

## Ontkenning van de feiten

*Hoe houdt men soms vast aan mispercepties over wetenschappelijke onderwerpen en hoe kan wetenschap beter gecommuniceerd worden?*

Aart van Stekelenburg  
Radboud Universiteit  
aart.vanstekelenburg@ru.nl

### Samenvatting

Ondanks overweldigend wetenschappelijk bewijs zijn we het niet allemaal eens over de feiten met betrekking tot een aantal belangrijke onderwerpen. Hoe kan dat? Dit artikel geeft een overzicht van onderzoek naar hoe mensen vasthouden aan onjuiste overtuigingen terwijl ze geconfronteerd worden met juiste informatie en hoe wetenschapscommunicatie verbeterd kan worden om mensen te helpen tot wetenschappelijk accurate overtuigingen te komen.

### Abstract

*Correcting misperceptions about contested topics through science communication*

The public does not agree about the facts surrounding a number of formidable challenges that the world is facing. Science communication plays an important role in informing people about the facts related to such important societal topics, but it is not always effective. The aim of the work discussed in this paper is to investigate how people stick to false beliefs in the face of corrective information and how science communication can improve to help people come to scientifically accurate beliefs. The research reviewed here demonstrates that people can sometimes stick to misperceptions when faced with corrective information because they are motivated to do so. Second, the findings show both meta-analytically and experimentally that science communication can improve by leveraging the informational and heuristic value of scientific consensus. Although many questions remain, helping people identify and understand scientific consensus can

help reduce misperceptions even further than only communicating the consensus itself.

**Keywords:** science communication, misperceptions, motivated reasoning, scientific consensus, boosting

## Inleiding

We zijn het niet allemaal eens over de feiten met betrekking tot een aantal belangrijke uitdagingen waar we voor staan. Een van de belangrijkste uitdagingen is klimaatverandering, die gepaard gaat met onder andere zeeniveaustijging en extreem weer zoals overstromingen en droogte (IPCC, 2018). Fundamentele veranderingen zijn snel nodig, maar een aanzienlijk deel van de bevolking van landen die veel broeikasgassen uitstoten, zoals de Verenigde Staten (VS), is het nog steeds niet eens met het feit dat de mens verantwoordelijk is voor klimaatverandering (Leiserowitz et al., 2021). Extreem weer heeft desastreuze, directe consequenties, maar het maakt het ook moeilijker om een andere uitdaging het hoofd te bieden: het bestrijden van hongersnood. Naar schatting twee miljard mensen hebben geen goede toegang tot veilig, voedzaam en voldoende voedsel (United Nations, n.d.). Het gebruik van genetische manipulatie zou gewassen beter bestand kunnen maken tegen extreem weer (bijv. Khan et al., 2019) en de voedingswaarde van ons voedsel kunnen verbeteren (Hefferon, 2015), maar deze technologie is in veel landen illegaal of door potentiële consumenten ongewenst (Scott et al., 2018). Bovenop klimaatverandering en ondervoeding vormen infectieziekten een derde gezondheidsrisico voor talloze mensen over de hele wereld. In veel landen waren ziektes als de mazelen na decennia van succesvolle vaccinatiecampagnes uitgeroeid, maar nu daalt de vaccinatiegraad voor dit soort ziekten onder kinderen in een aantal regio's in de wereld. Daardoor krijgen verschillende infectieziekten de kans om opnieuw op te laaien (Cunningham, 2020).

Wat hebben deze problemen – klimaatverandering, ondervoeding en infectieziekten – met elkaar te maken? Het voortdurende bestaan van deze problemen is in ieder geval gedeeltelijk het gevolg van mispercepties. Mispercepties zijn feitelijke overtuigingen die onjuist zijn of in tegenspraak zijn met het beste beschikbare bewijs in het publieke domein (Flynn et al., 2017). Er bestaan veel van zulke onjuiste overtuigingen bij het publiek in verschillende landen, zeker in het geval van belangrijke en veelbesproken

onderwerpen zoals klimaatverandering, voedselveiligheid en vaccinatie (bijv. Larson et al., 2016; Leiserowitz et al., 2021; Scott et al., 2018).

Mispercepties kunnen serieuze gevolgen hebben. In 2016, bijvoorbeeld, kozen Amerikaanse stemmers voor een president die niet geloofde dat het klimaat verandert. Tijdens zijn ambtstermijn heeft hij de VS, het land met de op een na hoogste uitstoot aan broeikasgassen van de wereld (International Energy Agency, n.d.), teruggetrokken uit de klimaatakkoorden van Parijs en daardoor de wereldwijde aanpak van klimaatverandering geschaad. Ondertussen heeft tegenstand tegen genetisch gemanipuleerd voedsel ervoor gezorgd dat het gebruik van ingrediënten of producten die op deze manier geproduceerd zijn in veel landen verboden is (bijv. in de Europese Unie; European Parliament, 2015). Volgens schattingen had het verbod op een bepaalde soort verrijkte rijst in India in 2014 al zo'n 1,4 miljoen levensjaren gekost (Wessler & Zilberman, 2014). Wat betreft mispercepties over vaccinatie voor kinderen (bijv. het BMR-vaccin) is Europa een van de wereldleiders op het gebied van vaccinatiescepticisme (Wellcome, 2018). Dit is terug te zien in nieuwe records in het aantal gevallen van de mazelen in Europa in 2017 en 2018, juist na decennia van daling als gevolg van succesvolle vaccinatiecampagnes (ECDC, 2020).

Om problemen aan te kunnen pakken moeten we het eerst eens zijn over de feiten. Feiten – informatie die wordt ondersteund door overweldigend, wetenschappelijk bewijs – stellen ons in staat om goed geïnformeerd de dialoog aan te gaan. Dit is essentieel om de uitdagingen waar onze maatschappij voor staat het hoofd te bieden en om democratische vooruitgang te maken. Uiteraard bestaat honderd procent zekerheid niet, ook niet in de wetenschap, maar om pragmatische redenen gebruik ik de term 'feiten' hier voor informatie waarover het wetenschappelijk bewijs zo overweldigend duidelijk is dat we als samenleving er wel naar moeten handelen. En hoewel misschien niet iedereen het ermee eens is zijn de belangrijkste feiten rondom de uitdagingen waar we voor staan helder. In wezen zijn belangrijke onderdelen van deze uitdagingen niet langer wetenschappelijke vraagstukken, maar vraagstukken met betrekking tot het communiceren van de wetenschappelijke feiten.

Wetenschapscommunicatie speelt dus een belangrijke rol in het informeren van het publiek over de feiten met betrekking tot belangrijke onderwerpen. Wetenschapscommunicatie kan breed gedefinieerd worden als het gebruik van geschikte vaardigheden, media, activiteiten en dialogen om aan wetenschap gerelateerd bewustzijn, plezier, interesse, opinievorming en begrip op te wekken (Burns et al., 2003). Wetenschapscommunicatie is veelzijdig en

**Tabel 1. Overzicht van de twee delen met bijbehorende onderzoeksvragen, onderzoeksmethoden, onderwerpen en referenties**

Deel	Onderzoeksvraag	Onderzoeksmethode	Onderwerp	Referentie
1. Hoe men soms vasthoudt aan onjuiste overtuigingen	Wat is de causale rol van gemotiveerd redeneren in het corrigeren van mispercepties?	Twee online experimenten	Kindervaccinaties en E-nummers	Van Stekelenburg et al., 2020
2. Hoe wetenschapscommunicatie verbeterd kan worden	Wat is het effect van communicatie van wetenschappelijke consensus in het informeren van het publiek?	Meta-analyse van 43 experimentele werken	Klimaatverandering, genetisch gemanipuleerd voedsel en vaccinatie	Van Stekelenburg et al., n.d.
	Kan je begrip en identificatie van wetenschappelijke consensus versterken om consensuscommunicatie effectiever te maken?	Drie online experimenten	Klimaatverandering en genetisch gemanipuleerd voedsel	Van Stekelenburg et al., 2021b
	Kan zulke versterking van consensusredeneren in een natuurlijke situatie toegepast worden?	Een longitudinale studie (vier waves over vier weken) met interventie	Coronavirus en COVID-19	Van Stekelenburg et al., 2021a

kan meer omvatten dan eenrichtingsverkeer van informatie (zie Kappel & Holmen, 2019), maar hier focus ik op inspanningen gericht op het informeren van het publiek over wetenschappelijke feiten.

In onze zogenoemde ‘*post-truth*’-wereld is de veronderstelling dat objectieve feiten minder van belang zijn in het vormen van publieke overtuigingen dan voorheen. Een substantieel aantal wetenschapscommunicatoren en onderzoekers vraagt zich af of het simpelweg communiceren van de wetenschap nog wel werkt om het publiek te informeren over de feiten (Beck, 2017; Hornsey, 2020; Kolbert, 2017). Hoe kan dat? En kunnen feiten zo gecommuniceerd worden dat ze het publiek wel informeren? Deze vragen staan centraal in het onderzoek dat ik hier bespreek; het doel was om te onderzoeken hoe mensen vasthouden aan onjuiste overtuigingen terwijl ze geconfronteerd worden met juiste informatie (deel 1) en hoe wetenschapscommunicatie verbeterd kan worden om mensen

te helpen tot wetenschappelijk accurate overtuigingen te komen (deel 2; zie tabel 1 voor een overzicht van de delen en bijbehorende studies).

Alle vier de empirische studies zijn openbaar toegankelijk, zodat iedereen het werk kan lezen. Alle studies zijn gepreregistreerd, wat het onderzoeksproces transparant maakt. Alle data en al het materiaal van het gepubliceerde werk zijn vrij toegankelijk (op mijn Open Science Framework-pagina: [www.osf.io/uwzky](http://www.osf.io/uwzky)).

## Deel 1: hoe houden mensen vast aan mispercepties?

Lang werd het publiek in wetenschapscommunicatie als een simpele informatieverwerkingsmachine gezien. Als het publiek niet op de hoogte was van de feiten dacht men dat dit kwam door een gebrek aan kennis, een 'deficit' (Bauer et al., 2007). Als informatie gegeven zou worden dan neemt het publiek die tot zich, daarmee het gebrek aan kennis vullend, en past het zijn overtuigingen en attitudes dienovereenkomstig aan. Dit vrij algemene idee wordt beschreven in het '*information deficit model*' van wetenschapscommunicatie (Gross, 1994; Sturgis & Allum, 2004). Inmiddels laat decennia aan onderzoek naar cognitie en communicatie iets anders zien. Onderzoekers ontdekten veel verschillende factoren die onze informatieverwerking beïnvloeden, zoals heuristieken en motivationele processen (bijv. Kahneman et al., 1982; Kunda, 1990). Dit betekent dat het veranderen van overtuigingen ingewikkelder zou kunnen zijn dan alleen het communiceren van de feiten.

### De rol van motivatie (studie 1)

Een van de meest prominente theorieën met betrekking tot het redeneren over (wetenschappelijke) informatie stelt dat zulke redenering beïnvloed wordt door motivatie, het doel dat iemand heeft. Deze '*motivated reasoning*'-theorie (Kunda, 1990) stelt dat er over het algemeen twee categorieën van redeneren zijn: redeneren met het doel tot de meest accurate uitkomst te komen, ongeacht wat dat is, en redeneren met als doel tot de uitkomst te komen die de voorkeur heeft. Motivatie kan zelfs al een rol spelen nog voordat je wordt blootgesteld aan informatie, wanneer je bepaalt welke informatie je tot je wil nemen. Je kan namelijk informatie die een gevaar vormt voor jouw voorkeursovertuigingen of jouw bestaande overtuigingen vermijden, wat leidt tot selectieve blootstelling (Hart et al., 2009).

In het huidige onderzoek zijn we echter uitgegaan van een situatie waarin iemand wél blootgesteld wordt aan accurate informatie die mispercepties zou

kunnen corrigeren. Daarom richtten wij ons op de volgende stap in *motivated reasoning*: het gemotiveerd verwerken van informatie. Wanneer iemand een bericht leest dat ingaat tegen iets waar zij graag in willen geloven of al in geloven kan men in een bepaalde richting gaan redeneren om deze overtuiging te beschermen (Kunda, 1990, zie ook Chen et al., 1999). Deze theorie kan bijvoorbeeld verklaren waarom sommige vrijemarktdenkers geloven dat klimaatverandering een hoax is: de voorkeur voor minimale regulering van klimaatverandering stuurt hun redeneren richting geloven dat klimaatverandering niet echt is. Op dezelfde manier kan men bestaande overtuigingen of gedrag beschermen. Iemand die al lang rookt zou het bewijs voor een verband tussen roken en longkanker kunnen afwijzen, omdat het accepteren van dat verband betekent dat de gezondheid in gevaar is en dat er gestopt moet worden met roken.

Soms is men dus gemotiveerd om tot een specifieke uitkomst te komen. De tegenovergestelde motivatie, die om tot de meest accurate overtuiging te komen, kan ervoor zorgen dat iemand juist méér openstaat voor nieuwe informatie die niet in lijn is met een bestaande of voorkeursovertuiging (Kunda, 1990). Er is al veel onderzoek naar de bronnen van motivatie in redeneren (bijv. politieke voorkeur, identiteitsbescherming; Bolsen et al., 2014; Kahan et al., 2017), maar er was nog geen onderzoek dat testte of motivatie de reactie op corrigerende informatie beïnvloedt. Bovendien was het onduidelijk of mispercepties beter gecorrigeerd konden worden door een accuraatheidsmotivatie op te wekken tijdens het verwerken van informatie.

Daarom besloten we onderzoek te doen naar de causale rol van motivatiegericht redeneren in het corrigeren van mispercepties (Van Stekelenburg et al., 2020). We voerden twee experimenten uit. De eerste richtte zich op de misperceptie dat het geven van meerdere vaccinaties bij jonge kinderen het immuunsysteem overbelast, de tweede richtte zich op de misperceptie dat het onveilig is om toevoegingen aan voedsel die aangegeven worden met E-nummers te consumeren. Om er zeker van te zijn dat we corrigerende effecten van wetenschappelijke informatie testten en om de kans te vergroten dat de participanten aan ons onderzoek de neiging zouden kunnen hebben om hun overtuiging te verdedigen, rekruteerden we participanten die een van de eerdergenoemde mispercepties over vaccinatie (experiment 1) of E-nummers (experiment 2) aanhingen.

Tijdens het onderzoek vroegen we deze participanten tweemaal naar hun geloof in de onjuiste overtuiging met betrekking tot vaccinaties of E-nummers: eenmaal vóór het stimuleren van een bepaalde motivatie en blootstelling aan corrigerende informatie en nog eens daarna. Dit gaf ons de mogelijkheid om

veranderingen in de overtuigingen van de participanten te onderzoeken. We gebruikten een korte tekst om gerichte motivatie, accuraatheidsmotivatie, ofwel geen specifieke motivatie te stimuleren. Het stimuleren van een gerichte motivatie deden we onder andere door de participanten te vragen hun eigen overtuiging in het achterhoofd te houden tijdens het lezen van de nieuwe informatie. Accuraatheidsmotivatie werd gestimuleerd door de participanten onder andere te vragen vanuit verschillende perspectieven over de informatie na te denken. In de conditie waarin geen specifieke motivatie werd gestimuleerd kregen participanten simpelweg de vraag om de informatie te lezen zoals zij meestal doen. De corrigerende informatie bestond uit een kort, door ons gemaakt nieuwsartikel dat de onjuiste overtuiging weerlegde met een beknopte uitleg.

De resultaten toonden aan dat motivatie inderdaad een causale rol speelt in de effectiviteit van een corrigerende, op wetenschap gebaseerde boodschap: redenering gedreven door accuraatheidsmotivatie zorgde voor grotere corrigerende effecten van de informatie dan redenering gedreven door een gerichte motivatie. Opvallend was dat in het experiment over E-nummers, de standaardredenering van participanten (wanneer we geen specifieke motivatie stimuleerden) hen net zo liet reageren op de correcte informatie als redenering gedreven door accuraatheidsmotivatie. Dit betekent dat men misschien toch niet zo snel de neiging heeft om als gevolg van corrigerende informatie in de verdediging te schieten. De uitkomsten ondersteunen dus een optimistischer beeld van onze ontvankelijkheid voor wetenschappelijke informatie dan het beeld dat men vaak tegenkwam in de literatuur, waar vooral de mogelijkheid tot het averechts werken van corrigerende informatie (*'backfire effects'*) werd benadrukt (Hart & Nisbet, 2012; Nyhan & Reifler, 2010, maar zie ook Nyhan, 2021; Swire-Thompson et al., 2020; Wood & Porter, 2019).

## **Deel 2: hoe kan wetenschap beter gecommuniceerd worden?**

Het voorgaande onderzoek suggereerde dat men misschien wel meer openstaat voor wetenschappelijke informatie dan we verwachtten. Toch zijn er nog steeds substantiële groepen mensen die zelfs na decennia van blootstelling aan correcte informatie mispercepties aanhangen (bijv. Pew Research Center, 2015). Hoe kan je hen het beste informeren over de feiten?

### **Communiceren van wetenschappelijke consensus (studie 2)**

We kunnen en hoeven niet allemaal de complexiteit van het veranderende klimaat van de aarde, genetische technologie, het menselijk immuunsysteem

of andere belangrijke onderwerpen te begrijpen. Daarom focust een veelbelovende strategie voor wetenschapscommunicatie juist niet op de complexiteit van wetenschappelijk bewijs, maar gebruikt het relatief eenvoudige informatie over consensus onder wetenschappers (dat wil zeggen een hoge mate van overeenstemming onder wetenschappers). Dit is een boodschap die redelijk vaak is onderzocht, vooral in het domein van klimaatverandering (Van der Linden, 2021). Berichten over wetenschappelijke consensus zijn redelijk simpel: ze leggen uit dat er een groep wetenschappers is die het eens is over een bepaalde uitspraak. Een voorbeeld van een veel onderzochte boodschap is: ‘97% van de klimaatwetenschappers is tot de conclusie gekomen dat door de mens veroorzaakte klimaatverandering plaatsvindt’ (bijv. Van der Linden et al., 2015).

De gedachte achter deze strategie is dat het communiceren van consensus bij de ontvanger leidt tot een hernieuwde inschatting van de wetenschappelijke consensus. Na het lezen van het consensusbericht over klimaatwetenschappers zou de ontvanger dus, voor zover deze nog niet op de hoogte was van de wetenschappelijke consensus, een *hogere* inschatting maken van consensus onder klimaatwetenschappers. Deze consensusperceptie functioneert dan als toegangspoort tot persoonlijke overtuigingen (Lewandowsky et al., 2013; Van der Linden et al., 2015), bijvoorbeeld de overtuiging dat klimaatverandering daadwerkelijk plaatsvindt. Een bericht over de wetenschappelijke consensus geeft niet alleen waardevolle informatie, maar maakt ook gebruik van twee heuristieken: vertrouwen in experts en het idee dat consensus juistheid impliceert (Van der Linden, 2021). Verwerking van een consensusbericht kan dus op verschillende manieren plaatsvinden, met meer of minder cognitieve inzet (Van der Linden, 2021; zie ook traditionele *dual process*-modellen; Kahneman, 2011; Petty & Cacioppo, 1986).

Er is echter discussie over de effectiviteit van communicatie van wetenschappelijke consensus in het veranderen van publieke overtuigingen (Landrum & Slater, 2020). Sommige onderzoekers stellen dat de consensus zelf misschien niet geaccepteerd wordt en juist bij sommige groepen tot weerstand kan leiden (Ma et al., 2019; zie ook Dixon et al., 2019; Van der Linden et al., 2019). En zelfs als de wetenschappelijke consensus wordt geaccepteerd leidt deze misschien niet tot verandering in persoonlijke overtuigingen over de feiten (Bolsen & Druckman, 2018; Dixon, 2016; Pasek, 2018).

Wij besloten bij te dragen aan deze discussie met behulp van een meta-analyse die de effectiviteit van communicatie van wetenschappelijke



consensus in het informeren van het publiek over drie bij het publiek omstreden onderwerpen testte (Van Stekelenburg et al., n.d.). Om precies te zijn onderzochten we de effecten van consensuscommunicatie over klimaatverandering, genetisch gemodificeerd voedsel en vaccinatie op 1) de perceptie dat er inderdaad een wetenschappelijke consensus is en 2) geloof in de feiten. Door 43 experimenten (totale  $N = \sim 34.800$ ) te combineren vonden we voor de verschillende onderwerpen dat eenmalige blootstelling aan consensusberichten een positief effect had op de waargenomen wetenschappelijke consensus. Bovendien hadden de boodschappen een klein maar positief effect op overtuigingen over de feiten. Opvallend was dat consensusboodschappen, in tegenstelling tot wat sommige onderzoekers stelden, bijna geen kans hadden om averechts te werken (te *'backfire'*). De resultaten waren behoorlijk vergelijkbaar voor klimaatverandering en genetisch gemodificeerd voedsel, maar er waren niet genoeg experimenten om apart de effecten voor vaccinatie vast te stellen. Kortom, alhoewel het effect op feitelijke overtuigingen in de meta-analyse klein was, lijkt het communiceren van de wetenschappelijke consensus een effectieve manier om overtuigingen over bij het publiek omstreden onderwerpen te veranderen.

Maar helpt communicatie van wetenschappelijke consensus alleen om mensen die al min of meer op de hoogte zijn van de feiten verder te informeren, of helpt het ook mensen die mispercepties aanhangen de feiten te aanvaarden? Zoals we gezien hebben in het eerste onderzoek kan je, als je een misperceptie aanhangt, soms gemotiveerd zijn om deze te beschermen, waardoor nieuwe informatie misschien minder effectief is om je te informeren. We hebben geprobeerd dit te onderzoeken in de meta-analyse door te verkennen of het effect van consensuscommunicatie afhankelijk was van de al bestaande overtuigingen van participanten. De resultaten waren niet eenduidig, waarschijnlijk omdat er niet genoeg studies waren die vooral sceptici gerekruteerd hadden om het effect van communicatie van wetenschappelijke consensus onder hen te testen.

Een tweede potentiële beperking van consensuscommunicatie is terug te vinden in de kritiek dat het de autoriteit van wetenschappers als overtuigingsmiddel inzet (Pearce et al., 2015). Het is misschien niet voor iedereen duidelijk waarom wetenschappelijke consensus waardevolle informatie biedt. In plaats van mensen alleen te vertellen wat de meeste experts denken, kan het ethisch gezien de voorkeur hebben om het publiek te helpen zelf de feiten te achterhalen. Dit is extra waardevol in een tijd waarin de wetenschap en wetenschappers regelmatig onder vuur liggen.

Deze twee potentiële beperkingen benadrukken het belang van onderzoek met specifiek sceptici en het ontwikkelen van een aanpak die het publiek helpt zelf de feiten te achterhalen. De volgende studie ging in op beide beperkingen.

### **Consensusredenering 'boosten' (studie 3 en studie 4)**

Een relatief nieuwe benadering uit de psychologie biedt juist het ethische voordeel dat je mensen helpt, in plaats van stuurt. Deze benadering heet 'boosting' (Hertwig & Grüne-Yanoff, 2017). Boosten bestaat uit niet-dwingende interventiestrategieën, die als doel hebben om de bekwaamheid van mensen te versterken om keuzes te maken die in lijn zijn met hun eigen doelen. Dat doen zulke interventies op een transparante manier die zelfstandigheid bevordert (Hertwig & Grüne-Yanoff, 2017; Lorenz-Spreen et al., 2020). Je zou boosting ook toe kunnen passen in wetenschapscommunicatie, bijvoorbeeld door mensen te helpen om wetenschappelijke informatie beter te begrijpen. Bij communicatie van de wetenschappelijke consensus, bijvoorbeeld, zou je dan minder gebruik hoeven te maken van de autoriteit van de wetenschap en kan je mensen juist ondersteunen in het goed gebruik maken van zulke informatie.

In het volgende onderzoek (Van Stekelenburg et al., 2021b) pasten we een dergelijke boostingaankpak toe. Om er zeker van te zijn dat we effecten van correcties konden testen rekruteerden we, zoals in eerder onderzoek (studie 1), participanten die een onjuiste overtuiging hadden. Om precies te zijn rekruteerden we participanten die geloofden dat klimaatverandering niet primair veroorzaakt wordt door menselijk handelen (experiment 1) en participanten die geloofden dat genetisch gemanipuleerd voedsel slechter voor je gezondheid is dan niet-genetisch gemanipuleerd voedsel (experiment 2 en 3). In drie experimenten gebruikten we een 'boost': we leerden de participanten de waarde van wetenschappelijke consensus en hoe ze zulke consensus konden identificeren. Daarvoor gebruikten we een infographic om 1) het ontstaansproces van wetenschappelijke consensus te beschrijven en 2) drie stappen te geven om informatie met betrekking tot een wetenschappelijke consensus te identificeren. Daarna lazen participanten een nieuwsartikel met informatie over een wetenschappelijke consensus die hun onjuiste overtuiging tegensprak.

We vonden dat deze tweetrapscommunicatiestrategie, boosting gecombineerd met informatie over een wetenschappelijke consensus, meer succes had in het corrigeren van een misperceptie over genetisch gemanipuleerd voedsel dan het communiceren van de wetenschappelijke consensus alleen. De resultaten wat betreft klimaatverandering waren echter minder eenduidig

en lieten zien dat deze aanpak misschien niet werkt voor mispercepties over dit onderwerp. De bevindingen suggereren dat een strategie van open communicatie over de waarde en het ontstaansproces van wetenschappelijke consensus soms kan helpen bij het corrigeren van mispercepties.

De meta-analyse en dit experimenteel werk stellen samen dat communicatie van wetenschappelijke consensus, vooral als het wordt gecombineerd met een 'consensusboost', niet alleen effectief kan zijn in het versterken van accurate overtuigingen, maar ook in het corrigeren van onjuiste overtuigingen.

Een belangrijke beperking van het voorgaande werk is dat het alleen kortetermijneffecten van eenmalige blootstelling aan de interventie onderzocht. Bovendien gebeurde dat in gecontroleerde, experimentele settings. Eerste bevindingen van een van de experimenten uit het boostingonderzoek met een follow-up na twee weken waren niet eenduidig. Deze beperkingen komen ook naar voren in veel ander onderzoek in dit domein (Van der Linden, 2021; zie ook Kahan & Carpenter, 2017). Dus is het nog onduidelijk of en hoe effecten van accurate informatie en 'consensusboosting', zoals we die vonden in de meta-analyse en onze experimenten, zich vertalen naar natuurlijke situaties. Het zou zowel voor de praktijk als voor theorie over wetenschapscommunicatie en boosting waardevol zijn om te weten of effecten van interventies aanhouden in minder gecontroleerde situaties. Ook inzichten over of grotere, duurzame effecten bewerkstelligd kunnen worden, bijvoorbeeld door middel van herhaalde blootstelling aan een interventie, zouden waardevol zijn.

Daarom probeerden we in het volgende onderzoek (Van Stekelenburg et al., 2021a), tijdens het begin van de COVID-19-pandemie, onze boostinganpak toe te passen in een natuurlijkere situatie. In tegenstelling tot mispercepties over klimaatverandering en genetisch gemanipuleerd voedsel waren overtuigingen over SARS-CoV-2 en COVID-19 aan het begin van de pandemie nog heel nieuw en veranderlijk. Dit maakt het corrigeren van onjuiste overtuigingen door communicatie van wetenschappelijke consensus moeilijk, omdat je over steeds veranderende mispercepties moet communiceren. Dus testten we een aangepaste versie van onze boostinginterventie, waarin we mensen niet alleen hielpen wetenschappelijke consensus te begrijpen en te herkennen, maar ook stimuleerden om er zelf naar te zoeken. Daarnaast probeerden we in een van de zwaarst getroffen landen van dat moment, de VS, inzicht te krijgen in de publieke overtuigingen over het nieuwe coronavirus en COVID-19.

Gedurende vier weken vroegen we een gebalanceerde steekproef (gebalanceerd op leeftijd, gender en etniciteit om de bevolking van de VS te benaderen) vier keer om aan te geven in hoeverre ze een aantal waar-of-niet-waar-uitspraken geloofden. In tegenstelling tot het voorgaande boostingonderzoek combineerden we de interventie niet met een nieuwsartikel met consensusinformatie. Participanten moesten dus op eigen initiatief buiten de studiecontext hun nieuwe vaardigheid toepassen. De resultaten lieten zien dat de meeste mensen aan het begin van de crisis redelijk goed in staat waren de feiten te achterhalen; een grote meerderheid van de participanten hield er nauwelijks mispercepties op na. Bovendien werden overtuigingen die meerdere keren bevraagd werden gedurende de vier weken gemiddeld steeds een beetje accurater. Dit was echter niet het gevolg van de boostinginterventie. Zelfs bij individuen die aan het begin van de studie relatief minder accurate overtuigingen hadden, was de interventie niet in staat om de accurateheid van deze overtuigingen te verhogen in vergelijking met de controlegroep. Dit benadrukt hoe moeilijk het is om interventies getest in gecontroleerde, experimentele settings te vertalen naar natuurlijke situaties.

## Discussie

Wat zeggen deze studies over hoe mensen vasthouden aan onjuiste overtuigingen wanneer ze geconfronteerd worden met wetenschappelijke informatie en over hoe wetenschapscommunicatie verbeterd kan worden? Ten eerste, de studies laten zien dat mensen soms, ondanks correcte informatie, vasthouden aan mispercepties omdat ze daartoe gemotiveerd zijn. Ons onderzoek toont dat redeneren over corrigerende informatie met als doel tot een specifieke conclusie te komen ertoe kan leiden dat iemand minder geneigd is een overtuiging aan te passen dan redeneren met accurateheid als doel. Dit is een belangrijke eerste stap in het blootleggen van het causale effect van motivatie in redeneren, maar er is een aantal alternatieve verklaringen waar rekening mee gehouden moet worden (bijv. de mogelijkheid dat *'demand effects'* een rol speelden in de verschillen tussen condities; zie de paragraaf 'Beperkingen en suggesties voor vervolgonderzoek' hierna).

Ten tweede, de bevindingen tonen zowel meta-analytisch als experimenteel aan dat wetenschapscommunicatie verbeterd kan worden door gebruik te maken van de informationele en heuristische waarde van wetenschappelijke consensus. Het directe effect van eenmalige blootstelling aan boodschappen

over wetenschappelijke consensus op feitelijke overtuigingen is wel klein; het meta-analytisch geschatte effect was kleiner dan de mediane effectgrootte in communicatiewetenschap (Rains et al., 2018). Toch lijkt het communiceren van wetenschappelijke consensus een effectieve manier om overtuigingen te veranderen. Zo zou dit kleine effect praktisch relevanter kunnen worden als het vergroot kan worden, bijvoorbeeld door herhaalde blootstelling (Anvari et al., n.d.; Funder & Ozer, 2019) of door het 'boosten' van redeneren met behulp van de wetenschappelijke consensus.

Mensen helpen bij het identificeren en begrijpen van wetenschappelijke consensus kan bijdragen aan het verminderen van mispercepties, in ieder geval als het gaat om overtuigingen over genetisch gemanipuleerd voedsel. Het is nog wel onduidelijk in hoeverre zulke interventies gericht op consensusredeneren ook effectief kunnen zijn voor onderwerpen waar vertrouwen in wetenschappers over het algemeen wat lager is (bijv. klimaatverandering; zie ook Van der Linden & Lewandowsky, 2022; Van Stekelenburg et al., 2022; Zarzezna et al., 2021). Verder laten de resultaten zien dat de effecten van eenmalige blootstelling aan dergelijke interventies misschien niet aanhouden over tijd en dat het toepassen van zulke interventies buiten een gecontroleerde experimentele setting moeilijk kan zijn.

Tijdens dit onderzoek hebben we een aantal redenen gevonden voor optimisme met betrekking tot hoe open mensen staan voor wetenschappelijke informatie. Het experiment over E-nummers liet zien dat de standaardredenering van mensen over corrigerende informatie hen net zo liet reageren op de corrigerende boodschap als redenering gedreven door accuraatheid. Dit suggereert dat we, geconfronteerd met corrigerende informatie, misschien minder de neiging hebben om bestaande of voorkeursovertuigingen te beschermen dan de literatuur voorstelde. Bovendien zijn de corrigerende effecten van de experimenten over het algemeen vrij groot voor eenmalige blootstelling aan wetenschappelijke informatie. Hoewel je voorzichtig moet zijn bij het interpreteren van de algemene verschillen tussen pretest- en posttest-scores vanwege regressie naar het gemiddelde (een statistisch verschijnsel dat natuurlijke variatie in data van herhaalde metingen kan doen voorkomen als echte verandering; Barnett, 2004), zouden de verschillen kunnen suggereren dat mensen over het algemeen redelijk bereid zijn hun overtuigingen aan te passen als gevolg van correcte informatie. Ten slotte liet het onderzoek aan het begin van de COVID-19-pandemie zien dat, hoewel er veel zorgen waren over misinformatie, de meeste mensen vrij goed in staat waren om de feiten te achterhalen.

## Theoretische implicaties

Deze bevindingen staan in schril contrast met enkele van de heersende ideeën in het veld, dat tot voor kort vooral stelde dat corrigerende informatie waarschijnlijk averechts zou werken en mispercepties zou versterken. Ons onderzoek is niet het enige recente onderzoek dat stelt dat dit idee onjuist is. Ander recent werk heeft overtuigend aangetoond dat het zeer onwaarschijnlijk is dat het 'backfire-effect' optreedt (Nyhan, 2021; Swire-Thompson et al., 2020; Wood & Porter, 2019). Desalniettemin heeft dit *backfire*-effect, samen met een aantal andere bevindingen, bijgedragen aan het einde van het *information deficit model* en zijn aanname dat ontkenning van wetenschappelijk bewijs het gevolg is van een tekort aan kennis (Drummond & Fischhoff, 2017; Hart & Nisbet, 2012; Hornsey et al., 2018; National Academy of Sciences Engineering and Medicine, 2017; Simis et al., 2016).

Onze bevindingen zijn deels in lijn met de argumentatie tegen het *deficit model*, maar ze bieden nuance. We vinden inderdaad, zoals gesuggereerd door de theorie over gemotiveerd redeneren, dat de doelen die mensen hebben van invloed zijn op hoe effectief wetenschapscommunicatie kan zijn in het corrigeren van mispercepties. We vinden echter geen aanwijzingen voor een averechts (*backfire*) effect. Integendeel, het huidige onderzoek suggereert dat mensen die mispercepties aanhangen tot relatief accuratere overtuigingen komen na blootstelling aan correcte informatie, zelfs wanneer zij gemotiveerd zijn om een bestaande of voorkeursovertuiging te beschermen. Bovendien laat het zien dat redelijk simpele boodschappen over wetenschappelijke consensus effectief zijn in het informeren van mensen en nauwelijks een kans hebben om averechts te werken.

Het onderzoek suggereert, samen met ander recent empirisch werk (bijv. Anglin, 2019; Nyhan et al., 2020; Ranney & Clark, 2016), dat de belangrijkste redenering achter het *information deficit model* mogelijk te snel is afgewezen. Hoewel mensen zeker geen informatieverwerkingsmachines zijn en ons redeneren op allerlei manieren gebiased kan zijn, kan het geven van informatie vaak werken om onjuiste overtuigingen te corrigeren en scepticisme tegenover de feiten te verminderen.

Het gedeeltelijke succes van de boostingaanpak, die mensen in staat stelt met behulp van wetenschappelijke consensus de feiten te achterhalen, pleit ook voor het *information deficit model*. Het belangrijkste uitgangspunt van het model is dat een tekort (een 'deficit') aan kennis of begrip leidt tot

scepticisme en dat het opvullen van dit tekort zal leiden tot het accepteren van de feiten. Onze boostingaanpak, die gericht is op begrip, blijkt in staat te zijn om informatie nog effectiever te maken in het communiceren van de feiten. Dit benadrukt de twee wegen naar accurate overtuigingen: het geven van correcte informatie en het versterken van het begrip van de wetenschap in het algemeen.

## Praktische implicaties

De communicatiepraktijk van wetenschappers wordt nog steeds gekarakteriseerd door behoorlijk wat pessimisme over de bereidheid van het algemene publiek om de feiten te accepteren (Simis et al., 2016). Dit pessimisme is ook te vinden onder sommige journalisten en andere communicatoren, en is terug te zien in populaire media. In 2016, na het Brexit-referendum en de verkiezingen in de VS, riep Oxford Dictionaries '*post-truth*' uit tot internationaal woord van het jaar (BBC News, 2016). Er verschenen tal van tijdschriftartikelen waarin werd beweerd dat de feiten niet meer voldoende waren om mensen te informeren (bijv. Beck, 2017; Kolbert, 2017). Maar ook vóór 2016 waren er al zorgen in de populaire media over het averechts werken van feitencommunicatie, bijvoorbeeld in de context van vaccinatiescepticisme (bijv. Romm, 2014). De COVID-19-pandemie leek veel van deze zorgen te bevestigen, nu verergerd door zorgen over wijdverspreide misinformatie. De Wereldgezondheidsorganisatie verklaarde in 2020 dat de wereld niet alleen leidde aan een pandemie, maar ook aan een 'infodemie': een buitensporige hoeveelheid accurate en inaccurate informatie (World Health Organization, 2020).

De implicaties van ons werk voor de praktijk van wetenschapscommunicatie zijn simpel. Er is ruimte voor optimisme: mensen staan misschien wel meer open voor wetenschappelijke informatie dan gedacht. Eén veelbelovende methode om de feiten over te brengen bestaat uit het communiceren van wetenschappelijke consensus. Zulke berichten zijn vrij zeldzaam in nieuws in het algemeen (Merkley, 2020), en in nieuws specifiek over klimaatverandering (Chinn, 2021). Omgekeerd kan de gangbare journalistieke praktijk om balans in het nieuws te brengen, bijvoorbeeld door zowel het perspectief van een medisch professional als dat van een antivaxer te geven, resulteren in het neerzetten van een valse balans. Hierdoor loopt men het risico ten onrechte onzekerheid in het bewijs te zien. Wetenschapsjournalisten zouden daarom kunnen overwegen, wanneer er overweldigend wetenschappelijk bewijs is voor

een bepaalde positie, de balans van het bewijs over te brengen in plaats van beide standpunten evenveel aandacht te geven. Ook wetenschappers, medici, overheden en andere organisaties die als doel hebben het publiek te informeren zouden zich bewust moeten zijn van de potentie van het communiceren van overeenstemming onder wetenschappers. Consensuscommunicatie kost weinig tijd en moeite en bestaat simpelweg uit het informeren van anderen.

Alleen het geven van correcte informatie zal niet altijd effectief informeren. In sommige gevallen zouden specifieke groepen misschien niet overtuigd worden alleen door informatie te verspreiden. Selectieve blootstelling kan het moeilijk maken aandacht te krijgen voor nieuws of informatie die tegen bestaande of voorkeursovertuigingen van mensen ingaat (Hart et al., 2009; maar zie ook Barberá et al., 2015; Garrett, 2009). Bovendien kan men onjuist geïnformeerd worden door andere bronnen van informatie, zoals politiek gekleurd nieuws of misinformatie. In zulke situaties zou het kunnen helpen om mensen in staat te stellen om waardevolle informatie beter te begrijpen en te herkennen. Hoewel er meer onderzoek nodig is, laat het huidige onderzoek zien dat het 'boosten' van het publiek om het wetenschappelijk proces en de waarde van wetenschappelijke consensus beter te begrijpen en te herkennen een goed begin kan zijn.

## Beperkingen en suggesties voor vervolgonderzoek

Een beperking van het huidige onderzoek is dat de meeste van onze studies, maar ook de studies in de meta-analyse, uitgevoerd zijn in gecontroleerde, experimentele settings. Zulke situaties zijn niet representatief voor het dagelijks leven en zouden '*demand effects*' kunnen opwekken, waarbij participanten ander gedrag vertonen omdat ze een vermoeden hebben van het doel van het experiment (Orne, 1962; maar zie ook Mummolo & Peterson, 2019). Bovendien hebben we vooral effecten van eenmalige blootstelling aan correcties getest. Het kan echter decennia duren voordat invloedrijke mispercepties op populatieniveau grotendeels gecorrigeerd zijn. Toekomstig onderzoek zou er goed aan doen om de effecten van wetenschapscommunicatie te testen in het complexe medialandschap, en om langetermijneffecten van (herhaalde) blootstelling te onderzoeken (voor een noemenswaardig voorbeeld, zie Goldberg et al., 2021).

Inzichten met betrekking tot het corrigeren van mispercepties kunnen natuurlijk ook uit andere disciplines komen dan de kwantitatieve,



communicatiewetenschappelijke en sociaalpsychologische invalshoek die in het huidige werk gehanteerd werd. Onderzoek uit gecontroleerde, experimentele settings kan goed aangevuld worden met (kwalitatief) werk dat eventueel relevante contextuele factoren verkent. Zo bieden *science and technology*-studies en de (wetenschaps)sociologie inzicht in de contextuele factoren die relevant zijn voor mensen bij het vormen van hun overtuigingen. Het publiek goed informeren, alsook wetenschapscommunicatie in de volle breedte, is een complexe zaak die vraagt om inzichten uit verschillende disciplines.

Een tweede beperking van het huidige onderzoek hangt samen met hoe we participanten hebben gerekruteerd. Met uitzondering van de meta-analyse en één pilotstudie, komen alle observaties van participanten die gerekruteerd zijn via online crowdsourcingplatform Prolific ([www.prolific.co](http://www.prolific.co); Palan & Schitter, 2018). Voor het onderzoek was het belangrijk dat het platform ons in staat stelde om potentiële participanten te screenen, zodat we mensen die mispercepties aanhingen of een gebalanceerde steekproef van de populatie van de VS konden rekruteren. Bovendien wees bestaand onderzoek op de goede kwaliteit van de data van dit platform (Peer et al., 2017). Het is echter mogelijk dat de steekproef die beschikbaar was via Prolific op systematische wijze afwijkt (dus niet representatief is) voor het algemene publiek, bijvoorbeeld omdat het platform vooral bekendstaat om het hosten van wetenschappelijk onderzoek. Dit zet vraagtekens bij de generaliseerbaarheid van de resultaten en onderstreept opnieuw de noodzaak tot meer veldwerk.

Dan is er één punt dat als beperking maar ook als sterk punt gezien kan worden: de focus op overtuigingen in plaats van op gedrag. Je zou je af kunnen vragen of overtuigingen überhaupt wel van belang zijn in het aanpakken van immense uitdagingen als klimaatverandering, ondervoeding en infectieziekten. Zou het niet beter zijn om op gedragsverandering te focussen? Ik denk dat we beide benaderingen nodig hebben om deze problemen aan te pakken. Gedragsverandering is een hele andere tak van sport dan het informeren van mensen, daarbij zijn andere interventies en ander beleid van belang. Let wel dat iedereen die probeert de ecologische voetafdruk van mensen en organisaties te verminderen, of technologie voor genetische manipulatie hoopt te benutten, of de vaccinatiebereidheid wil verhogen, flink wat tegenstand kan verwachten als de mensen waar ze mee werken niet dezelfde realiteit onderkennen als zij, als zij niet dezelfde feiten onder ogen zien. Daarnaast kan een democratie alleen goed

functioneren als het publiek op de hoogte is van de feiten met betrekking tot de belangrijkste uitdagingen waar een land voor staat. Het democratisch proces loopt gevaar als de bevolking voorgelogen wordt, zoals we in grote, recente democratische gebeurtenissen rond de wereld hebben gezien (bijv. het Brexit-referendum, de Amerikaanse presidentsverkiezingen van 2016 en 2020 en de Braziliaanse presidentsverkiezingen van 2018). Ten derde is het een morele plicht van wetenschappers om te proberen de bevolking te informeren over de uitkomsten van hun werk, gezien de maatschappij een substantiële hoeveelheid tijd en geld investeert in wetenschappelijk onderzoek.

Ten slotte een meer algemene suggestie voor toekomstig onderzoek: wetenschappelijke aandacht gericht op het onderzoeken van het *backfire-effect* zou beter gebruikt kunnen worden voor een eerlijke test van het *information deficit model*. Om dat te kunnen doen, echter, moet het model en zijn bijbehorende voorspellingen eerst beter gespecificeerd worden. Het gebrek aan een duidelijke definitie van het *deficit model* heeft ertoe geleid dat het veelvuldig onder vuur ligt en wordt gebruikt als stroman om andere communicatiestrategieën dan het simpelweg geven van informatie te rechtvaardigen. Ik geloof dat de twee voorspellingen die de kern vormen van het model, dat 1) publieke scepsis ten overstaan van de wetenschap wordt veroorzaakt door een tekort aan begrip of kennis en 2) dat het communiceren van wetenschappelijke informatie om dit tekort op te vullen leidt tot meer acceptatie van de feiten, waardevol kunnen zijn als ze beter gespecificeerd worden. Wat voor soort informatie moet er gecommuniceerd worden en wat verwachten we dat er precies verandert: overtuigingen en attitudes, of meer? Dit zijn vragen waar toekomstig onderzoek hopelijk antwoorden op kan vinden.

## Conclusie

We staan voor een aantal behoorlijke uitdagingen. Deze uitdagingen worden in ieder geval gedeeltelijk in stand gehouden door mispercepties. Gelukkig is er reden tot optimisme. Veel mensen staan open voor wetenschappelijke informatie; ze passen hun overtuigingen aan wanneer ze geconfronteerd worden met correcte informatie. Dit proces kan lang duren. Sommige onderwerpen waren decennialang omstreden bij het publiek, zoals het verband tussen roken en longkanker. Over andere onderwerpen beginnen we de feiten eindelijk te accepteren, zoals klimaatverandering. Maar er

zijn ook onderwerpen waarvoor de grootste uitdagingen misschien nog moeten komen, bijvoorbeeld wanneer genetisch gemanipuleerd voedsel meer wijdverspreid raakt. En zelfs wanneer de meesten van ons het eens zijn over de feiten moeten wetenschapscommunicatoren alert blijven, zoals we hebben gezien door de opkomst van mispercepties over vaccinaties. Met de kennis die is opgedaan in deze studies hopen we bij te kunnen dragen aan het verbeteren van de praktijk en inzichten te bieden voor toekomstig onderzoek.

## Verantwoording en dankwoord

Dit artikel is gebaseerd op hoofdstuk 1 van het proefschrift, getiteld *Correcting misperceptions about contested topics through science communication*, door dezelfde auteur. De onderzoeken beschreven in dit artikel zijn opgezet en uitgevoerd in samenwerking met Gabi Schaap, Harm Veling, Moniek Buijzen en Jonathan van 't Riet. De auteur van het huidige artikel zou graag van deze gelegenheid gebruik willen maken hen allen te bedanken.

## Literatuur

- Anglin, S. M. (2019). Do beliefs yield to evidence? Examining belief perseverance vs. change in response to congruent empirical findings. *Journal of Experimental Social Psychology*, 82, 176-199.
- Anvari, F., Kievit, R. A., Lakens, D., Andrew, K., Tiokhin, L., & Wiernik, B. M. (n.d.). Evaluating the practical relevance of observed effect sizes in psychological research. *Preprint*. doi: 10.31234/osf.io/g3vtr
- Barberá, P., Jost, J. T., Nagler, J., Tucker, J. A., & Bonneau, R. (2015). Tweeting from left to right: Is online political communication more than an echo chamber? *Psychological Science*, 26(10), 1531-1542.
- Barnett, A. G. (2004). Regression to the mean: What it is and how to deal with it. *International Journal of Epidemiology*, 34(1), 215-220.
- Bauer, M. W., Allum, N., & Miller, S. (2007). What can we learn from 25 years of PUS survey research? Liberating and expanding the agenda. *Public Understanding of Science*, 16(1), 79-95.
- BBC News. (2016, November 16). 'Post-truth' declared word of the year by Oxford Dictionaries. <https://www.bbc.com/news/uk-37995600>
- Beck, J. (2017). This article won't change your mind. *The Atlantic*. <https://www.theatlantic.com/science/archive/2017/03/this-article-wont-change-your-mind/519093/>

- Bolsen, T., & Druckman, J. N. (2018). Do partisanship and politicization undermine the impact of a scientific consensus message about climate change? *Group Processes and Intergroup Relations*, 21(3), 389-402.
- Bolsen, T., Druckman, J. N., & Cook, F. L. (2014). The influence of partisan motivated reasoning on public opinion. *Political Behavior*, 36(2), 235-262.
- Burns, T. W., O'Connor, D. J., & Stocklmayer, S. M. (2003). Science communication: A contemporary definition. *Public Understanding of Science*, 12(2), 183-202.
- Chen, S., Duckworth, K., & Chaiken, S. (1999). Motivated heuristic and systematic processing. *Psychological Inquiry*, 10(1), 44-49.
- Chinn, S. (2021). *Scientific agreement, disagreement, and denial in climate change news, 1988-2018* [Paper presentation]. International Communication Association 71st Annual Conference, 2021, online.
- Cunningham, A. (2020). *Measles has come back with a vengeance in the last several years*. Science News. <https://www.sciencenews.org/article/measles-cases-deaths-numbers-increase-2019-outbreaks-covid>
- Dixon, G. (2016). Applying the Gateway Belief Model to genetically modified food perceptions: New insights and additional questions. *Journal of Communication*, 66(6), 888-908.
- Dixon, G., Hmielowski, J., & Ma, Y. (2019). More evidence of psychological reactance to consensus messaging: A response to van der Linden, Maibach, and Leiserowitz (2019). *Environmental Communication*, 1-7.
- Drummond, C., & Fischhoff, B. (2017). Individuals with greater science literacy and education have more polarized beliefs on controversial science topics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(36), 9587-9592.
- European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC) (2020). *Measles continues to spread across the EU / EEA – No time for complacency*. <https://www.ecdc.europa.eu/en/news-events/measles-continues-spread-across-eueea-no-time-complacency>
- European Parliament (2015). *Eight things you should know about GMOs*. <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20151013STO97392/eight-things-you-should-know-about-gmos>
- Flynn, D. J. J., Nyhan, B., & Reifler, J. (2017). The nature and origins of misperceptions: Understanding false and unsupported beliefs about politics. *Political Psychology*, 38(S1), 127-150.
- Funder, D. C., & Ozer, D. J. (2019). Evaluating effect size in psychological research: Sense and nonsense. *Advances in Methods and Practices in Psychological Science*, 2(2), 156-168.
- Garrett, R. K. (2009). Politically motivated reinforcement seeking: Reframing the selective exposure debate. *Journal of Communication*, 59(4), 676-699.

- Goldberg, M. H., Gustafson, A., Rosenthal, S. A., & Leiserowitz, A. (2021). Shifting Republican views on climate change through targeted advertising. *Nature Climate Change*, 11(7), 573-577.
- Gross, A. G. (1994). The roles of rhetoric in the public understanding of science. *Public Understanding of Science*, 3(1), 3-23.
- Hart, P. S., & Nisbet, E. C. (2012). Boomerang effects in science communication: How motivated reasoning and identity cues amplify opinion polarization about climate mitigation policies. *Communication Research*, 39(6), 701-723.
- Hart, W., Albarraçín, D., Eagly, A. H., Brechan, I., Lindberg, M. J., & Merrill, L. (2009). Feeling validated versus being correct: A meta-analysis of selective exposure to information. *Psychological Bulletin*, 135(4), 555-588.
- Hefferon, K. (2015). Nutritionally enhanced food crops. Progress and perspectives. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(2), 3895-3914.
- Hertwig, R., & Grüne-Yanoff, T. (2017). Nudging and boosting: Steering or empowering good decisions. *Perspectives on Psychological Science*, 12(6), 973-986.
- Hornsey, M. J. (2020). Why facts are not enough: Understanding and managing the motivated rejection of science. *Current Directions in Psychological Science*, 29(6), 583-591.
- Hornsey, M. J., Harris, E. A., & Fielding, K. S. (2018). The psychological roots of anti-vaccination attitudes: A 24-nation investigation. *Health Psychology*, 37(4), 307-315.
- International Energy Agency (n.d.). *IEA Atlas of Energy: CO<sub>2</sub> emissions from fuel combustion*. <http://energyatlas.iea.org/#!/tellmap/1378539487>
- IPCC (2018). *Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change*. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15\\_Full\\_Report\\_High\\_Res.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_High_Res.pdf)
- Kahan, D. M., & Carpenter, K. (2017). Out of the lab and into the field. *Nature Climate Change*, 7(5), 309-311.
- Kahan, D. M., Peters, E., Dawson, E. C., & Slovic, P. (2017). Motivated numeracy and enlightened self-government. *Behavioural Public Policy*, 1(1), 54-86.
- Kahneman, D. (2011). *Thinking, fast and slow*. Farrar, Straus and Giroux.
- Kahneman, D., Slovic, S. P., Slovic, P., & Tversky, A. (1982). *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. Cambridge University Press.
- Kappel, K., & Holmen, S. J. (2019). Why science communication, and does it work? A taxonomy of science communication aims and a survey of the empirical evidence. *Frontiers in Communication*, 4(October), 1-12.
- Khan, S., Anwar, S., Yu, S., Sun, M., Yang, Z., & Gao, Z. (2019). Development of drought-tolerant transgenic wheat: Achievements and limitations. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(13), 3350.

- Kolbert, E. (2017). Why facts don't change our minds. *The New Yorker*. <https://www.newyorker.com/magazine/2017/02/27/why-facts-dont-change-our-minds>
- Kunda, Z. (1990). The case for motivated reasoning. *Psychological Bulletin*, *108*(3), 480-498.
- Landrum, A. R., & Slater, M. H. (2020). Open questions in scientific consensus messaging research. *Environmental Communication*, *14*(8), 1033-1046.
- Larson, H. J., de Figueiredo, A., Xiaohong, Z., Schulz, W. S., Verger, P., Johnston, I. G., Cook, A. R., & Jones, N. S. (2016). The state of vaccine confidence 2016: Global insights through a 67-country survey. *EBioMedicine*, *12*, 295-301.
- Leiserowitz, A., Maibach, E., Rosenthal, S., Kotcher, J., Carman, J., Neyens, L., Marlon, J., Lacroix, K., & Goldberg, M. (2021). *Climate Change in the American Mind, September 2021* (Issue September).
- Lewandowsky, S., Gignac, G. E., & Vaughan, S. (2013). The pivotal role of perceived scientific consensus in acceptance of science. *Nature Climate Change*, *3*(4), 399-404.
- Lorenz-Spreen, P., Lewandowsky, S., Sunstein, C. R., & Hertwig, R. (2020). How behavioural sciences can promote truth, autonomy and democratic discourse online. *Nature Human Behaviour*, *4*(11), 1102-1109.
- Ma, Y., Dixon, G., & Hmielowski, J. D. (2019). Psychological reactance from reading basic facts on climate change: The role of prior views and political identification. *Environmental Communication*, *13*(1), 71-86.
- Merkley, E. (2020). Are experts (news)worthy? Balance, conflict, and mass media coverage of expert consensus. *Political Communication*, *37*(4), 1-20.
- Mummolo, J., & Peterson, E. (2019). Demand effects in survey experiments: An empirical assessment. *American Political Science Review*, *113*(2), 517-529.
- National Academy of Sciences Engineering and Medicine. (2017). *Communicating Science Effectively: A Research Agenda*. The National Academies Press.
- Nyhan, B. (2021). Why the backfire effect does not explain the durability of political misperceptions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *118*(15), e1912440117.
- Nyhan, B., Porter, E., Reifler, J., & Wood, T. J. (2020). Taking fact-checks literally but not seriously? The effects of journalistic fact-checking on factual beliefs and candidate favorability. *Political Behavior*, *42*(3), 939-960.
- Nyhan, B., & Reifler, J. (2010). When corrections fail: The persistence of political misperceptions. *Political Behavior*, *32*(2), 303-330.
- Orne, M. T. (1962). On the social psychology of the psychological experiment: With particular reference to demand characteristics and their implications. *American Psychologist*, *17*(11), 776-783.
- Palan, S., & Schitter, C. (2018). Prolific.ac—A subject pool for online experiments. *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, *17*, 22-27.

- Pasek, J. (2018). It's not my consensus: Motivated reasoning and the sources of scientific illiteracy. *Public Understanding of Science*, 27(7), 787-806.
- Pearce, W., Brown, B., Nerlich, B., & Koteyko, N. (2015). Communicating climate change: Conduits, content, and consensus. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 6(6), 613-626.
- Peer, E., Brandimarte, L., Samat, S., & Acquisti, A. (2017). Beyond the Turk: Alternative platforms for crowdsourcing behavioral research. *Journal of Experimental Social Psychology*, 70, 153-163.
- Petty, R. E., & Cacioppo, J. T. (1986). *Communication and persuasion*. Springer New York.
- Pew Research Center. (2015). *An elaboration of AAAS scientists' views*. [https://www.pewinternet.org/wp-content/uploads/sites/9/2015/07/Report-AAAS-Members-Elaboration\\_FINAL.pdf](https://www.pewinternet.org/wp-content/uploads/sites/9/2015/07/Report-AAAS-Members-Elaboration_FINAL.pdf)
- Rains, S. A., Levine, T. R., & Weber, R. (2018). Sixty years of quantitative communication research summarized: Lessons from 149 meta-analyses. *Annals of the International Communication Association*, 42(2), 105-124.
- Ranney, M. A., & Clark, D. (2016). Climate change conceptual change: Scientific information can transform attitudes. *Topics in Cognitive Science*, 8(1), 49-75.
- Romm, C. (2014, December 12). Vaccine myth-busting can backfire. *The Atlantic*. <https://www.theatlantic.com/health/archive/2014/12/vaccine-myth-busting-can-backfire/383700/>
- Scott, S. E., Inbar, Y., Wirz, C. D., Brossard, D., & Rozin, P. (2018). An overview of attitudes toward genetically engineered food. *Annual Review of Nutrition*, 38(1), 459-479.
- Simis, M. J., Madden, H., Cacciatore, M. A., & Yeo, S. K. (2016). The lure of rationality: Why does the deficit model persist in science communication? *Public Understanding of Science*, 25(4), 400-414.
- Sturgis, P., & Allum, N. (2004). Science in society: Re-evaluating the deficit model of public attitudes. *Public Understanding of Science*, 13(1), 55-74.
- Swire-Thompson, B., DeGutis, J., & Lazer, D. (2020). Searching for the backfire effect: Measurement and design considerations. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 9(3), 286-299.
- United Nations. (n.d.). *Global issues: Food*. <https://www.un.org/en/global-issues/food>
- Van der Linden, S. (2021). The Gateway Belief Model (GBM): A review and research agenda for communicating the scientific consensus on climate change. *Current Opinion in Psychology*, 42, 7-12.
- Van der Linden, S., Leiserowitz, A. A., Feinberg, G. D., & Maibach, E. W. (2015). The scientific consensus on climate change as a gateway belief: Experimental evidence. *PLoS ONE*, 10(2), 2-9.

- Van der Linden, S., & Lewandowsky, S. (2022). Letter to the editors of *Psychological Science*: Boosting scientific consensus is likely to correct false beliefs across domains: Regarding Zarzeczna et al. (2021) on van Stekelenburg et al. (2021). *Psychological Science*. <https://doi.org/10.25384/SAGE.17022059.v2>
- Van der Linden, S., Maibach, E., & Leiserowitz, A. (2019). Exposure to scientific consensus does not cause psychological reactance. *Environmental Communication*, 1-8.
- Van Stekelenburg, A., Schaap, G., Veling, H., & Buijzen, M. (2020). Correcting misperceptions: The causal role of motivation in corrective science communication about vaccine and food safety. *Science Communication*, 42(1), 31-60.
- Van Stekelenburg, A., Schaap, G., Veling, H., & Buijzen, M. (2021a). Investigating and improving the accuracy of US citizens' beliefs about the COVID-19 pandemic: Longitudinal survey study. *Journal of Medical Internet Research*, 23(1), e24069.
- Van Stekelenburg, A., Schaap, G., Veling, H., & Buijzen, M. (2021b). Boosting understanding and identification of scientific consensus can help to correct false beliefs. *Psychological Science*, 32(10), 1549-1565.
- Van Stekelenburg, A., Schaap, G., Veling, H., & Buijzen, M. (2022). Letter to the editors of *Psychological Science*: Boosting consensus reasoning might correct false beliefs across science domains: Regarding van der Linden & Lewandowsky (2022) and Zarzeczna et al. (2021) on van Stekelenburg et al. (2021). *Psychological Science*. <https://doi.org/10.31219/osf.io/n86ux>
- Van Stekelenburg, A., Schaap, G., Veling, H., van 't Riet, J., & Buijzen, M. (n.d.). Scientific consensus communication about contested science: A preregistered meta-analysis. *Psychological Science*. <https://doi.org/10.31219/osf.io/etsrw>
- Wellcome. (2018). *Wellcome Global Monitor: How does the world feel about science and health?* <https://wellcome.org/sites/default/files/wellcome-global-monitor-2018.pdf>
- Wesseler, J., & Zilberman, D. (2014). The economic power of the Golden Rice opposition. *Environment and Development Economics*, 19(6), 724-742.
- Wood, T., & Porter, E. (2019). The elusive backfire effect: Mass attitudes' steadfast factual adherence. *Political Behavior*, 41(1), 135-163.
- World Health Organization. (2020). *UN tackles 'infodemic' of misinformation and cybercrime in COVID-19 crisis*. <https://www.un.org/en/un-coronavirus-communications-team/un-tackling-'infodemic'-misinformation-and-cybercrime-covid-19>
- Zarzeczna, N., Večkalov, B., Gligorić, V., & Rutjens, B. T. (2021). Letter to the editors of *Psychological Science*: Boosting understanding is unlikely to correct false beliefs about most science domains: Regarding van Stekelenburg et al. (2021). *Psychological Science*. <https://doi.org/10.31234/osf.io/8rwdp>