)	7 (75)	19 (204)	31 (337)	35 (389)
31-45	4 (200)	4 (188)	13 (686)	26 (1425)	54 (1918)
46-60	3 (429)	3 (413)	9 (1336)	23 (3620)	63 (9786)
>60	3 (992)	1 (109)	3 (269)	17 (1336)	75 (6066)

Tabel 1C: Schermgebruik tussen 19.00 en 06.00 – per opleidingsniveau

Adolescenten	Nooit	≤1 keer per week	2-3 dagen per week	4-6 dagen per week	Iedere dag
Computer, % (n)					
Laag	29 (10)	17 (6)	12 (4)	15 (5)	27 (9)
Middelhoog	30 (17)	23 (13)	12 (7)	12 (7)	23 (13)
Hoog	20 (35)	19 (33)	24 (41)	17 (30)	19 (33)
Smartphone, % (n)					
Laag	0	0	3 (1)	9 (3)	88 (30)
Middelhoog	3,5 (2)	0	9 (5)	7 (4)	81 (46)
Hoog	2 (3)	0	4 (6)	9 (15)	86 (148)
Tablet, % (n)					
Laag	68 (23)	6 (2)	12 (4)	3 (1)	12 (4)
Middelhoog	68 (39)	16 (9)	2 (1)	2 (1)	16 (9)
Hoog	66 (113)	7 (12)	11 (18)	7 (12)	10 (17)
TV, % (n)					
Laag	9 (3)	9 (3)	27 (9)	21 (7)	35 (12)
Middelhoog	11 (6)	11 (6)	32 (18)	23 (13)	25 (14)
Hoog	13 (23)	22 (38)	26 (45)	19 (32)	20 (34)
Volwassenen	Nooit	≤1 keer per week	2-3 dagen per week	4-6 dagen per week	Iedere dag
Computer, % (n)					
Laag	17 (1080)	22 (1404)	19 (1203)	15 (987)	26 (1646)
Middelhoog	13 (1213)	23 (2184)	23 (2162)	18 (1687)	23 (2196)
Hoog	10 (941)	23 (2152)	24 (2288)	21 (1963)	22 (2071)
Smartphone, % (n)					
Laag	17 (1093)	8 (469)	10 (617)	12 (735)	54 (3353)
Middelhoog	8 (763)	5 (426)	8 (786)	14 (1315)	65 (6149)
Hoog	6 (604)	4 (353)	8 (735)	14 (1337)	68 (6384)
Tablet, % (n)					
Laag	47 (2939)	11 (677)	10 (598)	9 (554)	24 (1499)
Middelhoog	46 (4364)	13 (1176)	11 (1006)	10 (921)	21 (1973)
Hoog	41 (184)	12 (56)	11 (51)	12 (56)	23 (103)
TV, % (n)					
Laag	3 (215)	2 (113)	4 (270)	15 (909)	76 (4760)
Middelhoog	3 (263)	2 (221)	8 (732)	21 (2014)	66 (6211)
Hoog	4 (326)	3 (303)	11 (1043)	28 (2632)	54 (5110)

Tabel 1D: Schermgebruik tussen 19.00 en 06.00 – per chronotype

Kinderen	Nooit	≤1 keer per week	2-3 dagen per week	4-6 dagen per week	Iedere dag
Computer, % (n)					
00:00–01:30	100 (45)	0	0	0	0
01:30–03:00	64 (282)	17 (76)	9 (38)	6 (24)	5 (20)
03:00-04:30	55 (94)	16 (27)	17 (29)	7 (12)	5 (8)
04:30-07:00	0	0	40 (2)	60 (3)	0
Smartphone, % (n)					
00:00–01:30	89 (40)	4 (2)	7 (3)	0	0
01:30–03:00	65 (284)	11 (47)	9 (39)	8 (34)	8 (36)
03:00-04:30	35 (60)	9 (15)	13 (22)	17 (28)	27 (45)
04:30-07:00	40 (2)	20 (1)	20 (1)	20 (1)	0
Tablet, % (n)					
00:00–01:30	73 (33)	13 (6)	9 (4)	2 (1)	2 (1)
01:30–03:00	47 (205)	20 (89)	18 (79)	9 (38)	7 (29)
03:00-04:30	44 (74)	12 (20)	16 (27)	12 (21)	17 (28)
04:30-07:00	20 (1)	0	0	40 (2)	40 (2)
TV, % (n)					
00:00–01:30	27 (12)	29 (13)	9 (4)	22 (10)	13 (6)
01:30–03:00	12 (51)	15 (64)	24 (106)	27 (119)	23 (100)
03:00-04:30	7 (11)	8 (13)	23 (39)	30 (51)	33 (56)
04:30-07:00	0	0	40 (2)	0	60 (3)
Adolescenten	Nooit	≤1 keer per week	2-3 dagen per week	4-6 dagen per week	Iedere dag
Computer, % (n)					
00:00–01:30	0	0	0	0	0
01:30–03:00	34 (29)	33 (28)	14 (12)	9 (8)	9 (8)
03:00-04:30	27 (102)	25 (94)	18 (66)	15 (56)	16 (59)
04:30-07:00	24 (22)	17 (15)	19 (17)	14 (13)	26 (23)
Smartphone, % (n)					
00:00–01:30	0	0	0	0	0
01:30–03:00	9 (8)	4 (3)	1 (1)	25 (21)	61 (52)
03:00-04:30	3 (13)	2 (9)	5 (19)	12 (45)	77 (291)
04:30-07:00	3 (3)	0	6 (5)	4 (4)	87 (78)
Tablet, % (n)					
00:00–01:30	0	0	0	0	0
01:30–03:00	59 (50)	9 (8)	11 (9)	9 (8)	12 (10)
03:00-04:30	57 (215)	11 (41)	10 (37)	8 (29)	14 (55)

04:30-07:00	71 (64)	9 (8)	4 (4)	2 (2)	13 (12)
TV, % (n)					
00:00-01:30	0	0	0	0	0
01:30-03:00	11 (9)	13 (11)	22 (19)	24 (20)	31 (26)
03:00-04:30	12 (44)	13 (49)	25 (95)	20 (74)	31 (115)
04:30-07:00	17 (15)	14 (13)	31 (28)	20 (18)	18 (16)
Volwassenen	Nooit	≤1 keer per week	2-3 dagen per week	4-6 dagen per week	Iedere dag
Computer, % (n)					
00:00-01:30	23 (22)	24 (23)	10 (9)	16 (15)	27 (26)
01:30-03:00	14 (700)	25 (1204)	22 (1054)	18 (876)	22 (1069)
03:00-04:30	12 (1955)	23 (3675)	23 (3624)	18 (2854)	23 (3601)
04:30-07:00	13 (285)	19 (435)	20 (444)	19 (434)	29 (654)
Smartphone, % (n)					
00:00-01:30	22 (21)	17 (16)	6 (6)	7 (7)	47 (45)
01:30-03:00	10 (508)	6 (286)	9 (422)	14 (676)	61 (3009)
03:00-04:30	9 (1429)	5 (748)	8 (1308)	14 (2199)	64 (10022)
04:30-07:00	8 (182)	4 (87)	6 (142)	11 (247)	71 (1595)
Tablet, % (n)					
00:00-01:30	50 (47)	12 (11)	8 (8)	8 (8)	22 (21)
01:30-03:00	45 (2202)	12 (584)	11 (534)	10 (474)	23 (1106)
03:00-04:30	43 (6682)	12 (1929)	11 (1753)	11 (1771)	23 (3569)
04:30-07:00	49 (1092)	11 (245)	10 (229)	10 (216)	21 (471)
TV, % (n)					
00:00-01:30	5 (5)	3 (3)	7 (7)	16 (15)	68 (65)
01:30-03:00	3 (171)	3 (122)	9 (415)	20 (994)	65 (3200)
03:00-04:30	3 (466)	2 (356)	8 (1210)	23 (3585)	64 (10098)
04:30-07:00	4 (99)	3 (76)	9 (210)	22 (504)	61 (1364)

Bijlage 2: Lichtinstellingen

Tabel 2A: aanpassen van de lichtinstellingen van verschillende schermen

Hoe vaak paste je lichtinstellingen handmatig aan?	Kinderen 8-13, % (n)	Adolescenten 13-18, % (n)	Volwassenen, % (n)
Computer			
Nooit: Automatisch ingesteld	13 (33)	13 (63)	39 (10288)
Altijd	4 (11)	25 (118)	2 (597)
Meer dan de helft van de keren	2 (6)	9 (40)	2 (576)
Minder dan de helft van de keren	2 (5)	9 (43)	5 (1393)
Nooit: niet automatisch ingesteld	45 (115)	26 (123)	17 (4460)
Nooit: ik weet niet of het automatisch is ingesteld	33 (84)	18 (86)	34 (9019)
Smartphone			
Nooit: Automatisch ingesteld	25 (73)	25 (157)	47 (12846)
Altijd	10 (28)	36 (229)	4 (1028)
Meer dan de helft van de keren	7 (19)	10 (62)	3 (895)
Minder dan de helft van de keren	3 (8)	8 (49)	10 (2594)
Nooit: niet automatisch ingesteld	29 (84)	15 (92)	14 (3662)
Nooit: ik weet niet of het automatisch is ingesteld	27 (79)	7 (46)	23 (6177)
Tablet			
Nooit: automatisch ingesteld	26 (94)	26 (70)	46 (7731)
Altijd	5 (18)	29 (78)	3 (539)
Meer dan de helft van de keren	3 (12)	6 (17)	2 (399)
Minder dan de helft van de keren	4 (13)	10 (26)	8 (1255)
Nooit: niet automatisch ingesteld	30 (109)	18 (49)	14 (2320)
Nooit: ik weet niet of het automatisch is ingesteld	33 (120)	11 (30)	27 (4427)
TV			
Nooit: automatisch ingesteld	8 (47)	5 (31)	37 (10660)
Altijd	0 (1)	1 (6)	0,3 (81)
Meer dan de helft van de keren	1 (3)	0	0,1 (33)
Minder dan de helft van de keren	0 (2)	1 (3)	0,6 (186)
Nooit: niet automatisch ingesteld	57 (352)	59 (344)	22 (6408)
Nooit: ik weet niet of het automatisch is ingesteld	35 (215)	34 (195)	40 (11770)

n (kinderen 8-13 jaar): Computer: 254, smartphone: 291, tablet: 366, TV: 620.

n (Adolescenten 13-18 jaar): Computer: 473, smartphone: 635, tablet: 270, TV: 579.

n (volwassenen): Computer: 26333, smartphone: 27202, tablet: 16671, TV: 29138.

Tabel 2B: filteren blauw licht

Filteren blauw licht % (n)	Kinderen 8-13, % (n)	Adolescenten 13-18, % (n)	Volwassenen, % (n)
Computer	2 (12)	12 (80)	4 (1259)
Smartphone	10 (67)	41 (271)	12 (3606)
Tablet	11 (70)	16 (106)	5 (1612)
TV	4 (27)	3 (17)	2 (676)
Geen van mijn apparaten	82 (535)	55 (360)	84 (25276)

n (kinderen 8-13 jaar): 656.

n (Adolescenten 13-18 jaar): 660.

n (volwassenen): 30092.

Bijlage 3: Slaapgedrag van kinderen en adolescenten

Tabel 3: Slaapgedrag van kinderen en adolescenten

	Kinderen	Adolescenten
Slaapduur en tijdstippen		
Middelpunt van de slaap, uu:mm (SD)	2:30 (0:42)	3:44 (1:13)
Tijdstip van in slaap vallen, schooldagen, uu:mm (SD)	21:01 (0:50)	22:44 (0:59)
Tijdstip van in slaap vallen, weekendagen, uu:mm (SD)	21:37 (0:56)	23:45 (1:08)
Tijdstip van wakker worden, schooldagen, uu:mm (SD)	6:59 (0:25)	6:52 (0:38)
Tijdstip van wakker worden, weekenddagen, uu:mm (SD)	7:50 (0:57)	9:16 (1:15)
Aantal uur slaap 'berekend'		
Gewogen gemiddelde school en weekenddagen, gemiddelde (SD)	10,0 (0,78)	8,6 (0,89)
Schooldagen, gemiddelde (SD)	10,0 (0,98)	8,1 (1,0)
Weekenddagen, gemiddelde (SD)	10,3 (0,86)	9,6 (1,3)
Weinig slaap, (Kinderen: <9 uur; Adolescenten: <8 uur)		
Gewogen gemiddelde school en weekenddagen, %	7	24
Schooldagen, %	10	38
Weekenddagen, %	6	9
Slaapkwaliteit		
Slaapklachten: PSQI score (score 0-21)*, gemiddelde (SD)	2,9 (2,1)	4,2 (2,5)
Slaapklachten: PSQI slechte slaap (score >5), %	12	26
Symptomen van slaapttekort overdag: CRSQ (score 9-27)** , gemiddelde (SD)	10,2 (1,9)	13,9 (3,9)

PSQI: Pittsburgh Sleep Quality Index

CRSQ: Chronic Sleep Reduction Questionnaire

* Hogere score op de PSQI staat voor meer slaapklachten.

** Hogere score op de CRSQ staat voor meer symptomen van slaapttekort overdag.

Bijlage 4: Associaties schermgebruik

Tabel 4A: gemiddelde slaapduur - verschil in aantal minuten slaap t.o.v. referentie

Samenvattend frequentie	Kinderen		Adolescenten	
	Computer en/of smartphone en/of tablet	Computer en/of smartphone en/of tablet en/of TV	Computer en/of smartphone en/of tablet	Computer en/of smartphone en/of tablet en/of TV
Een dag per week of minder	Referentie	Referentie	Referentie	Referentie
2 t/m 6 dagen per week	-6,8 (-13,9 ; 0,43) ^{†#}	-9,5 (-18,8; -0,10) ^{†#}	-14,2 (-41,8; 13,4)	-5,9 (-45,0; 33,2)
Dagelijks gebruik	-25,7 (-34,8 ; -16,6) ^{†#}	-20,5 (-30,8; -10,3) ^{†#}	-31,3 (-57,6; -5,1) [†]	-24,0 (-62,0; 14,0)
Samenvattend duur	Computer, smartphone, tablet	TV	Computer, smartphone, tablet	TV
Lage blootstelling	Referentie	Referentie	Referentie	Referentie
Middelhoge blootstelling	-5,8 (-13,0; 1,4) ^{†#}	3,2 (-3,8; 10,1) ^{†#}	-11,3 (-30,8; 8,1) [†]	19,0 (8,2; 29,7) ^{††}
Hoge blootstelling	-36,0 (-46,9; -25,1) ^{†#}	-1,5 (-11,0; 8,1) ^{†#}	-34,5 (-52,6; -16,4) ^{†#}	12,9 (3,3; 22,4)
Frequentie week	Kinderen		Adolescenten	
Computer	Computer – 19.00-06.00	Computer – laatste uur	Computer – 19.00-06.00	Computer – laatste uur
nooit	Referentie	Referentie	Referentie	Referentie
≤ 1 dag	-10,0 (-18,7; -1,3) [†]	-4,0 (-17,2; 9,1)	-5,9 (-16,9; 5,0)	1,7 (-10,5; 13,9)
2-3 dagen	-9,8 (-20,2; 0,58) ^{†#}	-0,48 (-19,2; 18,2)	-4,9 (-16,7; 7,0)	0,65 (-12,6; 13,9) [#]
4-6 dagen	-12,2 (-25,5; 1,1) ^{†#}	3,8 (-18,3; 25,9)	-7,4 (-20,3; 5,6)	-2,6 (-18,4; 13,2) ^{†#}
Iedere dag	-21,9 (-37,4; -6,4) [†]	-27,6 (-58,4; 3,2)	-17,2 (-29,4; -5,0) ^{†#}	-19,1 (-35,4; -2,8) [†]
Frequentie week	Kinderen		Adolescenten	
Smartphone	Smartphone – 19.00-06.00	Smartphone – laatste uur	Smartphone – 19.00-06.00	Smartphone – laatste uur
nooit	Referentie	Referentie	Referentie	Referentie
≤ 1 dag	-2,0 (-12,8; 8,8) [#]	-5,3 (-22,7; 12,0)	14,3 (-19,7; 48,3)	-13,1 (-40,1; 14,3)
2-3 dagen	-2,8 (-14,0; 8,3)	-0,36 (-18,5; 17,8)	0,9 (-26,9; 27,7)	-9,2 (-32,7; 14,2) [†]
4-6 dagen	9,0 (-2,6; 20,6) [#]	-0,01 (-18,0; 18,0)	-1,7 (-24,3; 21,0)	-26,4 (-47,3; -5,5) [†]
Iedere dag	-17,4 (-28,5; -6,4) [†]	-11,1 (-29,8; 7,5)	-9,3 (-29,7; 11,0)	-35,4 (-54,3; -16,5) [†]
Frequentie week	Kinderen		Adolescenten	
Tablet	Tablet – 19.00-06.00	Tablet – laatste uur	Tablet – 19.00-06.00	Tablet – laatste uur
nooit	Referentie	Referentie	Referentie	Referentie
≤ 1 dag	-0,97 (-9,6; 7,6)	-2,8 (-15,7; 10,1)	-0,33 (-13,5; 12,9)	-5,4 (-22,1; 11,4)
2-3 dagen	0,89 (-7,9; 9,7)	-7,8 (-20,6; 5,0)	11,0 (-2,5; 24,6)	1,8 (-14,9; 18,6)
4-6 dagen	-12,1 (-23,1; -1,2) ^{†#}	-18,5 (-33,0; -3,9) [†]	7,1 (-8,8; 23,2) ^{††##}	3,0 (-15,5; 21,5)
Iedere dag	-14,6 (-25,8; -3,5) [†]	-15,1 (-31,9; 1,7) [†]	-17,1 (-28,9; -5,2)	-25,1 (-40,1; -10,1) [†]
Frequentie week	Kinderen		Adolescenten	
TV	TV – 19.00-06.00	TV – laatste uur	TV – 19.00-06.00	TV – laatste uur
nooit	Referentie	Referentie	Referentie	Referentie
≤ 1 dag	4,7 (-7,9; 17,2)	7,4 (-9,6; 24,5)	-0,69 (-16,0; 14,6)	11,9 (-2,1; 26,0) ^{††}
2-3 dagen	-1,7 (-13,1; 9,7) [#]	8,4 (-7,6; 24,4)	6,3 (-7,3; 20,0)	14,4 (1,3; 27,4)
4-6 dagen	4,2 (7,0; 15,4) [#]	12,0 (-3,8; 27,8)	15,7 (1,5; 27,7) ^{††}	20,8 (7,3; 34,3) ^{††}
Iedere dag	-0,15 (-11,6; 11,3) ^{†#}	11,6 (-4,3; 27,5)	14,2 (0,8; 27,7) ^{††}	20,3 (7,2; 22,4) ^{††}

Verskil in aantal minuten slaap t.o.v. referentie (betrouwbaarheidsinterval); alle analyses zijn gecorrigeerd voor geslacht en leeftijd van de respondenten

Voor vetgedrukte coëfficiënten en betrouwbaarheidsintervallen is het effect significant ($p < 0,05$)

Samenvattend duur: Korte blootstelling: geen schermgebruik of <1 uur gebruik van 1 of meerdere scherm(en) in de avond; Middellange blootstelling: maximaal 1 uur gebruik van 1 of meerdere scherm(en) in de avond; Langdurige blootstelling: 2 uur of langer gebruik van 1 of meerdere scherm(en) in de avond

Samenvattend frequentie: een dag per week of minder: geen één van de betreffende schermen wordt vaker dan 1 dag per week gebruikt; 2 t/m 6 dagen per week: minimaal 1 scherm wordt vaker dan 1 dag per week gebruikt, maar geen enkel scherm wordt dagelijks (7 dagen per week) gebruikt; dagelijks gebruik: minimaal 1 scherm wordt dagelijks (7 dagen per week) gebruikt.

† onafhankelijke waarde is geassocieerd met later tijdstip van gaan slapen

†† onafhankelijke waarde is geassocieerd met eerder tijdstip van gaan slapen

onafhankelijke waarde is geassocieerd met later tijdstip van wakker worden

onafhankelijke waarde is geassocieerd met eerder tijdstip van wakker worden

Tabel 4B: slaapduur op schooldagen - verschil in aantal minuten slaap t.o.v. referentie

	Kinderen		Adolescenten	
	Computer en/of smartphone en/of tablet	Computer en/of smartphone en/of tablet en/of TV	Computer en/of smartphone en/of tablet	Computer en/of smartphone en/of tablet en/of TV
Een dag per week of minder	Referentie	Referentie	Referentie	Referentie
2 t/m 6 dagen per week	-7,7 (-15,7; 0,36) †#	-9,9 (-19,3; 1,6) †#	-9,0 (-40,9; 23,0)	-8,7 (-53,9; 36,5)
Dagelijks gebruik	-30,3 (-40,4; -20,1) †	-21,4 (-32,9; -10,0) †#	-30,1 (-60,4; 0,28) †	-30,8 (-74,7; 13,2)
	Computer, smartphone, tablet	TV	Computer, smartphone, tablet	TV
Lage blootstelling	Referentie	Referentie	Referentie	Referentie
Middelhoge blootstelling	-5,2 (-13,3; 2,8) †#	4,6 (-3,1; 12,3) #	-12,6 (-35,0; 9,8) †	20,0 (7,5; 32,3) ††
Hoge blootstelling	-41,8 (-54,0; -29,6) †	-2,9 (-13,6; 7,8) †#	-41,8 (-62,7; -20,9) †	9,7 (-1,5; 20,8)
Frequentie week	Kinderen		Adolescenten	
Computer	Computer – 19.00-06.00	Computer – laatste uur	Computer – 19.00-06.00	Computer – laatste uur
nooit	Referentie	Referentie	Referentie	Referentie
≤ 1 dag	-13,7 (-23,4; -4,1) †	-0,86 (-15,7; 14,0)	-7,5 (-20,0; 5,1)	3,1 (-10,7; 17,0)
2-3 dagen	-13,4 (-25,0; -1,8) †	2,8 (-18,5; 24,0)	-0,20 (-13,9; 13,5)	5,1 (-9,9; 20,2) #
4-6 dagen	-15,2 (-30,1; -0,35) †	2,0 (-23,2; 27,1)	-6,5 (-21,2; 8,3)	-0,39 (-18,4; 17,6)
Iedere dag	-28,1 (-45,2; -11,1) †	-29,1 (-64,2; 5,9) †	-23,8 (-37,8; -9,9) †	-30,8 (-49,2; -12,5) †
Frequentie week	Kinderen		Adolescenten	
Smartphone	Smartphone – 19.00-06.00	Smartphone – laatste uur	Smartphone – 19.00-06.00	Smartphone – laatste uur
nooit	Referentie	Referentie	Referentie	Referentie
≤ 1 dag	-3,9 (-15,8; 8,1) †#	-8,6 (-28,2; 11,0)	17,5 (-22,0; 56,9)	-14,3 (-46,3; 17,7)
2-3 dagen	-9,5 (-22,0; 2,9)	0,07 (-20,6; 20,7)	-4,1 (-34,9; 26,7)	-7,1 (-34,4; 20,2) †
4-6 dagen	4,7 (-8,3; 17,7)	-2,2 (-22,6; 18,2)	3,5 (-22,7; 29,7)	-25,1 (-49,4; -0,08) †
Iedere dag	-25,1 (-37,3; -12,8) †	-15,1 (-36,2; 6,0)	-6,5 (-30,1; 17,0)	-37,1 (-59,1; -15,1) †
Frequentie week	Kinderen		Adolescenten	
Tablet	Tablet – 19.00-06.00	Tablet – laatste uur	Tablet – 19.00-06.00	Tablet – laatste uur
nooit	Referentie	Referentie	Referentie	Referentie
≤ 1 dag	1,1 (-8,5; 10,7)	-1,6 (-16,5; 13,4)	0,40 (-14,8; 15,6)	-10,6 (-30,5; 9,2)
2-3 dagen	3,5 (-6,3; 13,3)	-8,6 (-23,5; 6,2)	5,8 (-9,7; 21,3)	0,65 (-19,0; 20,3)
4-6 dagen	-13,0 (-25,2; -0,80) †	-20,4 (-37,1; -3,7) †	7,2 (-11,3; 25,8) ††	-13,0 (-34,7; 8,6)
Iedere dag	-15,1 (-27,6; -2,5) †	-16,8 (-36,3; 2,6) †	-18,5 (-32,1; -4,8) †	-30,0 (-47,6; -12,5) ††
Frequentie week	Kinderen		Adolescenten	
TV	TV – 19.00-06.00	TV – laatste uur	TV – 19.00-06.00	TV – laatste uur
nooit	Referentie	Referentie	Referentie	Referentie
≤ 1 dag	9,2 (-4,8; 23,1) #	6,5 (-12,1; 25,1)	3,9 (-13,8; 21,5)	13,4 (-2,6; 29,4) ††
2-3 dagen	1,9 (-10,8; 14,6) #	8,8 (-8,6; 26,3)	5,0 (-10,8; 20,7)	7,8 (-7,1; 22,7)
4-6 dagen	9,7 (-2,8; 22,1) #	13,5 (-3,8; 30,1)	15,5 (-1,0; 31,9) ††	22,1 (6,6; 37,6) ††
Iedere dag	4,5 (-8,2; 17,1) #	11,5 (-5,9; 28,9)	12,3 (-3,3; 27,9) ††	19,3 (4,2; 34,3) ††

Vershil in aantal minuten slaap t.o.v. referentie (betrouwbaarheidsinterval); alle analyses zijn gecorrigeerd voor geslacht en leeftijd van de respondenten

Voor vetgedrukte coëfficiënten en betrouwbaarheidsintervallen is het effect significant ($p < 0,05$)

Samenvattend duur: Korte blootstelling: geen schermgebruik of <1 uur gebruik van 1 of meerdere scherm(en) in de avond; Middellange blootstelling: maximaal 1 uur gebruik van 1 of meerdere scherm(en) in de avond; Langdurige blootstelling: 2 uur of langer gebruik van 1 of meerdere scherm(en) in de avond

Samenvattend frequentie: een dag per week of minder: geen één van de betreffende schermen wordt vaker dan 1 dag per week gebruikt; 2 t/m 6 dagen per week: minimaal 1 scherm wordt vaker dan 1 dag per week gebruikt, maar geen enkel scherm wordt dagelijks (7 dagen per week) gebruikt; dagelijks gebruik: minimaal 1 scherm wordt dagelijks (7 dagen per week) gebruikt.

† onafhankelijke waarde is geassocieerd met later tijdstip van gaan slapen op schooldagen

†† onafhankelijke waarde is geassocieerd met eerder tijdstip van gaan slapen op schooldagen

onafhankelijke waarde is geassocieerd met later tijdstip van wakker worden op schooldagen

onafhankelijke waarde is geassocieerd met eerder tijdstip van wakker worden op schooldagen

Tabel 4C: slaapkachten (PSQI totaalscore) - verschil in punten op de PSQI score t.o.v. referentie

	Kinderen		Adolescenten	
	Computer en/of smartphone en/of tablet	Computer en/of smartphone en/of tablet en/of TV	Computer en/of smartphone en/of tablet	Computer en/of smartphone en/of tablet en/of TV
Een dag per week of minder	Referentie	Referentie	Referentie	Referentie
2 t/m 6 dagen per week	0 (-0,37; 0,37)	0,20 (-0,28; 0,67)	-0,42 (-1,8; 0,91)	-0,75 (-2,6; 1,1)
Dagelijks gebruik	0,11 (-0,36; 0,58)	-0,21 (-0,31; 0,73)	-0,42 (-1,7; 0,84)	-0,73 (-2,6; 1,1)
	Computer, smartphone, tablet	TV	Computer, smartphone, tablet	TV
Lage blootstelling	Referentie	Referentie	Referentie	Referentie
Middelhoge blootstelling	-0,09 (-0,46; 0,29)	-0,20 (-0,55; 0,15)	-0,44 (-1,4; 0,53)	-0,44 (-0,97; 0,09)
Hoge blootstelling	0,65 (0,09; 1,2)	-0,19 (-0,67; 0,30)	0,39 (-0,52; 1,3)	-0,27 (-0,74; 0,20)
Frequentie week	Kinderen		Adolescenten	
Computer	Computer – 19.00-06.00	Computer – laatste uur	Computer – 19.00-06.00	Computer – laatste uur
nooit	Referentie	Referentie	Referentie	Referentie
≤ 1 dag	0,36 (-0,08; 0,79)	0,45 (-0,21; 1,1)	0,05 (-0,48; 0,59)	0,68 (0,10; 1,3)
2-3 dagen	0,47 (-0,05; 0,99)	-0,09 (-1,0; 0,86)	0,38 (-0,21; 0,96)	0,59 (-0,04; 1,2)
4-6 dagen	0,95 (0,28; 1,6)	0,24 (-0,90; 1,4)	0,40 (0,23; 1,0)	0,65 (-0,11; 1,4)
Iedere dag	0,15 (-0,63; 0,93)	-0,54 (-2,1; 1,0)	0,43 (-0,18; 1,0)	0,84 (0,03; 1,7)
Frequentie week	Kinderen		Adolescenten	
Smartphone	Smartphone – 19.00-06.00	Smartphone – laatste uur	Smartphone – 19.00-06.00	Smartphone – laatste uur
nooit	Referentie	Referentie	Referentie	Referentie
≤ 1 dag	0,18 (-0,37; 0,73)	0,55 (-0,29; 1,4)	-0,79 (-2,4; 0,83)	1,5 (0,14; 2,8)
2-3 dagen	0,04 (-0,52; 0,61)	0,26 (-0,61; 1,1)	-1,9 (-3,2; -0,61)	0,33 (-0,79; 1,5)
4-6 dagen	-0,23 (-0,82; 0,37)	-0,05 (0,92; 0,81)	-1,0 (-2,1; 0,07)	0,99 (-0,01; 2,0)
Iedere dag	0,29 (-0,27; 0,85)	0,07 (-0,83; 0,96)	-1,2 (-2,2; -0,28)	1,0 (0,10; 1,9)
Frequentie week	Kinderen		Adolescenten	
Tablet	Tablet – 19.00-06.00	Tablet – laatste uur	Tablet – 19.00-06.00	Tablet – laatste uur
nooit	Referentie	Referentie	Referentie	Referentie
≤ 1 dag	-0,06 (-0,49; 0,38)	0,76 (0,11; 1,4)	0,14 (-0,51; 0,78)	0,24 (-0,65; 1,1)
2-3 dagen	-0,28 (-0,72; 0,16)	0,24 (-0,40; 0,88)	-0,54 (-1,2; -1,1)	0,35 (-0,53; 1,2)
4-6 dagen	0,30 (-0,26; 0,85)	0,84 (0,12; 1,6)	-0,30 (-1,1; 0,47)	-0,60 (-1,6; 0,39)
Iedere dag	-0,37 (-0,95; 0,20)	-0,36 (-1,2; 0,48)	0,28 (-0,31; 0,86)	0,98 (0,18; 1,8)
Frequentie week	Kinderen		Adolescenten	
TV	TV – 19.00-06.00	TV – laatste uur	TV – 19.00-06.00	TV – laatste uur
nooit	Referentie	Referentie	Referentie	Referentie
≤ 1 dag	0,59 (-0,04; 1,2)	-0,24 (-1,1; 0,62)	0,07 (-0,68; 0,82)	-0,26 (-0,94; 0,42)
2-3 dagen	0,85 (0,28; 1,4)	-0,54 (-1,34; 0,26)	-0,34 (-1,0; 0,32)	-0,44 (-1,1; 0,20)
4-6 dagen	0,39 (-0,17; 0,95)	-0,77 (-1,6; 0,23)	-0,62 (-1,3; 0,08)	-0,62 (-1,3; 0,04)
Iedere dag	0,62 (0,04; 1,2)	-0,56 (-1,4; 0,23)	-0,44 (-1,1; 0,21)	-0,57 (-1,2; 0,06)

Vershil in punten op de PSQI (scorerange 0-21) t.o.v. referentie (betrouwbaarheidsinterval); alle analyses zijn gecorrigeerd voor geslacht en leeftijd van de respondenten

Voor vetgedrukte coëfficiënten en betrouwbaarheidsintervallen is het effect significant ($p < 0,05$)

Samenvattend duur: Korte blootstelling: geen schermgebruik of <1 uur gebruik van 1 of meerdere scherm(en) in de avond; Middellange blootstelling: maximaal 1 uur gebruik van 1 of meerdere scherm(en) in de avond; Langdurige blootstelling: 2 uur of langer gebruik van 1 of meerdere scherm(en) in de avond

Samenvattend frequentie: een dag per week of minder: geen één van de betreffende schermen wordt vaker dan 1 dag per week gebruikt; 2 t/m 6 dagen per week: minimaal 1 scherm wordt vaker dan 1 dag per week gebruikt, maar geen enkel scherm wordt dagelijks (7 dagen per week) gebruikt; dagelijks gebruik: minimaal 1 scherm wordt dagelijks (7 dagen per week) gebruikt.

Tabel 4D: slaapklachten (PSQI afkappunt) – relatieve kans op slechte slaap (score >5 op de PSQI)

Tabel 3D: slaapklachten (PSQI afkappunt)	Kinderen		Adolescenten	
	Computer en/of smartphone en/of tablet	Computer en/of smartphone en/of tablet en/of TV	Computer en/of smartphone en/of tablet	Computer en/of smartphone en/of tablet en/of TV
Een dag per week of minder	Referentie	Referentie	Referentie	Referentie
2 t/m 6 dagen per week	1,4 (0,78; 2,4)	1,8 (0,78; 4,3)	1,9 (0,40; 9,4)	1,5 (0,16; 13,1)
Dagelijks gebruik	1,4 (0,73; 2,9)	1,5 (0,60; 3,8)	2,0 (0,43; 9,0)	1,7 (0,20; 14,4)
	Computer, smartphone, tablet	TV	Computer, smartphone, tablet	TV
Lage blootstelling	Referentie	Referentie	Referentie	Referentie
Middelhoge blootstelling	1,1 (0,66; 2,0)	1,0 (0,63; 1,8)	0,84 (0,28; 2,5)	0,65 (0,39; 1,1)
Hoge blootstelling	1,7 (0,83; 3,6)	1,0 (0,50; 2,00)	1,8 (0,67; 5,0)	0,74 (0,48; 1,1)
Frequentie week	Kinderen		Adolescenten	
Computer	Computer – 19.00-06.00	Computer – laatste uur	Computer – 19.00-06.00	Computer – laatste uur
nooit	Referentie	Referentie	Referentie	Referentie
≤ 1 dag	1,7 (0,93; 3,1)	1,3 (0,62; 2,9)	0,85 (0,50; 1,4)	2,4 (1,3; 4,3)
2-3 dagen	1,5 (0,75; 3,2)	0,91 (0,28; 3,0)	0,99 (0,57; 1,7)	2,1 (1,1; 3,9)
4-6 dagen	2,6 (1,1; 5,8)	1,1 (0,29; 4,3)	1,0 (0,56; 1,9)	2,3 (1,1; 4,8)
Iedere dag	0,55 (0,12; 2,4)	0 (;)	1,3 (0,71; 2,2)	2,7 (1,2; 5,9)
Frequentie week	Kinderen		Adolescenten	
Smartphone	Smartphone – 19.00-06.00	Smartphone – laatste uur	Smartphone – 19.00-06.00	Smartphone – laatste uur
nooit	Referentie	Referentie	Referentie	Referentie
≤ 1 dag	1,2 (0,57; 2,7)	1,2 (0,42; 3,2)	0,30 (0,05; 1,7)	4,8 (1,1; 6,1)
2-3 dagen	0,96 (0,41; 2,3)	0,49 (0,14; 1,7)	0,28 (0,08; 0,98)	1,4 (0,32; 6,1)
4-6 dagen	0,70 (0,27; 1,8)	1,0 (0,34; 3,0)	0,50 (0,19; 1,3)	2,7 (0,74; 1,0)
Iedere dag	1,6 (0,78; 3,4)	1,1 (0,82; 1,4)	0,42 (0,18; 0,99)	2,8 (0,82; 9,5)
Frequentie week	Kinderen		Adolescenten	
Tablet	Tablet – 19.00-06.00	Tablet – laatste uur	Tablet – 19.00-06.00	Tablet – laatste uur
nooit	Referentie	Referentie	Referentie	Referentie
≤ 1 dag	0,82 (0,42; 1,6)	4,1 (1,1; 15,2)	0,88 (0,47; 1,6)	2,0 (0,78; 5,1)
2-3 dagen	0,75 (0,37; 1,5)	3,7 (1,0; 13,7)	0,74 (0,37; 1,5)	1,5 (0,58; 4,1)
4-6 dagen	1,7 (0,87; 3,5)	4,5 (1,2; 17,6)	1,6 (0,93; 2,7)	0,65 (0,17; 2,5)
Iedere dag	0,71 (0,28; 1,8)	0,59 (0,58; 5,9)	1,6 (0,93; 2,7)	4,5 (2,0; 10,3)
Frequentie week	Kinderen		Adolescenten	
TV	TV – 19.00-06.00	TV – laatste uur	TV – 19.00-06.00	TV – laatste uur
nooit	Referentie	Referentie	Referentie	Referentie
≤ 1 dag	4,2 (0,90; 20,0)	0,40 (0,14; 1,1)	0,99 (0,51; 1,9)	0,62 (0,33; 1,2)
2-3 dagen	6,7 (1,5; 29,1)	0,61 (0,25; 1,5)	0,51 (0,27; 0,94)	0,52 (0,29; 0,96)
4-6 dagen	4,4 (1,0; 19,3)	0,35 (0,14; 0,90)	0,51 (0,26; 0,98)	0,43 (0,22; 0,82)
Iedere dag	4,4 (0,99; 19,5)	0,40 (0,16; 1,0)	0,71 (0,39; 1,3)	0,62 (0,34; 1,1)

Odds ratio (relatieve kans) op slechte slaap t.o.v. referentie (betrouwbaarheidsinterval); alle analyses zijn gecorrigeerd voor geslacht en leeftijd van de respondenten

Slechte slaap: score van >5 op de PSQI (scorerange 0-21).

Voor vetgedrukte coëfficiënten en betrouwbaarheidsintervallen is het effect significant ($p < 0,05$)

Samenvattend duur: Korte blootstelling: geen schermgebruik of <1 uur gebruik van 1 of meerdere scherm(en) in de avond; Middellange blootstelling: maximaal 1 uur gebruik van 1 of meerdere scherm(en) in de avond; Langdurige blootstelling: 2 uur of langer gebruik van 1 of meerdere scherm(en) in de avond

Samenvattend frequentie: een dag per week of minder: geen één van de betreffende schermen wordt vaker dan 1 dag per week gebruikt; 2 t/m 6

dagen per week: minimaal 1 scherm wordt vaker dan 1 dag per week gebruikt, maar geen enkel scherm wordt dagelijks (7 dagen per week) gebruikt;

dagelijks gebruik: minimaal 1 scherm wordt dagelijks (7 dagen per week) gebruikt.

Tabel 4E: symptomen van slaapgebrek overdag (CRSQ) - verschil in punten op de CRSQ t.o.v. referentie

	Kinderen		Adolescenten	
	Computer en/of smartphone en/of tablet	Computer en/of smartphone en/of tablet en/of TV	Computer en/of smartphone en/of tablet	Computer en/of smartphone en/of tablet en/of TV
Een dag per week of minder	Referentie	Referentie	Referentie	Referentie
2 t/m 6 dagen per week	-0,13 (-0,47; 0,21)	0,08 (-0,36; 0,52)	0,03 (-2,0; 2,0)	-0,68 (-3,5; 2,1)
Dagelijks gebruik	-0,03 (-0,46; 0,40)	0,21 (-0,28; 0,69)	0,67 (-1,2; 2,6)	0,09 (-2,7; 2,8)
	Computer, smartphone, tablet	TV	Computer, smartphone, tablet	TV
Lage blootstelling	Referentie	Referentie	Referentie	Referentie
Middelhoge blootstelling	-0,16 (-0,50; 0,19)	-0,24 (-0,56; 0,09)	-1,1 (-2,5; 0,34)	-0,56 (-1,33; 0,21)
Hoge blootstelling	0,50 (-0,03; 1,0)	0,05 (-0,40; 0,50)	0,30 (-1,0; 1,6)	-0,19 (-0,88; 0,50)
Frequentie week	Kinderen		Adolescenten	
Computer	Computer – 19.00-06.00	Computer – laatste uur	Computer – 19.00-06.00	Computer – laatste uur
nooit	Referentie	Referentie	Referentie	Referentie
≤ 1 dag	0,12 (-0,28; -0,53)	0,42 (-0,25; 1,1)	-0,13 (-0,91; 0,65)	0,98 (0,10; 1,9)
2-3 dagen	0,60 (0,12; 1,1)	-0,35 (-1,3; 0,62)	0,55 (-0,30; 1,4)	0,91 (-0,05; 1,9)
4-6 dagen	0,33 (-0,30; 0,96)	0,60 (-0,55; 1,7)	-0,08 (-1,0; 0,84)	1,3 (0,17; 2,5)
Iedere dag	0,78 (0,06; 1,5)	-0,92 (-2,5; 0,68)	-0,57 (-0,29; 1,4)	1,9 (0,77; 3,1)
Frequentie week	Kinderen		Adolescenten	
Smartphone	Smartphone – 19.00-06.00	Smartphone – laatste uur	Smartphone – 19.00-06.00	Smartphone – laatste uur
nooit	Referentie	Referentie	Referentie	Referentie
≤ 1 dag	0,01 (-0,50; 0,51)	0,70 (-0,08; 1,5)	-0,14 (-0,25; -,23)	2,5 (0,55; 4,5)
2-3 dagen	-0,02 (-0,54; 0,51)	0,27 (-0,54; 1,1)	-0,29 (-4,8; -1,0)	0,57 (-1,1; 2,2)
4-6 dagen	0,03 (-0,53; 0,58)	0,05 (-0,76; 0,85)	-2,1 (-0,37; -0,53)	1,5 (-0,04; 2,9)
Iedere dag	-0,07 (-0,59; 0,45)	0,15 (-0,68; 0,98)	-1,4 (-2,8; 0,0)	1,6 (0,29; 3,0)
Frequentie week	Kinderen		Adolescenten	
Tablet	Tablet – 19.00-06.00	Tablet – laatste uur	Tablet – 19.00-06.00	Tablet – laatste uur
nooit	Referentie	Referentie	Referentie	Referentie
≤ 1 dag	-0,21 (-0,61; 0,20)	-0,23 (-0,78; 0,33)	-0,66 (-1,6; 0,28)	0,53 (-0,73; 1,8)
2-3 dagen	-0,55 (-0,96; -0,14)	-0,17 (-0,72; 0,38)	-0,47 (-1,4; 0,49)	-0,55 (-1,8; 0,71)
4-6 dagen	0,25 (-0,26; 0,75)	0,21 (-0,41; 0,84)	-0,69 (-1,8; 0,47)	-0,40 (-1,8; -0,99)
Iedere dag	-0,18 (-0,70; 0,35)	-0,05 (-0,77; 0,68)	0,03 (-0,82; 0,87)	1,3 (0,16; 2,4)
Frequentie week	Kinderen		Adolescenten	
TV	TV – 19.00-06.00	TV – laatste uur	TV – 19.00-06.00	TV – laatste uur
nooit	Referentie	Referentie	Referentie	Referentie
≤ 1 dag	0,16 (-0,42; 0,74)	-0,11 (-0,92; 0,70)	-0,80 (-1,9; 0,28)	-0,33 (-1,3; 0,66)
2-3 dagen	0,53 (-0,0; 1,05)	-0,12 (-0,89; 0,64)	-0,84 (-1,8; 0,12)	-0,07 (-0,99; 0,85)
4-6 dagen	0,14 (-0,38; 0,65)	-0,29 (-0,10; -,46)	-0,63 (-1,6; 0,37)	-0,53 (-1,5; 0,43)
Iedere dag	0,44 (-0,09; 0,96)	0,08 (-0,68; 0,84)	-1,0 (2,0; -0,07)	-0,92 (-1,9; 0,11)

Verskil in punten op de CRSQ (scorerange 9-27) t.o.v. referentie (betrouwbaarheidsinterval); alle analyses zijn gecorrigeerd voor geslacht en leeftijd van de respondenten

Voor vetgedrukte coëfficiënten en betrouwbaarheidsintervallen is het effect significant ($p < 0,05$)

Samenvattend duur: Korte blootstelling: geen schermgebruik of <1 uur gebruik van 1 of meerdere scherm(en) in de avond; Middellange blootstelling: maximaal 1 uur gebruik van 1 of meerdere scherm(en) in de avond; Langdurige blootstelling: 2 uur of langer gebruik van 1 of meerdere scherm(en) in de avond

Samenvattend frequentie: een dag per week of minder: geen één van de betreffende schermen wordt vaker dan 1 dag per week gebruikt; 2 t/m 6 dagen per week: minimaal 1 scherm wordt vaker dan 1 dag per week gebruikt, maar geen enkel scherm wordt dagelijks (7 dagen per week) gebruikt; dagelijks gebruik: minimaal 1 scherm wordt dagelijks (7 dagen per week) gebruikt.

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag