

Hoe de waarde van analytics gecommuniceerd kan worden aan managers

Een literatuurstudie over welke componenten zorgen voor een effectieve data story

Meggy Lemmens

SNR: 2028216

Bachelor thesis Communicatie- en Informatiewetenschappen

Specialisatie: Business Communication & Digital Media

Tilburg University, Tilburg

Begeleidster: C. Roos

Tweede lezer: J. Wit

6 juni, 2022

Inhoudsopgave

Abstract	3
Introductie	4
Theoretisch kader	6
Informatiereductie	6
Visualisatie	8
Verhaalstructuur en emotie	10
Data stories	11
Methodologie	12
Zoekplan	12
Resultaten	15
Informatiereductie	15
Visualisatie	19
Verhaalstructuur en emotie	21
Discussie	23
Referenties	29

Abstract

Het is belangrijk dat managers alle relevante informatie binnen een organisatie begrijpen zodat zij beter geïnformeerde keuzes en plannen kunnen maken. Daarom was het doel van deze literatuurstudie ondervinden welke componenten zorgen voor een effectieve data story om analytische bevindingen duidelijk te kunnen communiceren aan managers. Uit de resultaten bleek dat non-minimalistische visualisaties beter onthouden worden dan minimalistische visualisaties en staan de begrijpbaarheid niet in de weg. Daarnaast zijn narratieve visualisaties het effectiefst om onbekende en complexe onderwerpen te verduidelijken aan managers. Om vast te stellen of een narratief in teksten van data stories effectiever zijn zal meer vervolgonderzoek moeten plaatsvinden. Bovendien zal vervolgonderzoek moeten plaatsvinden om vast te stellen of deze conclusies gelden voor data stories met verschillende doelen. Desondanks zorgde dit onderzoek voor een beter begrip over welke componenten in een data story bij dragen aan het effectief communiceren van analytische bevindingen aan managers.

Introductie

Het gebruik van data is onmisbaar geworden op de meeste afdelingen van bedrijven (Beer, 2018). Het verzamelen, samenstellen en evalueren van data heet data analytics en wordt uitgevoerd door data analisten (Manovich, 2011). De verwachting van veel bedrijven is dat het verzamelen van enorme hoeveelheden data leidt tot meer informatie en inzichten die managers helpen om weloverwogen beslissingen of plannen te maken (Daradkeh, 2021; Weathers & Aragón, 2019). De informatie die voortvloeit uit data kan namelijk leiden tot nieuwe bruikbare inzichten die het besluitvormingsproces ondersteunen (Daradkeh, 2021). Ondanks de verwachtingen van data analytics valt het effect ervan op de prestaties van managers nog tegen, want de hulp die het managers zou moeten bieden blijkt vaak niet waargemaakt (Mela & Moorman, 2018).

Dat analytics nog niet het gewenste resultaat oplevert, kan mogelijk komen doordat communicatie tussen analisten en managers moeizaam verloopt (Weathers & Aragón, 2019). Er doen zich vaak problemen voor bij het begrijpen en interpreteren van analytische inzichten door managers (Daradkeh, 2021). Analisten en managers werken ieder met een andere soort “taal”, analisten werken met data en managers handelen aan de hand van voornamelijk schriftelijke informatie (Carbonell, et al., 2017). Hierdoor moet data worden vertaald naar informatie die begrijpelijk is voor managers. De inzichten die gehaald kunnen worden uit data zijn waardevol voor managers om beter geïnformeerde beslissingen te maken (Weathers & Aragón, 2019), maar zolang zij deze informatie niet begrijpen kunnen ze deze ook niet gebruiken in besluitvormingsprocessen (Daradkeh, 2021).

De waarde van analytics kan dus pas worden waargenomen als de informatie en inzichten uit data op een vereenvoudigde en heldere manier gecommuniceerd zouden worden aan

marketingmanagers (Daradkeh, 2021). Daarnaast is het ook van belang dat de informatie niet alleen helder is, maar ook de aandacht trekt van managers om impact te creëren (Carbonell, et al., 2017). Het vermogen om data te vertalen naar begrijpbare bevindingen blijkt dan ook heel waardevol (Weathers & Aragón, 2019).

Een manier om de communicatie tussen analisten en managers te ondersteunen is door middel van *data storytelling* (Daradkeh, 2021). Data storytelling is de volledige handeling van het verzamelen van gegevens, het extraheren van inzichten en het vertalen van die inzichten naar een verhaal (Manovich, 2011). Managers begrijpen een coherent verhaal vaak sneller dan droge data. Data storytelling maakt gebruik van zowel klassieke tekst evenals van datavisualisatie (Echeverria, et al., 2018). Vaak komt er meer informatie voort uit data dan dat werkelijk gelezen kan worden. Data storytelling is dan ook een informatie compressie techniek voor het communiceren van inzichten door middel van de combinatie van data, visualisaties en verhalen (Martinez-Maldonado, et al., 2020; Echeverria, et al., 2018). Data storytelling is hiermee de brug tussen harde data en menselijke communicatie.

Data storytelling is multidimensionaal doordat het meerdere componenten, data, visualisaties en verhalen, combineert (Martinez-Maldonado, et al., 2020; Echeverria, et al., 2018). Dit roept vragen op bij onderzoekers, zoals wat voor data stories het effectiefst zijn en welke componenten daarin meewegen. Data storytelling is al een groeiend interessegebied vanwege de behoefte van analisten om hun bevindingen effectiever te communiceren (Dykes, 2015), maar toch is er weinig aandacht geweest in de literatuur voor welke combinatie van componenten zorgen voor een effectieve data story (Ojo & Heravi, 2018). Er is wel al veel literatuur over de verschillende individuele componenten van data storytelling, hierdoor is een literatuurstudie die deze componenten kritisch bekijkt en met elkaar verbindt waardevol.

Kortom, door gebrek in de literatuur naar welke componenten bijdragen aan een effectieve data story zal deze paper zich richten op de vraag: 'Welke componenten in data storytelling dragen bij aan het effectief communiceren van de bevindingen van analisten naar managers?'

Theoretisch kader

Het proces van data storytelling bestaat uit het verzamelen van gegevens, het extraheren van inzichten en het vertalen van die inzichten naar een verhaal (French, 20). In dit onderzoek wordt gekeken naar de laatste stap, omdat het hier vaak nog lijkt mis te gaan (Daradkeh, 2021). Uiteraard heeft de manier van het verzamelen van data en de methode die analisten kiezen om data te analyseren invloed op de informatie en inzichten die voortkomen uit deze data (McAllum, et al., 2019), maar in deze paper wordt gefocust op welke componenten in de data story bij dragen aan het effectief communiceren van deze inzichten. Er wordt dus gefocust op het proces van het vertalen van die analytische bevindingen naar een data story en welke componenten hierbij nodig zijn.

Informatiereductie

Een onvermijdelijk probleem dat allereerst optreedt bij het vertalen van data bevindingen naar een helder verhaal is informatiereductie (Carbonell, et al., 2017). Er is een verschil tussen de aard van data en een verhaal. Data bestaat voornamelijk uit cijfers en een verhaal voornamelijk uit tekstuele informatie (Carbonell, et al., 2017). De overgang van data naar tekst gaat gepaard met het verlies van informatie die wel relevant kan zijn voor managers (Carbonell, et al., 2017). Echter, als alle analytische bevindingen vertaald zouden worden naar tekst, zouden veel managers zulke lange teksten te tijdrovend vinden om te lezen (Carbonell, et al., 2017). Hierdoor zouden de inzichten vergaard door analytics nog steeds niet waargenomen worden.

Data stories zijn dus enkel effectief als ze de bevindingen van data op een eenvoudige en ook boeiende manier communiceren (Daradkeh, 2021; Carbonell, et al., 2017). Om dit te verwezenlijken moet veel informatie weggelaten worden, waardoor er vaak informatiereductie optreedt en managers wellicht relevante informatie mislopen (Carbonell, et al., 2017).

Het framework van Carbonell, et al. (2017) suggereert een semiotische aanpak om informatiereductie tegen te gaan. Semiotiek is betekenis overbrengen aan de hand van figuren en beelden (Carbonell, et al., 2017). Visualisaties zijn hier een voorbeeld van. Zij geven informatie weer aan de hand van figuren en beelden (Segel & Heer, 2010). Denk aan scatterplots, charts, grafieken, maar ook aan meer verhalende visualisaties zoals strips (Segel & Heer, 2010). Visualisaties kunnen veel meer informatie weergeven op een overzichtelijke manier dan tekst, waardoor er minder informatie verloren gaat zonder dat een data story te lang wordt (Carbonell, et al., 2017). Data stories die bestaan uit zowel tekst als visualisaties zijn dus effectiever, omdat visualisaties informatiereductie tegengaan.

Zo stelt Manovich (2011) dat directe visualisaties het effectiefst zijn om informatiereductie tegen te gaan. Directe visualisaties zijn een manier om data weer te geven zonder dat data verloren gaat, maar aandacht trekken naar de meest belangrijke punten (Manovich, 2011). Een voorbeeld van een directe visualisatie die op een minimalistische overzichtelijke manier aandacht trekt naar de belangrijkste punten is de *tag cloud* visualisatie (Manovich, 2011). In deze visualisatie correleert de grootte van het woord met de frequentie waarin het woord voorkomt. Hoe vaker een woord voorkomt, hoe groter deze wordt weergegeven (Manovich, 2011). Dit voorbeeld illustreert hoe een visualisatie alle data opties vastlegt op een overzichtelijke manier, zonder dat data verloren gaat.

Aandacht trekken naar de belangrijkste punten binnen een visualisatie wordt wel van belang om te zorgen dat de visualisatie overzichtelijk blijft ondanks de ophoping van data (Echeverria, et al., 2016). Er worden vaak grote hoeveelheden data verwerkt in een visualisatie waardoor de kans op een rommelige en onoverzichtelijke visualisatie groter is. Een visualisatie wordt dan moeilijker te begrijpen, waardoor er minder inzichten uitgehaald worden (Echeverria, et al., 2016; Ellis & Dix, 2007). Om de kans hierop te verminderen is het van belang om alle non-essentiële en niet informatieve elementen te verwijderen, zoals titels, legenda's en decoratieve grenzen (Echeverria, et al., 2016; Ellis, & Dix, 2007). Door middel van aandacht trekken naar belangrijke punten en tegelijkertijd de visualisatie minimalistisch te houden, kan een visualisatie als beste informatiereductie tegengaan.

Kortom, visualisaties zijn nodig om informatiereductie tegen te gaan, maar een bijkomend probleem van visualisaties die zoveel informatie bevatten is chaos en rommel. De verwachting is dus dat minimalisme bij visualisaties effectiever is om te zorgen dat visualisaties interpreteerbaar blijven. Hierdoor luidt H1: "data stories met minimalistische visualisaties zijn effectiever om de bevindingen van analyses te communiceren dan data stories met non-minimalistische visualisaties".

Visualisatie

Data storytelling wordt ondersteund aan de hand van visualisaties (Echeverria, et al., 2016). Zoals besproken kunnen visualisaties informatiereductie verminderen. Echter, visualisaties zijn niet enkel van belang om een overschot aan informatie vast te leggen, maar zijn ook krachtige hulpmiddelen om onbekende en complexe onderwerpen te verduidelijken (Grainger, et al., 2016). In deze paper staat dan ook centraal hoe bevindingen het effectiefst gecommuniceerd kunnen worden aan managers met vaak maar weinig kennis over visualisaties.

Een bijpassende soort visualisatie vinden voor deze doelgroep is dus van belang om bevindingen effectief te communiceren. Zo wordt er een onderscheid gemaakt tussen exploratieve visualisaties, met als doelgroep mensen met enige data expertise, en verklarende visualisaties, met als doelgroep mensen zonder data expertise (Martinez-Maldonado, et al., 2020; Echeverria, et al., 2016; Grainger, et al. 2016). De verwachting is dan ook dat data stories met verklarende visualisaties de bevindingen effectiever uit leggen en communiceren aan managers dan data stories met exploratieve visualisaties (Echeverria, et al., 2016).

Een voorbeeld van een verklarende visualisatie is een narratieve visualisatie (Echeverria, et al., 2016). Narratieve visualisaties zijn visualisaties die aan de hand van verschillende plaatjes, die opeenvolgend met transities getoond worden, een verhaal proberen te vertellen (Grainger, et al., 2016; Blumenkrants, et al., 2006; Brehmer, et al. 2017). Ze zijn vergelijkbaar met een slideshow (Wang, et al. 2016). Mensen begrijpen en onthouden informatie beter als het verhalend gepresenteerd wordt (Blumenkrants, et al., 2006). Er wordt verwacht dat dit ook geldt voor narratieve visualisaties (Blumenkrants, et al., 2006).

Echter, er wordt in de literatuur beaamd dat het belangrijk is om een balans te vinden tussen narratieve structuur aanbrengen en het interactief kunnen exploreren van visualisaties (Segel & Heer, 2010). Bij het opstellen van een effectieve visualisatie zal dus een afweging moeten worden gemaakt tussen interactie en narratief (Segel & Heer, 2010). Interactie bij visualisaties zou effectief zijn omdat het kijkers geïnteresseerd en betrokken houdt (Segel & Heer, 2010; Weber, et al., 2018), maar interactieve visualisaties zijn vaak meer exploratief dan verklarend (van Grainger, et al., 2016). Bovendien ontbreken interactieve visualisaties vaak aan annotaties en uitleg die nodig zijn om een narratief te ondersteunen. Managers die geen analytische achtergrond hebben, hebben deze expliciete uitleg wel nodig (Grainger, et al., 2016).

Ervan uitgaande dat managers meestal een zeer beperkte kennis hebben van data wordt dus verwacht dat verklarende en dus narratieve visualisaties geschikter zijn voor deze doelgroep (Grainger, et al., 2016). Bovendien beschikken narratieve visualisaties vaak over een beetje interactie door middel van keuzemogelijkheden bij de transities (Wang, et al. 2016). Een narratieve visualisatie houdt dan bijvoorbeeld een boomstructuur aan, waardoor er op verschillende plekken keuzes gemaakt kunnen worden (Blumenkrants, et al., 2006). Zolang deze vorm van interactie het verhaallijn en de boodschap niet in de weg staat, wordt er verwacht dat dit een goede manier om de doelgroep geïnteresseerd en betrokken te houden (Segel & Heer, 2010). Er wordt dus alsnog verwacht dat narratieve visualisaties een effectieve visualisatie zijn om bevindingen van analyses te communiceren aan managers met weinig tot geen data expertise, hierdoor luidt H2: “narratieve visualisaties kunnen de bevindingen van analisten effectiever communiceren dan non-narratieve visualisaties”.

Verhaalstructuur en emotie

Vervolgens bestaan data stories ook uit tekst ((Martinez-Maldonado, et al., 2020; Echeverria, et al., 2018). De informatie die voortkomt uit data-analyse is vaak erg droog en enkel elementair. Het is van belang dat de informatie in data stories niet alleen helder is, maar ook de aandacht trekt van managers om impact te creëren (Carbonell, et al., 2017). Managers zullen de teksten zorgvuldig moeten lezen om er bruikbare inzichten te kunnen halen (Carbonell, et al., 2017). Data stories zijn dus enkel effectief als ze de bevindingen van data op een heldere en ook boeiende manier communiceren (Daradkeh, 2021; Carbonell, et al., 2017). Anders kunnen de inzichten ook niet gebruiken om beter geïnformeerde beslissingen te nemen (Daradkeh, 2021).

Om teksten boeiend te houden is het van belang om gebruik te maken van een verhaalstructuur (Heeg, 2015; Welbourne, 2015; Matei & Hunter, 2021). Bovendien maakt een

verhaalstructuur een tekst prettiger om te lezen (Heeg, 2015). Een verhaalstructuur bestaat simpel gezegd uit een begin, midden en eind (Welbourne, 2015). In plaats van enkel feitelijke informatie weer te geven, dus oorzaak-gevolg opsommingen, maakt een verhaalstructuur ook gebruik van een middenstuk. Het middenstuk in een verhaal wekt vaak emotie op (Welbourne, 2015; Matei & Hunter, 2021). Uit voorgaande literatuur blijkt dat teksten die emotie opwekken beter begrepen en onthouden worden (Welbourne, 2015; Matei & Hunter, 2021). Een verhaalstructuur is een manier om de lezer emotioneel te betrekken (Weber, et al., 2018; Ojo & Heravi, 2018; Heeg, 2015). Enkel informatieve opsommingen zijn dus niet het effectiefst om te gebruiken in een data story (Matei & Hunter, 2021).

En narratief is een voorbeeld van een gestructureerd verhaal en bestaat uit gebeurtenissen of personages (Murphy, et al., 2013). De psychologie achter een narratief is dat door identificatie met de gebeurtenissen of personages in een verhaal emotie wordt opgewekt (Murphy, et al., 2013). Uit neurowetenschap blijkt dat besluitvorming vaak gebaseerd is op emotie (Bechara, et al., 2000). Emotie opwekken door middel van een narratief kan dus invloed hebben op de beslissingen van managers (Daradkeh, 2021; Brent, 2016; Bechara, et al., 2000).

Bovendien worden verhalen beter onthouden, begrepen en geloofd als er emotie door wordt opgewekt (Welbourne, 2015; Matei & Hunter, 2021). Emotie is dus nodig om te zorgen dat de bevindingen van analyses goed genoeg onthouden worden door managers zodat managers erop gaan handelen (Welbourne, 2015). Een narratief, die emoties opwekt, kan dus een effectief hulpmiddel zijn in de teksten van data stories. Hierdoor luidt H3: “Data stories die gebruik maken van een narratief zijn effectiever om de bevindingen van analisten te communiceren dan data stories die dit niet doen”.

Data stories

Een goede data story bestaat uit zowel data, visualisaties en tekst (Martinez-Maldonado, et al., 2020; Echeverria, et al., 2018), maar bij alle componenten wordt vaak nog rekening gehouden met twee andere kenmerken, namelijk doel en publiek (Ojo & Heravi, 2018). Allereerst behoort een data story een doel te hebben (Weber, et al., 2018; Ojo & Heravi, 2018; Heeg, 2015). Het behoort helder te zijn wat de boodschap is die overgebracht moet worden door middel van een data story (Heeg, 2015).

Daarnaast is het van belang om te weten voor welke soort doelgroep een data story opgesteld wordt (Ojo & Heravi, 2018). Analisten zouden bijvoorbeeld eerst de data expertise van de desbetreffende doelgroep moeten kennen, zodat zij hier rekening mee kunnen houden (Weathers & Aragón, 2019). Zoals vermeld zouden de meeste data stories bijvoorbeeld een verklarende in plaats van verdiepende focus moeten hebben, doordat data stories meestal gericht zijn op doelgroepen met weinig tot geen data expertise (Heeg, 2015; Echeverria, et al., 2016

In deze literatuurstudie is de doelgroep al bekend, namelijk managers met weinig tot geen data expertise. De resultaten uit deze literatuurstudie houden dus al rekening met deze doelgroep. Echter, de resultaten in deze literatuurstudie kunnen geen rekening houden met het doel van een data story, omdat het doel van een data story per keer verschilt. Dit roept de deelvraag op: in hoeverre is het van belang dat er rekening wordt gehouden met een doel voor het opstellen van een data story?

Methodologie

Zoekplan

Om deze literatuurstudie uit te voeren is gebruik gemaakt van ‘Google Scholar’ en ‘Catalogus WorldCat Discovery’. Via Google Scholar en Catalogus WorldCat Discovery zijn wetenschappelijke bronnen geraadpleegd. De zoektermen die gehanteerd zijn om relevante

literatuur te vinden voor dit onderzoek zijn weergegeven in tabel 1. Naast het gebruik van deze zoektermen is er ook literatuur gevonden aan de hand van referenties binnen eerder gevonden literatuur, dit heet snowballing. Het onderwerp data stories is nog relatief nieuw waardoor geschikte literatuur vinden al lastig is, maar doordat er veel verschillende terminologie wordt gebruikt bij data stories wordt het nog lastiger. Snowballing is hierdoor bijna onvermijdelijk. Ongeveer 5 van de 16 papers uit de resultaten is gevonden aan de hand van snowballing.

In het begin van het onderzoek is er aan de hand van zoektermen erg breed gezocht, waardoor de zoektermen nog niet heel specifiek waren. Naarmate het onderzoek vorderde werd literatuur per deelonderwerp gezocht. Hierdoor werd het van belang om gericht te zoeken naar literatuur, in tabel 1 is ook te zien dat sommige zoektermen specifiek en langer zijn. Echter, er is nauwelijks gebruik gemaakt van *boolean operators* (AND, OR en NOT). Enkel “ti:” werd soms gebruikt om te zorgen dat bepaalde zoektermen in de titels voorkwamen.

Tabel 1

Zoektermen gebruikt voor literatuuronderzoek

Data

Data story

Data storytelling

Information reduction data story

Information reduction data visualisation

Data visualization

Chart junk

Effective visualisation

Effective narrative visualisation

Stories and memory

Effect of a narrative

Effect of a narrative structure on memory and comprehension

Effective data story and narrative

Narrative data empirical observations

Narrative structure versus no narrative

Effect of narrative structure on emotion

Effect of narrative structure data stories on emotion

Om een selectie te maken van literatuur die geschikt was voor dit onderzoek zijn een aantal selectiecriteria gehanteerd. Ten eerste is enkel literatuur geselecteerd die gepubliceerd is na 2005. Data storytelling is een relatief nieuw onderwerp en betreft moderne technologie en data. Deze principes maken nog steeds ontwikkelingen door, waardoor literatuur snel gedateerd en irrelevant kan worden. Hierdoor is er naast een ondergrens van 2005 gehanteerd, ook een voorkeur gehanteerd voor zo recent mogelijke literatuur. Ten tweede is er een sterke voorkeur voor *peer-reviewed* literatuur. Deze twee selectiecriteria werken elkaar echter tegen. Doordat data storytelling nieuw is, zijn papers vaak nog recent en nog niet *peer-reviewed*. De literatuur van dit onderzoek bevat dan ook enkele papers die niet aan deze criteria voldoen, maar er is geprobeerd dit aantal minimaal te houden.

Om te beoordelen of literatuur relevant was voor het onderwerp werd eerst gekeken naar de titel en het abstract. Als deze interessant leken werden de inleiding en conclusie gelezen. Ongeveer 46 papers werden geïndexeerd in Excel met basisinformatie (titel, samenvatting, zoektermen, *peer-reviewed* en citering) aan de hand van dit proces. In latere stadia werd

nogmaals geëvalueerd of de papers voldeden aan de selectiecriteria en of de resultaten uit deze papers relevant waren voor de hypothese. Hierna bleven 17 papers over die gebruikt zijn om de resultaten op te stellen.

Resultaten

Er zijn 17 papers gebruikt om de resultaten op te stellen. Van de 17 papers zijn er acht peer-reviewed. Alle papers zijn empirische onderzoeken. De meeste waren kwantitatief, maar enkele zijn kwalitatief. Bij kwantitatief onderzoek ondergaan alle participanten dezelfde soort taken en vragen. Oftewel, iedereen ondergaat exact hetzelfde experiment. Terwijl kwalitatief onderzoek vaak afwijkt van de standaardvragen en meer in de diepte treedt door bijvoorbeeld te vragen waarom een participant iets vindt. Grotendeels zijn de studies afgenomen in een lab, maar sommige survey zijn digitaal verstuurd en ingevuld. De participanten in veruit de meeste studies bestaan uit universitaire studenten.

Ook waren de meeste studies die gebruikt zijn gebruiker onderzoeken. Dit houdt in dat de beschreven aanpak uit de paper getest wordt door het participanten te laten uitproberen. Dit betekent dat ze eerst een taak moesten uitvoeren met bijvoorbeeld een visualisatie en vervolgens een survey moesten invullen. In sommige studies werd tijdens de taak de oogbewegingen van een participant gevolgd en in andere studies werd gevraagd of participanten ook hardop konden denken tijdens de taak. De studies gebruikt voor H1 en H2 betroffen allemaal het domein visualisaties en data stories en de meeste onderzoeken hiervan waren gericht op onderwijzende doeleinden of gebruiksvriendelijkheid. De studies gebruikt voor H3 betroffen allemaal een ander domein dan data stories, maar onderzochten wel of een narratieve structuur effectiever is in een tekst in verschillende domeinen.

Informatiereductie

Allereerst was de verwachting van H1 dat data stories met minimalistische visualisaties effectiever zijn om de bevindingen van analyses te communiceren dan data stories met non-minimalistische visualisaties. Om deze hypothese te testen zijn zes papers gebruikt, waarvan een de hypothese bevestigde, een de hypothese maar half bevestigde en vier de hypothese weerlegden. Verdere informatie over de studies staat beschreven in Tabel 2.

Zo bleek uit het kwalitatieve onderzoek van Echeverria, et al. (2016) dat minimalistische visualisaties in data storytelling inderdaad effectiever werden geacht om bevindingen te communiceren dan visualisaties die niet “opgeschoond” waren. De participanten in dit onderzoek waren zes universitaire leraren die ieder ervaring hadden met het onderwijzen van softwaredesign. Hierdoor kunnen zij een adequate inschatting maken welk soort visualisatie makkelijker te begrijpen is voor mensen met minder kennis, zoals bijvoorbeeld managers. De leraren gaven in de interviews aan dat de minimalistische visualisaties helderder waren dan de non-minimalistische visualisaties (Echeverria, et al., 2016). Hiernaast bleek ook uit het kwantitatieve survey-onderzoek, met 897 participanten, van Schonlau en Peters (2008) dat er een klein negatief effect was voor het toevoegen van een derde dimensie (schaduw etc.) bij een cirkeldiagram op de accuraatheid van de vragen. Het toevoegen van een derde dimensie is overbodig en wordt daarom als non-minimalistisch beschouwd. Oftewel, er was een klein negatief effect gevonden voor non-minimalistische cirkeldiagrammen (Schonlau & Peters, 2008). Echter, dit effect werd niet gevonden bij staafdiagrammen. Er was geen verschil tussen de accuraatheid van de vragen bij minimalistische of non-minimalistische staafdiagrammen (Schonlau & Peters, 2008). Echeverria, et al. (2016) bevestigen dus de hypothese, doordat uit deze resultaten bleek dat minimalistische visualisaties helderder waren dan non-minimalistische visualisaties. Terwijl Schonlau en Peters (2008) enkel een klein negatief effect vonden bij maar

een soort non-minimalistische visualisatie (cirkeldiagrammen), waardoor zij de hypothese niet geheel kunnen ondersteunen.

In tegenstelling met de hypothese kwam uit het onderzoek van Bateman, et al. (2010), waarin minimalistische en non-minimalistische visualisaties met elkaar vergeleken werden, dat er geen verschil was tussen het begrip van participanten over de visualisaties maar dat non-minimalistische visualisaties zelfs beter werden onthouden dan minimalistische visualisaties op lange termijn. In deze studie werden oogbewegingen bijgehouden en een survey gebruikt om te testen wat het effect van de twee verschillende visualisaties was op het begrip en het geheugen (Bateman, et al., 2010). Zowel het begrijpen als het onthouden van een visualisatie is van belang voor managers. De 20 participanten in de studie waren universitaire studenten en gaven aan zo nu en dan weleens visualisaties te creëren en te interpreteren (Bateman, et al., 2010). Dit niveau van kennis over visualisaties is overeenkomend met die van managers. Het vergelijkbare onderzoek van en Li en Moacdieh (2014) bestond uit 15 universitaire studenten en uit dit onderzoek bleek dat non-minimalistische visualisaties ook op korte termijn beter werden onthouden dan minimalistische visualisaties.

Deze studies tonen dus niet alleen aan dat er geen verschil is tussen het interpretatievermogen van non-minimalistische en minimalistische visualisaties, maar dat non-minimalistische visualisaties zelf beter worden onthouden op zowel korte als lange termijn (Bateman, et al., 2010; Li & Moacdieh, 2014). Het onderzoek van Hockley (2008) ondersteunt de bevinding dat rijkere visualisaties een positief effect kunnen hebben op het geheugen. Dit onderzoek toont namelijk aan dat rijke plaatjes een positief effect hebben op het geheugen, herkenning en het vermogen om verbanden te leggen (Hockley, 2008).

Verder bleek nog uit de empirische onderzoeken van Inbar, et al. (2007) en en Li en Moacdieh (2014) dat non-minimalistische visualisaties ook aantrekkelijker werden gevonden dan minimalistische visualisaties en hierdoor geprefereerd werden. Data stories met minimalistische visualisaties zijn dus niet effectiever om de bevindingen van analyses te communiceren dan data stories met non-minimalistische visualisaties, hieruit blijkt dat H1 verworpen kan worden. Tegenstrijdig met de verwachtingen blijken non-minimalistische visualisaties zelfs effectiever te zijn voor het herinneringsvermogen en worden deze ook aantrekkelijker gevonden.

Tabel 2

Studies hypothese 1

Auteurs	Peer-reviewed	Domein	Soort studie	Participanten	Effect
Echeverria, et al. (2016)	Nee	Visualisaties; onderwijs	Kwalitatief interview studie	Zes universitaire leraren	H1 bevestigd
Schonlau en Peters (2008)	Nee	Visualisaties	Kwantitatief survey-onderzoek	897 participanten	H1 semi bevestigd
Bateman, et al. (2010)	Nee	Visualisaties	Kwantitatief lab-studie	20 universitaire studenten	H1 weerlegd
Li en Moacdieh (2014)	Nee	Visualisaties	Kwantitatief lab-studie	15 universitaire studenten	H1 weerlegd
Hockley (2008)	Ja	Plaatjes superioriteitseffect	Kwantitatief onderzoek tijdens	151 studenten	H1 weerlegd

			college		
Inbar, et al. (2007)	Nee	Visualisaties	Kwantitatief lab-studie	87 studenten	H1 weerlegd

Visualisatie

Vervolgens was de verwachting van H2 dat narratieve visualisaties de bevindingen van analisten effectiever communiceerden dan niet narratieve visualisaties. Om deze hypothese te testen zijn in totaal 4 studies gebruikt die ieder de hypothese ondersteunde. Verdere informatie over de studies is weergegeven in Tabel 3.

Uit het survey-onderzoek van Blumenkrants, et al. (2006) kwam voort dat narratieve visualisaties inderdaad effectiever waren dan visualisaties zonder narratief voor onderwijzende doeleinden voor *computer science* studenten. Vergelijkbaar met hoe visualisaties verklarend en onderwijzend moeten zijn voor managers. Ook Wang, et al. (2016), met vergelijkbare participanten, concludeerden dat narratieve visualisaties voor onderwijzende doeleinden effectief zijn. Bovendien bleek uit dit onderzoek dat hun narratieve opzet, een interactieve slideshow, zorgde voor meer betrokkenheid bij de gevisualiseerde inhoud (Wang, et al. 2016). De interactie in deze narratieve visualisaties werkte dus positief op de betrokkenheid van kijkers (Wang, et al. 2016).

Verder kwam uit het onderzoek van Barral, et al. (2020) naar voren dat meer transities, die voorkomen in narratieve visualisaties, beter de aandacht trok van kijkers naar belangrijkere punten in een visualisatie. In dit onderzoek werden de oogbewegingen van participanten gevolgd om de effectiviteit van een narratieve visualisatie te testen (Barral, et al., 2020). Voornamelijk een publiek met minder kennis over en ervaring met visualisaties, zoals bijvoorbeeld managers,

had baat bij deze visuele begeleiding naar belangrijke punten door middel van transities (Barral, et al., 2020). De transities leidden tot beter begrip van de visualisatie (Barral, et al., 2020).

Narratieve visualisaties beschikken over transities en zijn dus effectiever dan non-narratieve visualisaties (Barral, et al. 2020). Uit de gebruikersfeedback in de studie van Chen, et al. (2016) kwam ook voort dat een narratieve visualisatie een effectieve manier was om data begrijpelijk weer te geven. Concluderend, narratieve visualisaties zijn effectiever om de bevindingen van analisten te communiceren aan managers met vaak minder kennis over visualisaties dan non-narratieve visualisaties, hierdoor kan H2 bevestigd worden.

Tabel 3

Studies hypothese 2

Auteurs	Peer-reviewed	Domein	Soort studie	Participanten	Effect
Blumenkrants, et al. (2006)	Nee	Narratieve visualisatie	Kwantitatief survey-onderzoek	34 computer science studenten	H2 bevestigd
Wang, et al. (2016)	Nee	Narratieve visualisatie	Kwantitatieve/kwalitatieve lab-studie	Negen afgestudeerde computer science studenten	H2 bevestigd
Barral, et al. (2020)	Nee	Narratieve visualisatie	Kwantitatieve lab-studie	119 participanten	H2 bevestigd
Chen, et al.	Nee	Narratieve	Kwalitatieve	Twee	H2 bevestigd

(2016) visualisatie; gebruikersfeedback basketbalfanaten
basketbal

Verhaalstructuur en emotie

De laatste hypothese, H3, verwachtte dat data stories die gebruik maken van een narratief effectiever zijn om de bevindingen van analisten te communiceren dan data stories die dit niet doen. Om deze hypothese te testen zijn zeven studies gebruikt waarvan vier de hypothese ondersteunden en drie de hypothese niet ondersteunden.

Zo kwam uit het onderzoek van Yarkoni, et al. (2008) inderdaad naar voren dat teksten die gebruikt maakten van een narratief beter werden begrepen en onthouden. Ook uit de meta-analyse van Mar, et al. (2021) kwam voort dat verhalen met een narratief beter werden begrepen en onthouden dan een informatieve opsommingen. Bij de tekst van een data story is het wederom van belang dat managers de tekst begrijpen en onthouden. Het onderzoek van Morris, et al. (2019) toonde eveneens aan dat verhalen met een narratief effectiever waren dan enkel informatieve opsommingen. Dit onderzoek bevestigde ook dat een narratieve structuur emotie opwekte en hiermee gedrag kon beïnvloeden (Morris, et al., 2019). Uit het empirische onderzoek van Murphy, et al. (2013) kwam ook voort dat emotie opgewekt door een verhaal invloed had op kennis, attitude en gedrag. Bovendien werd in dit onderzoek wederom aangetoond dat een narratief effectief is om kennis en attitude positief te beïnvloeden (Murphy, et al., 2013). Zo is een data story ook het effectiefst als het de attitude en het gedrag van managers positief kan beïnvloeden.

Tegenstrijdig met de voorgaande besproken literatuur kwam uit het onderzoek van Bekalu, et al. (2013) dat non-narratieve teksten juist effectiever waren om kennis over te brengen

dan narratieve teksten. Daarnaast kwam uit het onderzoek van Bekker, et al. (2013) voort dat er onvoldoende bewijs is om te concluderen dat een narratief effectiever is om mensen te informeren. Het onderzoek van Zebregs, et al. (2015) toonde aan dat er geen verschil was tussen de effectiviteit van teksten met of zonder een narratief. Deze onderzoeken zijn tegenstrijdig met H3, maar betreffen allemaal verhalen over gezondheidssituaties. Door de ernst van zulke boodschappen zijn directe teksten zonder een narratief misschien inderdaad geschikter en effectiever. H3 kan dus nog niet bevestigd of verworpen worden.

Tabel 3

Onderzoeken hypothese 3

Auteurs	Peer-reviewed	Domein	Soort studie	Participanten	Effect
Yarkoni, et al. (2008)	Ja	Narratieve structuur	Kwalitatieve lab-studie	29 participanten	H3 bevestigd
Mar, et al. (2021)	Ja	Narratieve structuur	Meta-analyse	78 studies	H3 bevestigd
Morris, et al. (2019)	Ja	Narratieve structuur; klimaatverandering	Kwantitatieve lab-studie	158 participanten	H3 bevestigd
Murphy, et al. (2013)	Ja	Narratieve structuur; gezondheid	Kwantitatieve survey-onderzoek	758 participanten	H3 bevestigd
Bekalu, et al. (2013)	Ja	Narratieve structuur;	Kwantitatieve survey-	627 participanten	H3 weerlegd

		gezondheid	onderzoek		
Bekker, et al. (2013)	Ja	Narratieve structuur; gezondheid	Meta-analyse	11 studies	H3 weerlegd
Zebregs, et al. (2015)	Ja	Narratieve structuur; gezondheid	Kwantitatieve survey-onderzoek	296 participanten	H3 weerlegd

Discussie

Het doel van deze studie was het onderzoeken welke componenten zorgen voor een effectieve data story aan de hand van een literatuurstudie. Zodat analytische bevindingen effectief gecommuniceerd konden worden aan managers met weinig tot geen data kennis. Data stories kunnen analytische bevindingen helder en begrijpelijk communiceren aan managers zodat zij de informatie gehaald uit de data ook werkelijk kunnen gebruiken om beter geïnformeerde beslissingen te nemen (Daradkeh, 2021). Doordat data stories nog een relatief nieuw concept is, was er nog weinig literatuur die alle componenten, data, verhaal en visualisaties, bekeek en met elkaar verbond (Ojo & Heravi, 2018). Er was wel al literatuur over elk component op zichzelf waardoor deze literatuurstudie waardevol was.

Er werd verwacht dat minimalistische visualisaties effectiever waren dan non-minimalistische visualisatie. Omdat visualisaties vaak als hulpmiddel worden gebruikt om een overschot aan informatie vast te leggen, werd verwacht dat non-essentiële elementen de visualisatie onoverzichtelijk zouden maken en zouden afdoen aan de begrijpelijkheid van de visualisatie (Echeverria, et al., 2016; Ellis, & Dix, 2007). De inschatting van de leraren uit het

onderzoek van Echeverria, et al., 2016 dat minimalistische visualisaties effectiever zouden zijn werden door bijna alle andere studies weerlegd. In tegenstelling tot de hypothese bleek uit deze andere studies dat er geen verschil was tussen de begrijpelijkheid van non-minimalistische en minimalistische visualisaties, maar dat non-minimalistische visualisaties zelfs effectiever waren omdat deze beter onthouden werden. Deze resultaten komen mogelijk doordat non-minimalistische visualisaties rijkere en daardoor interessantere plaatjes zijn om naar te kijken (Hockeley, 2008). Doordat non-minimalistische visualisaties interessanter zijn wordt er wellicht langer naar gekeken, waardoor deze beter worden onthouden (Hockeley, 2008).

De literatuur die gebruikt werd om H1 te testen betrof voornamelijk studenten in plaats van managers, maar in de literatuur dat werd beschreven hoeveel ervaring de studenten hadden met visualisaties en bleek dat zij vaak ook maar weinig data-expertise hadden (Bateman, et al., 2010). Hieruit kan geconcludeerd worden dat non-essentiële elementen in visualisaties de begrijpelijkheid voor managers niet in de weg staan, omdat het de begrijpelijkheid voor de studenten ook niet in de weg stond. Gegeven dat het doel van een data story is om een boodschap over te brengen die begrepen en onthouden wordt door managers (Kosara, & Mackinlay, 2013), is het dus zelfs effectiever om te kiezen voor rijkere non-minimalistische visualisaties.

Vervolgens bleek ook uit de resultaten dat narratieve visualisaties inderdaad effectiever zijn om de bevindingen van analisten te communiceren aan managers met vaak minder kennis over visualisaties dan non-narratieve visualisaties. Narratieve visualisaties waren effectief voor onderwijzende doeleinden, wat aansluit bij de verwachting dat verklarende visualisaties en dus narratieve visualisaties een effectief hulpmiddel zijn om onbekende en complexe onderwerpen te verduidelijken (Grainger, et al., 2016). Hierdoor blijkt dat narratieve visualisaties geschikt zijn

voor managers, ondanks dat de participanten uit de studies wederom voornamelijk studenten waren.

De resultaten van H2 zijn in lijn met de voorgaande literatuur waarin gesteld werd dat mensen informatie beter begrijpen en onthouden als het verhalend gepresenteerd wordt (Blumenkrants, et al., 2006). Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt dus dat dit principe ook geldt voor visualisaties in data stories. De vier studies gebruikt om deze hypothese te bevestigen waren alleen allemaal niet peer-reviewed. Ook het merendeel van de studies om H1 te testen waren niet peer-reviewed. Ondanks dat peer-reviewed literatuur een voorkeur heeft omdat de kwaliteit van deze studies vaak hoger is zijn alle studies in dit literatuuronderzoek zorgvuldig gelezen en beoordeeld. Het gebrek aan peer-reviewed literatuur bij deze hypothesen kan mogelijk komen doordat de meeste studies vrij recent zijn en doordat data storytelling een vrij nieuw concept is waarin nog te weinig onderzoek plaatsvindt en waar te weinig aandacht voor is.

Verder waren de resultaten van H3 nog tegenstrijdig. Hierdoor kon niet worden bevestigd of een narratief in een tekst effectiever is dan een tekst zonder narratief. De papers gebruikt om deze hypothese te testen betroffen niet specifiek data stories, maar verhalen in verschillende domeinen. Zo gingen alle papers, die niet in lijn waren met de hypothese, over gezondheidssituaties. De resultaten uit deze papers kunnen dus mogelijk worden verklaard doordat gezondheidsboodschappen ernstig zijn en hierdoor directe teksten zonder een narratief misschien inderdaad geschikter en effectiever (Bekker, et al., 2013). Echter, het onderzoek van Murphy, et al. (2013) betrof ook het domein gezondheid en dit onderzoek beaamde wel dat een narratieve structuur effectiever was. Hierdoor blijven de resultaten erg tegenstrijdig.

Bovendien konden de resultaten van H3 maar enkel een indicatie geven of een narratieve structuur in data story teksten effectiever is dan data story teksten zonder een

narratieve structuur, doordat geen enkele studie werkelijk het domein data storytelling betrof. Daarnaast waren de participanten uit de studies ook niet specifiek managers. Hierdoor zouden mogelijke resultaten niet te generaliseren zijn. Wel duiden deze resultaten op een duidelijk gat in de literatuur wat betreft narratieve structuur in data story teksten. Uit dit literatuuronderzoek kwam namelijk geen enkele studie voort die de effectiviteit van narratief in data stories onderzocht. Hierdoor moesten resultaten worden opgesteld aan de hand van studies die teksten met betrekking op andere domeinen betrof. In vervolgonderzoek zou het waardevol kunnen zijn om het effect van narratief in data stories wel te testen, omdat de verwachting is dat narratief emotie opwekt en dan worden verhalen beter onthouden, begrepen en geloofd wat waardevol is (Welbourne, 2015; Matei & Hunter, 2021).

Een ander limitatie die bleek uit dit literatuuronderzoek was dat het van belang was dat data stories rekening houden met de desbetreffende doelgroep en het doel van de data story. Dit werd in bijna alle gevonden literatuur vermeld (Carbonell, et al., 2017; Echeverria, et al., 2016; Weber, et al., 2018; Ojo & Heravi, 2018; Heeg, 2015; Weathers & Aragón, 2019). In deze literatuurstudie was de doelgroep al bekend, namelijk managers met weinig tot geen data expertise. De resultaten uit deze literatuurstudie houden dus rekening met deze doelgroep. Echter, de resultaten in deze literatuurstudie konden geen rekening houden met het doel van een data story, omdat het doel van een data story per keer verschilt.

Zo stelt Carbonell, et al. (2017) dat bij het overschakelen van data naar een verhaal met cohesie wel een duidelijk doel aanwezig moet zijn. Mede omdat onvermijdelijk informatiereductie plaatsvindt is het wenselijk dat de informatie die overblijft wel relevant is voor het doel van het verhaal (Carbonell, et al., 2017). Een duidelijk doel is dus al nodig bij het selecteren van welke informatie meegenomen wordt bij het opstellen van het verhaal. Dit is lijn

met Echeverria, et al. (2016) die ook stellen dat een data story en de visualisaties erin in lijn zouden moeten met een doel. Zodat duidelijk is voor analisten wat wel en niet gecommuniceerd hoeft te worden (Echeverria, et al., 2016). Echter, dit onderzoek is een literatuurstudie waardoor doel lastig kon worden meegenomen, omdat het doel van een data story per keer verschilt. Dit is ook de reden waarom er lastig een *one-size-fits-all* framework kan worden opgesteld voor data stories. In vervolgonderzoek zou het dus wel waardevol kunnen zijn om de opzet van een data story zoals beschreven in deze literatuurstudie empirisch te testen met verschillende doelen.

Een andere beperking van deze literatuurstudie is dat door het grote gebruik van snowballing de replicerbaarheid van dit onderzoek niet heel hoog is. Desondanks zorgt dit onderzoek voor een beter begrip over welke componenten in een data story bij dragen aan het effectief communiceren van analytische bevindingen aan managers. Deze literatuurstudie vult hiermee een gat in de literatuur, maar met empirisch vervolgonderzoek zouden de interessante vraagstukken die voortkwamen uit deze literatuurstudie mogelijk beantwoord kunnen worden.

Concluderend, om een data story op te stellen om de bevindingen van analisten effectief te kunnen communiceren aan managers met weinig data expertise zal rekening moeten worden gehouden met het volgende. Non-minimalistische visualisaties worden beter onthouden dan minimalistische visualisaties en staan de begrijpbaarheid niet in de weg. Daarnaast zijn narratieve visualisaties het effectiefst om onbekende en complexe onderwerpen te verduidelijken aan managers. Om vast te stellen of een narratief in teksten van data stories effectiever zijn zal meer vervolgonderzoek moeten plaatsvinden. Bovendien zal vervolgonderzoek moeten plaatsvinden om vast te stellen of deze conclusies gelden voor data stories met verschillende doelen.

Referenties

- Barral, O., Lallé, S., & Conati, C. (2020). Understanding the effectiveness of adaptive guidance for narrative visualization: a gaze-based analysis. In *Proceedings of the 25th International Conference on Intelligent User Interfaces* (pp. 1-9).
<https://doi.org/10.1145/3377325.3377517>
- Bateman, S., Mandryk, R. L., Gutwin, C., Genest, A., McDine, D., & Brooks, C. (2010). Useful junk? The effects of visual embellishment on comprehension and memorability of charts. In *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems* (pp. 2573-2582). <https://doi.org/10.1145/1753326.1753716>
- Bechara, A., Damasio, H., & Damasio, A. R. (2000). Emotion, decision making and the orbitofrontal cortex. *Cerebral cortex*, 10(3), 295-307.
<https://doi.org/10.1093/cercor/10.3.295>
- Beer, D. (2018). Envisioning the power of data analytics. *Information, Communication & Society*, 21(3), 465–479. <https://doi.org/10.1080/1369118X.2017.1289232>
- Bekalu, M. A., Bigman, C. A., McCloud, R. F., Lin, L. K., & Viswanath, K. (2018). The relative persuasiveness of narrative versus non-narrative health messages in public health emergency communication: evidence from a field experiment. *Preventive Medicine*, 111, 284–290. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2017.11.014>
- Bekker, H. L., Winterbottom, A. E., Butow, P., Dillard, A. J., Feldman-Stewart, D., Fowler, F. J., Jibaja-Weiss, M. L., Shaffer, V. A., & Volk, R. J. (2013). Do personal stories make patient decision aids more effective? a critical review of theory and evidence. *Bmc Medical Informatics and Decision Making*, 13(S2). <https://doi.org/10.1186/1472-6947-13-S2-S9>

- Blumenkrantz, M., Starovisky, H., & Shamir, A. (2006). Narrative algorithm visualization. In *Proceedings of the 2006 ACM symposium on Software visualization* (pp.17-26). <https://doi.org/10.1145/1148493.1148496>
- Brehmer, M., Bongshin, L., Bach, B., Riche, N. H., & Munzner, T. (2017). Timelines revisited: a design space and considerations for expressive storytelling. *Ieee Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 23(9). <https://doi.org/10.1109/TVCG.2016.2614803>
- Carbonell, J., Sánchez-Esguevillas, A., & Carro, B. (2017). From data analysis to storytelling in scenario building. A semiotic approach to purpose-dependent writing of stories. *Futures*, 88, 15-29. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2017.03.002>
- Chen, W., Lao, T., Xia, J., Huang, X., Zhu, B., Hu, W., & Guan, H. (2016). Gameflow: narrative visualization of nba basketball games. *Ieee Transactions on Multimedia*, 18(11). <https://doi.org/10.1109/TMM.2016.2614221>
- Daradkeh, M. K. (2021). An empirical examination of the relationship between data storytelling competency and business performance: the mediating role of decision-making quality. *Journal of Organizational and End User Computing (JOEUC)*, 33(5), 42-73. <http://doi.org/10.4018/JOEUC.20210901.oa3>
- Echeverria, V., Martinez-Maldonado, R., Granda, R., Chiluzza, K., Conati, C., & Shum, S. B. (2018). Driving data storytelling from learning design. In *Proceedings of the 8th international conference on learning analytics and knowledge* (pp. 131-140). <https://doi.org/10.1145/3170358.3170380>
- Ellis, G., & Dix, A. (2007). A taxonomy of clutter reduction for information visualisation. *IEEE*

transactions on visualization and computer graphics, 13(6), 1216-1223. doi:
10.1109/TVCG.2007.70535.

Grainger, S., Mao, F., & Buytaert, W. (2016). Environmental data visualisation for non-scientific contexts: Literature review and design framework. *Environmental Modelling & Software*, 85, 299-318. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2016.09.004>

Heeg, R. (2015). Data storytelling: all's well that ends well. *Research World*, (53), 10–15. <https://doi.org/10.1002/rwm3.20255>

Hockley, W. E. (2008). The picture superiority effect in associative recognition. *Memory & Cognition*, 36(7), 1351–9. <https://doi.org/10.3758/MC.36.7.1351>

Inbar, O., Tractinsky, N., & Meyer, J. (2007). Minimalism in information visualization: attitudes towards maximizing the data-ink ratio. In *Proceedings of the 14th European conference on Cognitive ergonomics: invent! explore!* (pp. 185-188). <https://doi.org/10.1145/1362550.1362587>

Kosara, R., & Mackinlay, J. (2013). Storytelling: the next step for visualization. *Computer*, 46(5). <https://doi.org/10.1109/MC.2013.36>

Li, H., & Moacdieh, N. (2014). Is “chart junk” useful? An extended examination of visual embellishment. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (Vol. 58, No. 1, pp. 1516-1520). <https://doi.org/10.1177/1541931214581316>

Manovich, L. (2011). What is visualisation? *Visual Studies*, 26(1), 36-49. <https://doi.org/10.1080/1472586X.2011.548488>

Mar, R. A., Li, J., Nguyen, A. T. P., & Ta, C. P. (2021). Memory and comprehension of narrative

- versus expository texts: a meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 28(3), 732–749. <https://doi.org/10.3758/s13423-020-01853-1>
- Martinez-Maldonado, R., Echeverria, V., Fernandez Nieto, G., & Buckingham Shum, S. (2020). From data to insights: A layered storytelling approach for multimodal learning analytics. In *Proceedings of the 2020 chi conference on human factors in computing systems* (pp. 1-15). <https://doi.org/10.1145/3313831.3376148>
- Matei, S. A., & Hunter, L. (2021). Data storytelling is not storytelling with data: a framework for storytelling in science communication and data journalism. *The Information Society*, 37(5), 312–322. <https://doi.org/10.1080/01972243.2021.1951415>
- McAllum, K., Fox, S., Simpson, M., & Unson, C. (2019). A comparative tale of two methods: How thematic and narrative analyses author the data story differently. *Communication Research and Practice*, 5(4), 358-375. <https://doi.org/10.1080/22041451.2019.1677068>
- Morris, B. S., Chrysochou, P., Christensen, J. D., Orquin, J. L., Barraza, J., Zak, P. J., & Mitkidis, P. (2019). Stories vs. facts: triggering emotion and action-taking on climate change. *Climatic Change: An Interdisciplinary, International Journal Devoted to the Description, Causes and Implications of Climatic Change*, 154(1-2), 19–36. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02425-6>
- Murphy, S. T., Frank, L. B., Chatterjee, J. S., & Baezconde-Garbanati, L. (2013). Narrative versus nonnarrative: the role of identification, transportation, and emotion in reducing health disparities. *Journal of Communication*, 63(1), 116–137. <https://doi.org/10.1111/jcom.12007>
- Ojo, A., & Heravi, B. (2018). Patterns in award winning data storytelling. *Digital Journalism*, 6(6), 693–718. <https://doi.org/10.1080/21670811.2017.1403291>

- Schonlau, M., & Peters, E. (2008). Graph comprehension: An experiment in displaying data as bar charts, pie charts and tables with and without the gratuitous 3rd dimension. *Social Science Research Network Working Paper Series*, 1-16.
- Segel, E., & Heer, J. (2010). Narrative visualization: telling stories with data. *Ieee Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 16(6).
<https://doi.org/10.1109/TVCG.2010.179>
- Wang, Y., Liu, D., Qu, H., Luo, Q., & Ma, X. (2016, September). A guided tour of literature review: Facilitating academic paper reading with narrative visualization. In *Proceedings of the 9th International Symposium on Visual Information Communication and Interaction* (pp. 17-24). <https://doi.org/10.1145/2968220.2968242>
- Weathers, D., & Aragón, O. (2019). Integrating analytics into marketing curricula: Challenges and effective practices for developing six critical competencies. *Marketing Education Review*, 29(4), 266-282. <https://doi.org/10.1080/10528008.2019.1673664>
- Weber, W., Engebretsen, M., & Kennedy, H. (2018). Data stories. rethinking journalistic storytelling in the context of data journalism. *Studies in Communication Sciences*, 18(1), 191–206. <https://doi.org/10.24434/j.scoms.2018.01.013>
- Welbourne, T. M. (2015). Data-driven storytelling: the missing link in hr data analytics. *Employment Relations Today*, 41(4), 27–33. <https://doi.org/10.1002/ert.21471>
- Yarkoni, T., Speer, N. K., & Zacks, J. M. (2008). Neural substrates of narrative comprehension and memory. *Neuroimage*, 41(4), 1408–25.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.03.062>
- Zebregs, S., van den Putte, B., de Graaf, A., Lammers, J., & Neijens, P. (2015). The effects of narrative versus non-narrative information in school health education about alcohol

drinking for low educated adolescents. *Bmc Public Health*, 15.