

Bosbranden in het Amazoneregenwoud

Bosbranden in het Amazoneregenwoud

De Gevolgen van Toenemende Bosbranden in het Amazoneregenwoud op de
Biodiversiteit en Koolstofdioxideopslag

DISCLAIMER

Dit rapport is gemaakt door een student van Aeres Hogeschool als onderdeel van zijn/haar opleiding. Het is géén officiële publicatie van Aeres Hogeschool. Dit rapport geeft niet de visie of mening van Aeres Hogeschool weer. Aeres Hogeschool aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade voortvloeiend uit het gebruik van de inhoud van dit rapport.



Yoeri van 't Oever
Toegepaste Biologie
09-08-2020
Elburg
Roy Veldhuizen

Voorwoord

Deze literatuurstudie voer ik uit om een document te creëren waarin verscheidene gevonden oorzaken en gevolgen van de toenemende bosbranden binnen het Amazoneregenwoud worden beschreven en tegen elkaar worden gewogen. Deze literatuurstudie dient als een afstudeerscriptie geschreven door mij, een student Toegepaste Biologie aan Aeres Hogeschool Almere. Voor het tot stand komen van dit document wil ik mijn coach Roy Veldhuizen bedanken voor de hulp en feedback tijdens deze literatuurstudie. Ook wil ik mijn afstudeergroep bedanken voor de feedback en hun hulp tijdens het schrijven van deze scriptie.

Elburg, Augustus 2020

Samenvatting

In de afgelopen vijf decennia zijn tropische regenwouden in aantal afgenomen. Desondanks ondersteunen tropische regenwouden de helft van de biodiversiteit op aarde. Daarbij zijn tropische regenwouden verantwoordelijk voor het opslaan van een kwart van de terrestrische koolstofdioxideopslag. Verschillende oorzaken zijn verantwoordelijk voor deze afname van tropisch regenwoud, waaronder een toename in het aantal bosbranden. Deze bosbranden vinden voornamelijk plaats binnen het Amazoneregenwoud. Deze toename in bosbranden is ontstaan gedurende de laatste vijf decennia. Dit brengt meerdere gevolgen met zich mee voor zowel biodiversiteit en koolstofdioxideopslag. Het doel van deze literatuurstudie is om bestaande literatuur te vergelijken om zo de oorzaak van het toenemende aantal bosbranden en de gevolgen hiervan op de biodiversiteit en koolstofdioxideopslag te achterhalen.

Tijdens deze literatuurstudie is de gevonden literatuur tegen elkaar afgewogen aan de hand van vier criteria om de betrouwbaarheid van een bron te bepalen. Ook is de informatie binnen een bron afgewogen op twee criteria ten opzichte van een hoofdzekterm. Per hoofdzekterm is er een totaalscore berekend. Op basis daarvan is bepaald welke oorzaken of gevolgen een effect hebben op een hoofdzekterm en welke geen tot weinig. Ook is er gekeken naar onderlinge verbanden tussen de verschillende factoren. Tevens is

gekeken uit welke bron de informatie kwam en hoe betrouwbaar deze bron is. De resultaten zijn daarna met elkaar vergeleken en tegen elkaar gewogen om antwoorden op de deelvragen te formuleren.

Verder zijn verklaringen gezocht die worden besproken in de discussie van oorzaken of gevolgen die binnen de bronnen amper aan bod kwamen of een lage score hadden. Verder is gereflecteerd op de gebruikte methode. Wanneer bronnen gebruikt werden voor deze eeuw, kan er meer informatie verkregen worden over de groei van bosbranden om exactere voorspellingen te maken voor de toekomst.

De conclusie is dat de toenames in het aantal bosbranden binnen het Amazoneregenwoud wordt veroorzaakt door een synergie tussen menselijk handelen en toenemende droogte met als gevolg negatieve effecten op biodiversiteit en koolstofdioxideopslag. De grootste gevolgen voor de biodiversiteit zijn een afname in de biodiversiteit wat wordt versterkt door een afname in biomassa en habitatverlies. Verder zijn de grootste gevolgen voor de koolstofdioxideopslag binnen het Amazoneregenwoud dat deze afneemt en de koolstofdioxide-emissie toeneemt. In hoeverre de biodiversiteit en koolstofdioxideopslag afnemen in het aankomende decennium is echter nog onbekend. Veel voorspellingen en assumpties bestaan tegenwoordig, maar het echte resultaat is tot op heden nog onbekend.

Abstract

In the past five decades, tropical rainforests have declined significantly, while tropical rainforests support half of the world's biodiversity. In addition, tropical rainforests are responsible for storing a quarter of the world's terrestrial carbon dioxide. Various causes are responsible for this decline in tropical rainforest, including an increase in forest fires taking place within the Amazon rainforest. The aim of this literature study is to compare the different sources and the information within these sources in order to determine the cause of the increasing number of forest fires and their consequences on biodiversity and carbon dioxide storage.

During this literature study, different literature was weighted against each other based on four criteria to determine how reliable a source was. The information within a source is also weighed against two criteria relative to a main keyword. A total score was calculated for each main keyword and on that basis, it was determined which causes had an effect on a main keyword and which had little or no effect. Interrelationships were also examined between the different factors. Thereby, the reliability of the source was also taken into account. The results were then compared and

weighed to obtain answers to the sub-questions.

Furthermore, explanations were sought in the discussion of causes or consequences that were barely discussed within the sources or that had a low score. Furthermore, the used methods were reviewed and it was found that when literature before this century were used, more information could be obtained about the growth of forest fires to make more accurate predictions for the future.

The conclusion is that the increase in the number of forest fires within the Amazon rainforest are caused by a synergy between human actions and increasing drought, resulting in negative effects on biodiversity and carbon dioxide storage. The greatest impact on biodiversity is a decrease in biodiversity, which is strengthened by a decrease in biomass and habitat loss. Furthermore, the greatest impact on carbon dioxide storage within the Amazon rainforest is that it is decreasing and the carbon dioxide emissions are increasing. However, it is still unknown to what extent biodiversity and carbon dioxide storage will decline in the coming decades. Many predictions and assumptions exist today, but the definitive answer is still unknown.

Inhoud

Voorwoord.....	3
Samenvatting	4
Abstract	5
1. Inleiding	8
2. Methode	10
2.1 Literatuurstudie	10
2.2 Data-analyse.....	11
2.3 Verbanden tussen de oorzaken of gevolgen.....	13
2.3 Data-validiteit.....	14
3. Resultaten.....	15
3.1 Bosbranden Amazoneregenwoud	15
3.1.1 Betrouwbaarheid Bronnen Bosbranden Amazoneregenwoud	15
3.1.2 Relevantie Oorzaak Toename Bosbranden Amazoneregenwoud	16
3.1.3 De Oorzaken van de Toenemende Bosbranden.....	18
3.1.4 Verbanden Oorzaken Toenemende Bosbranden	18
3.2 Biodiversiteit Amazoneregenwoud.....	19
3.2.1 Betrouwbaarheid Bronnen Biodiversiteit Amazoneregenwoud	19
3.2.2 Relevantie Gevolg Biodiversiteit Amazoneregenwoud.....	19
3.2.3 De Gevolgen voor Biodiversiteit	22
3.2.4 Verbanden Gevolgen Biodiversiteit	22
3.3 Koolstofdioxideopslag Amazoneregenwoud	23
3.3.1 Betrouwbaarheid Bronnen Koolstofdioxideopslag Amazoneregenwoud.....	23
3.3.2 Relevantie Gevolg Koolstofdioxideopslag Amazoneregenwoud	24
3.3.3 De Gevolgen voor Koolstofdioxideopslag	24
3.3.4 Verbanden Gevolgen Koolstofdioxideopslag.....	25
3.4 Samenvatting oorzaken en gevolgen	26
4. Discussie	27
4.1 Reflectie onderzoeksmethode	27
4.2 Interpretatie van de resultaten	27
4.3 Voorspellingen in de aankomende decennia.....	29
4.4 Reikwijdte van de studie.....	29
5. Conclusie	30
5.1 Oorzaken van het toenemende aantal bosbranden	30
5.2 Gevolgen op de biodiversiteit	30
5.3 Gevolgen voor de koolstofdioxideopslag.....	30

<i>5.4 Oorzaken en gevolgen op basis van betrouwbaarheid van de literatuur.....</i>	<i>30</i>
<i>5.5 De gevolgen van bosbranden</i>	<i>31</i>
<i>5.6 Gevolgen in de aankomende decennia.....</i>	<i>31</i>
<i>5.7 Aanbevelingen</i>	<i>31</i>
<i>Literatuurlijst</i>	<i>32</i>

1. Inleiding

In de afgelopen vijf decennia is de frequentie van het aantal bosbranden binnen het Amazoneregenwoud van Brazilië gestegen tot 72.000 bosbranden in 2019, wat het hoogste aantal gemeten bosbranden is tot op heden (Rana, 2019). Uit historische gegevens van houtskool in bodemprofielen blijkt dat bosbranden binnen het Amazoneregenwoud zeer waarschijnlijk intervallen hadden van 1000 jaar, wat betekent dat meerdere generaties aan bomen geen last gehad hebben van bosbranden (Cochrane, 2003; Cochrane & Barber, 2009). Het verdwijnen en verbranden van tropisch regenwoud is dus ook geen nieuw verschijnsel, maar in de afgelopen vijf decennia is de oppervlakte van tropische regenwoud verminderd van vijftien naar zes miljoen vierkante kilometer (Brandford, 2018; KhanAcademy, z.d.). Ondanks deze oppervlaktevermindering blijven tropische regenwouden belangrijke biomen op aarde die verantwoordelijk zijn voor 20 tot 25% van 's werelds zuurstofomzet (Butler, 2019).

Naast het feit dat tropische regenwouden belangrijk zijn voor de zuurstofomzet, dragen deze ook bij aan het opslaan van een kwart van de totale terrestrische koolstofdioxide (DellaSala & Goldstein, 2018). De reden dat tropische regenwouden in staat zijn dit deel aan koolstofdioxide op te slaan, kan gevonden worden in de lengte en leeftijd die de bomen binnen een tropisch regenwoud bereiken. De gemiddelde lengte van bomen binnen een tropisch regenwoud is 30 tot 35 meter, waarbij een gemiddelde leeftijd van 300 jaar bereikt wordt (Butler, 2019; Park, 2003; Vaglio Laurin *et al.*, 2019). Bomen met deze lengte ondervinden minder concurrentie voor zonlicht, waardoor bomen met deze lengtes deze leeftijd kunnen bereiken (Feldpausch *et al.*, 2011). Daarbij wordt koolstofdioxide jaren tot zelfs eeuwen vastgehouden in het hout van levende bomen. Door deze combinatie van lengte, leeftijd en het vermogen om

koolstofdioxide vast te houden, fungeren tropische regenwouden als grote koolstofdioxide sinks (Luyssaert *et al.*, 2007; Townsend *et al.*, 2011).

Verder ondersteunen tropische regenwouden 50% van alle gedocumenteerde flora en fauna op aarde (Clemens, 2013; Foley *et al.*, 2007; Townsend *et al.*, 2011). Deze hoge biodiversiteit is tot stand gekomen door evolutionaire processen zoals competitie voor voedsel of habitat. Deze competitie heeft ervoor gezorgd dat individuen zich gingen specialiseren in een bepaald soort voedsel of habitat. Daarbij zijn er vele microklimaten te vinden binnen tropische regenwouden, wat ertoe heeft geleid dat bepaalde individuen zich meer gingen specialiseren in leven op de grond of juist in de top laag van de bomen. (Butler, 2019; Waide, 2008).

Zelfs tegenwoordig worden er nieuwe soorten gevonden binnen het tropische regenwoud, zoals de *Callicebinae Plecturocebus* die in 2016 vastgesteld is. Deze apensoort is gevonden binnen het Amazoneregenwoud en verschilt van andere soorten door verschil in vinger- en teenlengten en deze nieuw gedefinieerde soort is in staat om zowel in het Amazoneregenwoud als Savannah gebied te leven in tegenstelling tot deze andere soorten (Boubli *et al.*, 2019).

Tot nu toe is tropisch regenwoud gedefinieerd als een geheel, terwijl er onderscheid gemaakt kan worden tussen verschillende tropische regenwouden die zich bevinden in Zuid-Amerika, Midden-Amerika, Afrika, Azië, Australië, Madagaskar en New Guinea. Een cross-continental vergelijking laat zien dat de verschillende tropische regenwouden een eigen ecologische en biogeografische entiteit zijn, waarbij onderscheid gevonden kan worden in soortenaanbod, biomassa, klimaat, vochtigheidsgraad etc. (Corlett & Primack, 2006; Natuurinformatie, z.d.). Specifiek kijkend naar het Amazoneregenwoud, bevat dit tropische regenwoud de hoogste biomassa in vergelijking tot de andere regenwouden. Meer

dan de helft van de totale oppervlakte aan tropische regenwoud bestaat uit het Amazoneregenwoud en binnen het Amazoneregenwoud kunnen 10 tot 15% van alle gedocumenteerde flora en fauna op aarde gevonden worden, wat 30% is van alle soorten die binnen de verschillende tropische regenwouden gevonden kunnen worden. Hieronder vallen een op de vijf vogel- en vissoorten die op aarde voorkomen (Brandford, 2018; Lewinshohn & Prado, 2002; WWF, z.d.). Daarbij bevat het Amazoneregenwoud het hoogste percentage aan plantensoorten vergeleken met andere tropische regenwouden (Clemens, 2013). Verder houden de bomen binnen Amazoneregenwoud 140 tot 200 biljoen ton aan koolstofdioxide vast, waarvan een deel door de mens wordt uitgestoten en het broeikas effect versterkt (Cochrane, 2010; Phillips & Brien, 2017; Saatchi *et al.*, 2011; WWF, z.d.). Ook in dit tropische regenwoud zijn de bosbranden toegenomen met 80% ten opzichte van 2018 (National Geographic, 2019). Daarom is het doel van deze literatuurstudie om bronnen en de informatie binnen deze bronnen te vergelijken om zo de belangrijkste oorzaak en gevolgen van het toenemende aantal bosbranden op biodiversiteit en koolstofdioxideopslag te achterhalen. De resultaten van dit onderzoek kunnen worden gebruikt door bijvoorbeeld milieuorganisaties om het effect van de gevolgen van de bosbranden op het Amazoneregenwoud en andere tropische regenwouden te verkleinen.

Om erachter te komen wat nu de grootste gevolgen zijn voor de biodiversiteit en koolstofdioxideopslag en wat de grootste oorzaak is van deze toename in het aantal bosbranden binnen het Amazoneregenwoud, wordt er een literatuurstudie uitgevoerd. De hoofdvraag van deze literatuurstudie luidt; “Wat zijn de gevolgen van het toenemende aantal bosbranden op de biodiversiteit en koolstofdioxideopslag van het Amazoneregenwoud in het eerstvolgende decennium?”. Om deze hoofdvraag te kunnen beantwoorden, is deze opgesplitst in de volgende drie deelvragen; “Wat zijn de oorzaken van het toenemende aantal

bosbranden binnen het Amazoneregenwoud in de afgelopen decennia?”, “Wat zijn de gevolgen van het toenemende aantal bosbranden binnen het Amazoneregenwoud op de biodiversiteit van dit tropische regenwoud in het eerstvolgende decennium?” en “Wat zijn de gevolgen van het toenemende aantal bosbranden binnen het Amazoneregenwoud op de koolstofdioxideopslag van dit tropische regenwoud in het eerstvolgende decennium?”. De resultaten van dit onderzoek kunnen worden gebruikt om het effect van de gevolgen van de bosbranden op het Amazoneregenwoud en andere tropische regenwouden te verkleinen.

Het wordt verwacht dat de oorzaak van de toename in het aantal bosbranden binnen het Amazoneregenwoud kan worden teruggevonden in het menselijk handelen. De mens is decennia geleden begonnen met het ontbossen van het Amazoneregenwoud om plaats te maken voor de veehouderij, akker- en mijnbouw. Om plaats te maken voor de veehouderij, akker- en mijnbouw worden complete stukken tropisch regenwoud soms weggebrand, wat niet altijd onder controle gehouden kan worden (INPE, z.d.). Dit heeft zowel directe als indirecte gevolgen voor de biodiversiteit en koolstofdioxideopslag van het Amazoneregenwoud. Voor de biodiversiteit wordt verwacht dat deze gaat afnemen. Door het afnemen van de oppervlakte van het Amazoneregenwoud, wordt er verwacht dat er minder ruimte is om alle soorten te huizen. Daarbij wordt er verwacht dat er planten- en bomensoorten zullen uitsterven die zich alleen op lokale plekken binnen het Amazoneregenwoud bevinden (Cochrane & Barber, 2009; Hubbell *et al.*, 2008). Als laatste wordt er verwacht dat de koolstofdioxideopslag van het Amazoneregenwoud wordt verminderd. Door de toenemende bosbranden wordt er verwacht dat er grote stukken tropisch regenwoud verbranden, wat betekent dat de opgeslagen koolstofdioxide in de bomen zou terugkeren naar de atmosfeer en minder zou worden opgenomen door het Amazoneregenwoud.

2. Methode

Een literatuurstudie naar de oorzaak van het toenemende aantal bosbranden binnen het Amazoneregenwoud en de gevolgen hiervan op de biodiversiteit en de koolstofdioxideopslag werd uitgevoerd om zowel de hoofdvraag als de deelvragen te kunnen beantwoorden. Tijdens deze literatuurstudie werden er verschillende zoekmachines en zoektermen gebruikt. Ook werden zowel de bronnen op zich als de relevantie van een oorzaak of gevolg binnen een bron ten opzichte van een hoofdzoekterm gescoord. Er werden alleen bronnen gebruikt van deze eeuw, vanwege het dynamische en steeds veranderende onderwerp van dit literatuuronderzoek.

2.1 Literatuurstudie

Deze literatuurstudie werd uitgevoerd door gebruik te maken van zes zoekmachines, drie hoofdzoektermen en 23 sleutelwoorden, zoals aangegeven in tabel 1. De meest gebruikte zoekmachine was Google Scholar, vanwege het tal aan wetenschappelijke bronnen die daar gevonden konden worden en het feit dat links via Google Scholar doorverwezen naar bronnen bij andere zoekmachines. Aan de andere kant was de minst gebruikte

zoekmachine Google, vanwege het feit dat deze zoekmachine niet wetenschappelijk was. Om deze reden werd Google alleen gebruikt om algemene informatie over het Amazoneregenwoud te vinden. De overige zoekmachines werden daarnaast gebruikt om zo de kans op relevante informatie te vergroten.

Drie hoofdzoektermen werden onderscheiden om de deelvragen te kunnen beantwoorden. Deze hoofdzoektermen werden gesplitst in sleutelwoorden om de zoekresultaten te verfijnen en te specificeren met als gevolg de kans op het vinden van relevante informatie te vergroten. In eerste instantie werden Nederlandse zoektermen gebruikt, maar door het gebrek aan gevonden bronnen met specifieke en doelgerichte informatie zijn er later Engelse sleutelwoorden gebruikt. Hierdoor werd de kans op het vinden van relevante informatie verhoogd. Verder werd er gekeken naar relevante verwijzingen en referenties binnen een bron om weer de kans op het vinden van relevante informatie te verhogen. Als laatste werden zowel de bronnen als de relevantie van een oorzaak of gevolg binnen een bron op een aantal criteria gescoord.

Tabel 1 Gebruikte zoekmachines en zoektermen tijdens de literatuurstudie

Zoekmachines	Hoofdzoektermen	Sleutelwoorden	
		Engels	Nederlands
Google	Bosbranden Amazoneregenwoud	Increasing forest fires Amazon	Bosbranden Amazone
Google Scholar		Human influences Amazon	(regenwoud)
Greeni Global		Effects of forest fires Amazon	Bosbranden in regenwoud
Science Direct		Amazon land use	Effect van de mens op het
Springer		Forest fires Amazon	Amazoneregenwoud
Wiley Online Library		Future Amazon predictions	
	Biodiversiteit Amazoneregenwoud	Biomes tropical rainforest	Feiten regenwoud
		Tree species in the Amazon	Biodiversiteit (tropisch)
	Koolstofdioxideopslag Amazoneregenwoud	New species Amazon	regenwoud
		Future Amazon predictions	Afname biodiversiteit
		Carbon emissions Amazon	Amazone
		Tree size and carbon uptake	Feiten regenwoud
		Carbon uptake Amazon (after fires)	Koolstofdioxide opname
		Carbon buffers Amazon	Amazone
		Carbon uptake tropical forest	Koolstofdioxide putten
			Amazone

2.2 Data-analyse

Vier vormen van data-analyse werden toegepast op de gevonden bronnen binnen deze literatuurstudie. De eerste vorm van de data-analyse was het analyseren van de relevantie van een wetenschappelijke bron ten opzichte van een van de hoofdzoektermen door de samenvatting en conclusie grondig door te lezen. Wanneer zowel de samenvatting als de conclusie relevant geacht werden voor een van de hoofdzoektermen, werd de rest van de bron grondig doorgelezen. Deze vorm van data-analyse werd gebruikt om te zorgen dat er niet onnodig veel tijd werd besteed aan het lezen van bronnen die niet specifiek iets te maken hadden met een van de drie hoofdzoektermen. Verder werd de gehele bron relevant geacht wanneer er oorzaken of gevolgen van bosbranden binnen het Amazoneregenwoud werden genoemd met betrekking tot een van de hoofdzoektermen en dat er binnen de bron bewijs werd geleverd om dit te ondersteunen. Daarbij werd deze vorm van data-analyse tijdens elk onderdeel van dit onderzoek toegepast.

De tweede vorm van data-analyse was het scoren van de gevonden bronnen, waarbij een score van 1 t/m 3 tot stand was gekomen per criterium. Een score van 3 stond voor de hoogste haalbare score per criterium en een score van 1 voor de laagst haalbare score per criterium. In totaal werd elke bron gescoord op vier criteria, waarna een totaalscore per bron gecalculeerd werd (zie tabel 2). Het doel van het scoren van de bronnen was om te kijken naar de betrouwbaarheid van een bron. Omdat dit een wetenschappelijke literatuurstudie is, werd een bron beoordeeld op wetenschappelijkheid. Om deze reden kreeg een bron een score van 1 wanneer het geen wetenschappelijke eigenschappen bevatte, zoals de aanwezigheid van peer-reviews, wetenschappelijke verwijzingen en een eigen uitgevoerd wetenschappelijk onderzoek. Wanneer de bron al deze wetenschappelijke eigenschappen bevatte, kreeg de bron een score van 3. Op het element impact factor

scoorde een bron een 3 wanneer de impact factor boven de 500 lag. Een hoge impact factor betekent dat het wetenschappelijke tijdschrift waarin de desbetreffende bron staat, vaak geciteerd is en dus veel gebruikt wordt, wat de betrouwbaarheid vergroot. Vanwege dit feit kreeg een bron een score van 1 wanneer de impact factor lager dan 100 lag. Vanwege het dynamische onderwerp van deze studie en door de recente ontwikkelingen binnen het Amazoneregenwoud kreeg een bron een score van 3, wanneer die na 2015 gepubliceerd werd en een score van 1 wanneer die voor 2008 gepubliceerd was bij het criterium jaar. Als laatste kijkend naar de focus van een bron. Wanneer binnen een bron werd gefocust op een of twee factoren, bevatte de bron vaker een eigen praktisch uitgevoerd onderzoek dan wanneer binnen een bron werd gefocust op meer dan vijf factoren. Om deze reden kregen bronnen waarbij werd gefocust op een of twee factoren een score van 3 en bronnen waarbij werd gefocust op meer dan vijf bronnen een score van 1. Een score van 2 werd behaald wanneer een bron tussen beide uitersten in zat.

Het eerste criterium waarop werd gescoord, was de mate van wetenschappelijkheid. Hierbij werd er gekeken of een bron peer-reviewed was, verwees naar wetenschappelijke bronnen en of een bron een eigen toegepast onderzoek uitgevoerd had.

Het tweede criterium waarop werd gescoord, was de focus van een bron op een bepaalde oorzaak of gevolg van het toenemende aantal bosbranden. Dit ging vaak gepaard met of een bron een eigen toegepast onderzoek uitgevoerd had (zie tabel 2 Wetenschappelijkheid). Wanneer de focus op een of twee oorzaken of gevolgen lag, had een bron vaker een eigen toegepast onderzoek.

Als derde werd er gekeken naar het jaartal waarin de bron gepubliceerd was. Recentere bronnen kregen een hogere score, vanwege het dynamische en steeds veranderende onderwerp van dit literatuuronderzoek.

Als laatste werd er gekeken naar de impact factor van het wetenschappelijke blad waarin een bron gepubliceerd was.

Tabel 2 Beschrijving van de criteria voor het scoren van de betrouwbaarheid van de gevonden bronnen.

Score	Wetenschappelijkheid	Focus	Jaartal	Impact factor	Totaalscore
1	De bron bevat - geen eigen uitgevoerd wetenschappelijk onderzoek - is niet peer-reviewed - verwijst niet naar andere wetenschappelijke bronnen	De focus van de bron ligt op vijf of meer factoren.	2000 t/m 2007	Een impact factor van <100	
2	De bron bevat - geen eigen uitgevoerd wetenschappelijk onderzoek - is peer-reviewed - verwijst naar wetenschappelijke en niet-wetenschappelijke bronnen.	De focus van de bron ligt op drie tot vijf factoren.	2008 t/m 2014	Een impact factor van >100 & <500	
3	De bron bevat - een eigen uitgevoerd wetenschappelijk onderzoek - is peer-reviewed - verwijst naar wetenschappelijke bronnen	De focus van de bron ligt op een of twee factoren.	2015 t/m 2020	Een impact factor van >500	

De derde vorm van data-analyse was het scoren van de relevantie van een oorzaak of gevolg ten opzichte van een van de hoofdzoektermen. Binnen een bron werd daarom gekeken in welke mate een oorzaak of gevolg bestudeerd werd en hoe groot het effect hiervan was op een van de hoofdzoektermen. Bijvoorbeeld hoe groot het effect was van een bepaald gevolg voor de biodiversiteit van het Amazoneregenwoud. Daarna werd per bron een gemiddelde genomen van beide criteria en werden de gemiddelden per oorzaak of gevolg opgeteld om een totaalscore te krijgen. Dit gaf de relevantie aan van een oorzaak of gevolg ten opzichte van een van de hoofdzoektermen (zie tabel 3). Ook hier was een score van 1 t/m 3 tot stand gekomen en stond een score van 3 voor de hoogste haalbare score per criterium en een score van 1 voor de laagste haalbare score per

criterium. Een oorzaak of gevolg kreeg op basis van specificiteit een score van 3 wanneer er binnen de bron vooral onderzoek werd gedaan naar deze oorzaak of dit gevolg. Vanwege de toespitsing op dit gevolg of deze oorzaak werd deze score uitgedeeld. Wanneer een oorzaak of gevolg alleen werd genoemd in bijvoorbeeld de discussie als alternatief, kreeg deze oorzaak of dit gevolg een score van 1. Daarnaast werd er gekeken naar de invloed van een oorzaak of gevolg op de desbetreffende hoofdzoekterm. Wanneer een oorzaak of gevolg een grote invloed bleek te hebben binnen een bron kreeg deze een score van 3 en een score van 1 wanneer een oorzaak of gevolg een kleine invloed had. Een score van 2 werd behaald wanneer een bron tussen beide uitersten in zat.

Het eerste criterium waarop werd gescoord was specificiteit. Hierbij werd er gekeken naar

de mate waarin de bron specifiek keek naar een oorzaak of gevolg of een synergie tussen twee of meerdere oorzaken. Hoe specifiek een oorzaak of gevolg onderzocht werd, hoe hoger de score.

Het tweede criterium waarnaar werd gekeken was de invloed van een oorzaak of gevolg op de desbetreffende hoofdzekterm. Wanneer een

oorzaak of gevolg een grotere invloed had, kreeg deze een hogere score.

Verder is het mogelijk dat binnen een bron meerdere oorzaken of gevolgen even relevant waren of er onderzoek gedaan werd naar een synergie tussen verschillende oorzaken of gevolgen, wat betekent dat per bron meerdere oorzaken of gevolgen dezelfde score kunnen hebben.

Tabel 3 Beschrijving van de criteria voor het scoren van de relevantie van een oorzaak of gevolg ten opzichte van de desbetreffende hoofdzekterm.

Score	Oorzaak/Gevolg	
	Specificiteit	Invloed
1	De oorzaak of het gevolg werd alleen genoemd als mogelijk alternatief.	De oorzaak of het gevolg binnen het document had een verwaarloosbare invloed op de hoofdzekterm.
2	De oorzaak of het gevolg werd genoemd en een connectie met het hoofdzekterm van de bron werd gemaakt.	De oorzaak of het gevolg binnen het document had een niet verwaarloosbare noch significante invloed op de hoofdzekterm.
3	De oorzaak of het gevolg werd specifiek onderzocht binnen de bron.	De oorzaak of het gevolg binnen het document had een significante invloed op de hoofdzekterm.
Gemiddelde uitkomst		

De vierde en laatste vorm van data-analyseren was het vergelijken van wetenschappelijke bronnen binnen een van de hoofdonderwerpen om te kijken naar contradicties en/of overeenkomsten en werd voornamelijk toegepast tijdens de discussie. Per hoofdzekterm werd namelijk gekeken naar de uitkomsten van de scores in de tabellen bij het hoofdstuk Resultaten en daar werden de oorzaken of de gevolgen per hoofdzekterm met elkaar vergeleken.

2.3 Verbanden tussen de oorzaken of gevolgen

Naast de data-analyses is er ook per hoofdzekterm gekeken naar onderlinge verbanden tussen de verschillende oorzaken of gevolgen, omdat bijvoorbeeld oorzaken onderlinge verbanden kunnen hebben die zowel effect op elkaar als op de toenemende bosbranden kunnen hebben (zie figuur 1).



Figuur 1 Visuele weergave van de verbanden tussen verschillende factoren. Hierbij wordt een positief verband gezien als wanneer A toeneemt, neemt B ook toe en een negatief verband wordt gezien als wanneer A toeneemt, neemt B af.

Vanuit bosbranden gaat er een groene pijl naar links richting gevolg. Dit betekent dat wanneer de bosbranden toenemen, dit gevolg ook toeneemt. Aan de andere kant gaat er een

rode pijl naar het rechter gevolg, wat betekent dat wanneer de bosbranden toenemen dit gevolg afneemt. Deze visuele weergaven zijn

samengesteld uit de informatie van de geraadpleegde bronnen per hoofdzoekterm.

2.3 Data-validiteit

De interne validiteit van dit onderzoek werd gehandhaafd door het gebruik van zowel het specifiek analyseren van de inhoud van een

wetenschappelijke bron als wetenschappelijke bronnen met elkaar vergelijken. Verder zijn er meerdere afspraken gemaakt met een mentor om de interne validiteit van dit onderzoek te waarborgen. Ook was er bij medestudenten om feedback gevraagd om nogmaals de interne validiteit van dit onderzoek te waarborgen

3. Resultaten

Om zowel de hoofdvraag als deelvragen te kunnen beantwoorden zijn de verschillende gevonden bronnen per hoofdzoekterm (zie tabel 1) gescoord op drie criteria, waarna ook binnen de bron een oorzaak of gevolg per bron en hoofdzoekterm is gescoord op twee criteria.

3.1 Bosbranden Amazoneregenwoud

Deelvraag 1 luidt; “Wat zijn de oorzaken van het toenemende aantal bosbranden binnen het Amazoneregenwoud in de afgelopen decennia?” Om deze vraag te beantwoorden is er gekeken naar welke factoren een oorzaak kunnen zijn voor de toename van het aantal bosbranden binnen het Amazoneregenwoud. Hierbij zijn de bronnen gescoord op betrouwbaarheid en de oorzaken gescoord op relevantie.

3.1.1 Betrouwbaarheid Bronnen Bosbranden Amazoneregenwoud

Elf wetenschappelijke bronnen zijn gevonden om te kijken wat de mogelijke oorzaken van het

toenemende aantal bosbranden zijn. Deze elf bronnen zijn geselecteerd op basis van de inhoudelijke informatie en op het ondersteunende bewijs dat de genoemde oorzaak binnen de bron betrekking heeft tot het toenemen van de bosbranden binnen het Amazoneregenwoud. Daarnaast zijn deze elf bronnen gescoord aan de hand van vier criteria om de betrouwbaarheid te bepalen (zie tabel 4). Elk van de elf geraadpleegde bronnen bevatte een oorzaak of meerdere oorzaken die een verklaring zouden kunnen geven voor het toenemen van het aantal bosbranden binnen het Amazoneregenwoud. Ook werden deze genoemde oorzaken in elke bron ondersteunt door gedane onderzoeken en gevonden resultaten of door verwijzingen naar andere bronnen. Van deze bronnen heeft geen enkele bron de topscore van 12 behaald. Verder valt te zien dat de bronnen Aragão *et al.* (2018) en Balch *et al.* (2011) een totaalscore van 10 hebben, wat de hoogste behaalde score is voor een bron tijdens deze studie voor deze deelvraag. Verder valt te zien dat alle andere bronnen een totaalscore van een 7 of hoger hebben behaald.

Tabel 4 Score van de criteria op de betrouwbaarheid van de gevonden bronnen die relevant waren voor de hoofdzoekterm bosbranden Amazoneregenwoud. Per criterium kon een weging van 1 t/m 3 behaald worden, waarbij 1 de laagste weging is en 3 de hoogste weging. Per bron zijn de wegingen per criterium opgeteld om een totaalscore te krijgen die de betrouwbaarheid van een bron aangeeft.

Bron	Focus	Wetenschappelijkheid	Jaar	Impact factor	Totaalscore
Alencar <i>et al.</i> (2015)	2	2	3	2	9
Aragão <i>et al.</i> (2018)	2	3	3	2	10
Aragão <i>et al.</i> (2007)	2	3	1	2	8
Balch <i>et al.</i> (2011)	3	3	2	2	10
Betts, Malhi & Roberts (2008)	1	2	2	2	7
Cochrane (2003)	2	2	1	3	8
Foley <i>et al.</i> (2007)	2	2	1	2	7
Juarez-Orozco, Siebe & Fernandez y Fernandez (2017)	1	3	3	1	8
Laurance & Williamson (2002)	2	3	1	2	8
Marengo <i>et al.</i> (2018)	2	2	3	1	8
Nepstad <i>et al.</i> (2008)	1	2	2	2	7

3.1.2 Relevantie Oorzaak Toename Bosbranden Amazoneregenwoud

Uit de elf gevonden bronnen die gescoord zijn op betrouwbaarheid, zijn er zeven mogelijke oorzaken gevonden voor het toenemen van het aantal bosbranden binnen het Amazoneregenwoud. Bij Alencar *et al.* (2015), Aragão *et al.* (2018), Aragão *et al.* (2007), Balch *et al.* (2011) en Juárez-Orozco, Siebe & Fernandez y Fernandez (2017) worden de gevonden oorzaken gebaseerd op een eigen uitgevoerd onderzoek door de auteur(s) van de desbetreffende bron waaruit de auteur(s) eigen conclusies hebben getrokken. Voor de overige bronnen geldt dat de gevonden oorzaken en getrokken conclusies puur gebaseerd zijn op informatie uit andere literatuur. Deze elf bronnen worden relevant

geacht vanwege het feit dat elke bron specifiek onderzoek doet naar mogelijke oorzaken op de toenemende bosbranden binnen het Amazoneregenwoud en deze worden ondersteund door eigen bevindingen of door meerdere literaire bronnen.

De mate waarin de verschillende oorzaken invloed hebben op de toenemende bosbranden is gescoord ten opzichte van de hoofdzoekterm Bosbranden

Amazoneregenwoud, wat is weergegeven in tabel 5. Verder valt te zien dat de gemiddelde totaalscore van de oorzaken toenemende droogte en menselijk handelen beiden boven de 20 uitkomen en de hoogste gemiddelde totale score hebben. Daarnaast is te zien dat zowel de oorzaak bliksem als secundaire bos en conversie van bos een gemiddelde totale score hebben van 2 of lager.

Tabel 5 Score van de criteria op de relevantie van een oorzaak op het toenemende aantal bosbranden ten opzichte van de hoofdzoekterm Bosbranden Amazoneregenwoud. Per criterium kon een weging van 1 t/m 3 behaald worden, waarbij 1 de laagste weging is en 3 de hoogste weging. Per bron is er een weging gegeven aan de relevantie van een van de oorzaken binnen een bron ten opzichte van de hoofdzoekterm Bosbranden Amazoneregenwoud. Per oorzaak zijn de wegingen opgeteld en gedeeld door twee om een gemiddelde totaalscore te krijgen per oorzaak.

Bron	Toename droogte		Klimaatverandering		Menselijk handelen (akker- en mijnbouw, veeteelt)		Bliksem		Secundaire bos		Conversie van bos (naar Savannah)		Fragmentatie	
	Specificiteit	Invloed	Specificiteit	Invloed	Specificiteit	Invloed	Specificiteit	Invloed	Specificiteit	Invloed	Specificiteit	Invloed	Specificiteit	Invloed
Alencar <i>et al.</i> (2015)	2	3			2	3							2	3
Aragão <i>et al.</i> (2018)	2	3			2	3			1	1				
Aragão <i>et al.</i> (2007)	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1				
Balch <i>et al.</i> (2011)	2	3												
Betts, Malhi & Roberts (2008)	2	3	2	3	2	3								
Cochrane (2003)	1	3			1	3								
Foley <i>et al.</i> (2007)	2	3			2	3								
Juarez-Orozco, Siebe & Fernandez y Fernandez (2017)	2	3	2	3	2	3								
Laurance & Williamson (2002)	2	2	2	2	2	2					2	2	2	2
Marengo <i>et al.</i> (2018)			2	3	2	3							2	3
Nepstad <i>et al.</i> (2008)	2	3			2	3								
Gemiddelde totaal score	24,5		11,5		23,5		1		2		2		7	

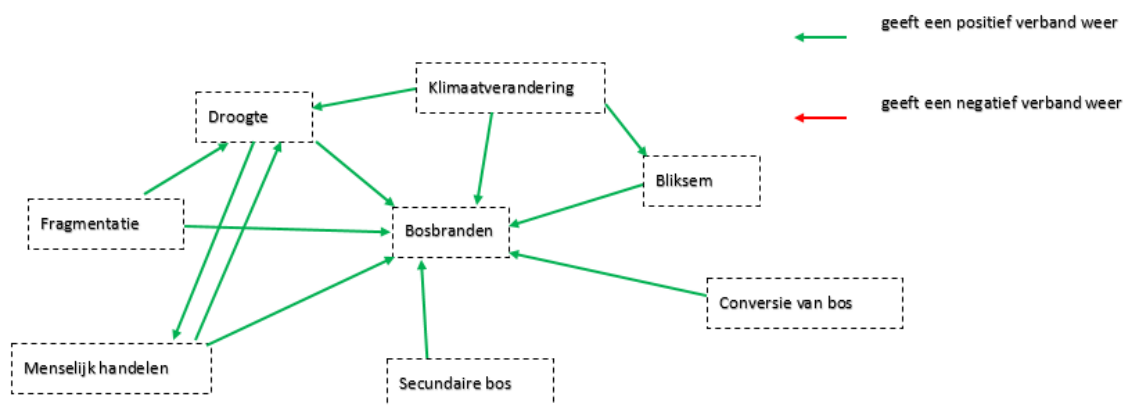
3.1.3 De Oorzaken van de Toenemende Bosbranden

Zoals in tabel 5 weergegeven is, is Balch *et al.* (2011) de enige bron waarbij maar een oorzaak besproken werd. Aragão *et al.* (2007) geeft aan dat onder andere klimaatverandering, een toename aan droogte en bliksem mogelijke oorzaken zijn voor de toenemende bosbranden. In een andere bron bij Aragão *et al.* (2012) worden menselijk handelen en secundaire bos ook als mogelijke oorzaken gezien. Volgens Laurance & Williamson (2002)

hebben conversie van bos en fragmentatie ook een effect op het toenemen van de bosbranden.

3.1.4 Verbanden Oorzaken Toenemende Bosbranden

Naast het feit dat de verschillende factoren een invloed uitoefenen op het toenemen van de bosbranden geven verscheidene bronnen ook aan dat er tussen de factoren ook mogelijk onderlinge verbanden zitten, zoals in figuur 2 weergegeven.



Figuur 2 Een visuele weergave van de oorzaken van de toenemende bosbranden binnen het Amazoneregenwoud en de onderlinge verbanden tussen de oorzaken. Hierbij wordt een positief verband gezien als wanneer A toeneemt, neemt B ook toe en een negatief verband wordt gezien als wanneer A toeneemt, neemt B af.

Ten eerste valt op in figuur 2 dat klimaatverandering naast een positief verband heeft met bosbranden ook een positief verband heeft met zowel droogte als bliksem. Volgens Aragão *et al.* (2007) leidt een toename in warmere perioden tot meer tropische onweersstormen. Volgens Juárez-Orozco, Siebe & Fernandez y Fernandez (2017) leidt een toename in warmere perioden tot een toename in langere perioden van droogte. Beiden leiden volgens beide bronnen tot een toename in bosbranden.

Ten tweede is te zien dat fragmentatie en droogte ook een positief verband met elkaar hebben. Fragmentatie leidt tot meer

braakliggende stukken waarop direct zonlicht valt, wat voor verdroging zorgt volgens Laurance & Williamson (2002).

Ten derde valt te zien dat menselijk handelen en droogte een positief verband met elkaar hebben die in beide richtingen gaat. Cochrane beweert dat droogte meer kans geeft dat vuur door de mens is aangestoken wordt verspreid. Ook beweert Cochrane dat wanneer mensen stukken bos weggappen dit tot verdroging zorgt.

Als laatste valt op dat niet elke factor een onderling verband heeft met een van de andere factoren en dat elk onderling verband die gevonden is, een positief verband is.

3.2 Biodiversiteit Amazoneregenwoud

Deelvraag 2 luidt; “Wat zijn de gevolgen van het toenemend aantal bosbranden binnen het Amazoneregenwoud op de biodiversiteit van dit tropische regenwoud in het eerstvolgende decennium?” Om deze vraag te beantwoorden is er gekeken naar welke gevolgen de toenemende bosbranden kunnen hebben op biodiversiteit binnen het Amazoneregenwoud. Hierbij zijn de bronnen gescoord op betrouwbaarheid en de gevolgen gescoord op relevantie.

3.2.1 Betrouwbaarheid Bronnen Biodiversiteit Amazoneregenwoud

Bij deze hoofdzekterm zijn elf wetenschappelijke bronnen gevonden om te kijken wat de mogelijke gevolgen van het toenemende aantal bosbranden zijn op de biodiversiteit. Deze elf bronnen zijn

geselecteerd op basis van inhoudelijke informatie en op het ondersteunende bewijs dat het genoemde gevolg binnen de bron betrekking heeft tot de biodiversiteit binnen het Amazoneregenwoud. Daarnaast zijn deze elf bronnen gescoord aan de hand van vier criteria om de betrouwbaarheid te bepalen (zie tabel 6). Elk van de elf geraadpleegde bronnen bevatte een gevolg of meerdere gevolgen die potentieel kunnen plaatsvinden binnen het Amazoneregenwoud door de toenemende aantal bosbranden. Ook werden deze genoemde gevolgen in elke bron ondersteunt door gedane onderzoeken en gevonden resultaten of door verwijzingen naar andere bronnen. Van deze bronnen heeft geen enkele bron de topscore van 12 behaald. Verder valt te zien dat Hubbell *et al.* (2008) de hoogste score heeft. Daarentegen is te zien dat Brandford (2018) de laagste score heeft.

Tabel 6 Score van de criteria op de betrouwbaarheid van de gevonden bronnen die relevant waren voor de hoofdzekterm bosbranden Amazoneregenwoud. Per criterium kon een weging van 1 t/m 3 behaald worden, waarbij 1 de laagste weging is en 3 de hoogste weging

Bron	Focus	Wetenschappelijkheid	Jaar	Impact factor	Totaalscore
Andrade <i>et al.</i> (2014)	3	2	2	1	8
Balch <i>et al.</i> (2011)	3	3	2	2	10
Barlow (2008)	2	3	2	2	9
Betts, Malhi & Roberts (2008)	1	2	2	2	7
Brandford (2018)	1	1	3		5
Bush <i>et al.</i> (2008)	2	2	2	2	8
Cochrane (2003)	2	2	1	3	8
Hubbell <i>et al.</i> (2008)	3	3	2	3	11
Malhi & Grace (2000)	3	3	1	2	9
Malhi <i>et al.</i> (2008)	2	3	2	3	10
Pivello (2011)	2	1	2	1	6

3.2.2 Relevantie Gevolg Biodiversiteit Amazoneregenwoud

Uit de elf geraadpleegde bronnen die gescoord zijn op betrouwbaarheid, zijn er zes mogelijke gevolgen gevonden voor de biodiversiteit binnen het Amazoneregenwoud. Bij Andrade *et al.* (2014), Balch *et al.* (2011), Barlow (2008) en Hubbell *et al.* (2008) worden de gevonden

gevolgen gebaseerd op een eigen uitgevoerd onderzoek door de auteur(s) van de desbetreffende bron waaruit de auteur(s) eigen conclusies hebben getrokken. Voor de overige bronnen geldt dat de gevonden gevolgen en getrokken conclusies puur gebaseerd zijn op informatie uit andere literatuur. Deze elf bronnen worden relevant geacht vanwege het feit dat elke bron specifiek

onderzoek doet naar mogelijke gevolgen van de toenemende bosbranden op de biodiversiteit binnen het Amazoneregenwoud en deze worden ondersteund door eigen bevindingen of door meerdere literaire bronnen. De mate waarin de verschillende gevolgen invloed hebben op de biodiversiteit is gescoord ten opzichte van de hoofdzoekterm Biodiversiteit Amazoneregenwoud, wat is weergegeven in tabel 7. Per gevolg zijn de wegingen opgeteld en gedeeld door twee om

een gemiddelde totaalscore te krijgen per gevolg.

Verder valt te zien dat de gemiddelde totaalscore van het gevolg afname soortenrijkdom de hoogste gemiddelde totaalscore heeft van 22,5. Daarnaast is te zien dat zowel de gevolgen een toename van pionier soorten als het niet terugwinnen van soorten een gemiddelde totaalscore hebben van 2 of lager.

Tabel 7 Score van de criteria op de relevantie van een gevolg van het toenemende aantal bosbranden binnen een bron ten opzichte van de hoofdzoekterm Biodiversiteit Amazoneregenwoud.
Per bron is er een weging gegeven aan de relevantie van een van de gevolg

Bron	Afname soortenrijkdom		Toename pionier soorten		Niet terugwinnen van soorten		Verandering structuur bos		Afname van habitat		Afname van biomassa	
	Specificiteit	Invloed	Specificiteit	Invloed	Specificiteit	Invloed	Specificiteit	Invloed	Specificiteit	Invloed	Specificiteit	Invloed
Andrade <i>et al.</i> (2014)	3	3									3	3
Balch <i>et al.</i> (2011)	2	3	1	1							2	3
Barlow (2008)	2	3					2	2				
Betts, Malhi & Roberts (2008)	2	3					2	2			2	2
Brandford (2018)	1	2			1	2						
Bush <i>et al.</i> (2008)	3	3							2	2	2	3
Cochrane (2003)									1	2		
Hubbell <i>et al.</i> (2008)	3	3										
Malhi & Grace (2000)									2	2		
Malhi <i>et al.</i> (2008)	2	3									2	3
Pivello (2011)	1	3					1	2			1	3
Gemiddelde totaalscore	22,5		1		1,5		5,5		5,5		14,5	

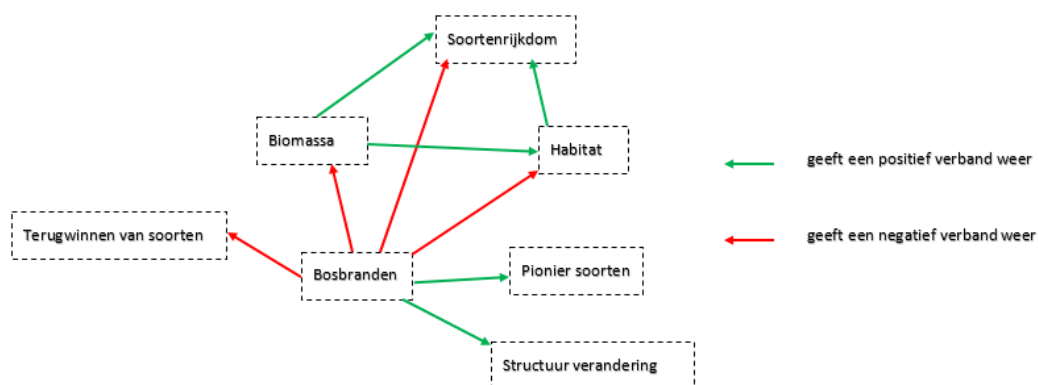
3.2.3 De Gevolgen voor Biodiversiteit

In tabel 7 is te zien dat er geen enkele bron gevonden is die maar een bepaald gevolg geeft van de toenemende bosbranden op de biodiversiteit. Bush *et al.* (2008) geeft aan dat een afname in soortenrijkdom, biomassa en habitat mogelijke gevolgen zijn van het toenemende aantal bosbranden. Volgens Balch *et al.* (2011) zorgt een toename in bosbranden voor een toename in pionier soorten. Daarnaast volgens Brandford (2018) zorgt een toename in bosbranden voor een afname in de

kans om soorten terug te winnen en kan er een verandering in de structuur van het bos plaatsvinden volgens Barlow (2008).

3.2.4 Verbanden Gevolgen Biodiversiteit

Ook hier is te zien dat de verschillende factoren ook onderling verbanden met elkaar hebben (zie figuur 3). Deze factoren zijn niet alleen gevolgen van het toenemende aantal bosbranden, maar beïnvloeden elkaar ook onderling.



Figuur 3 De gevolgen van de toenemende bosbranden op de biodiversiteit en de onderlinge verbanden tussen de gevolgen. Hierbij wordt een positief verband gezien als wanneer A toeneemt, neemt B ook toe en een negatief verband wordt gezien als wanneer A toeneemt, neemt B af.

In figuur 3 valt te zien dat biomassa een positief verband heeft met soortenrijkdom en habitat en dat habitat ook een positief verband heeft met soortenrijkdom. Volgens Bush *et al.* (2008) leidt een afname in biomassa tot een afname in zowel soortenrijkdom als habitats. Daarnaast beweert Bush *et al.* (2008) dat een afname in habitats ook zorgt voor een afname soortenrijkdom. Volgens hem betekent minder

biomassa, minder plek voor soorten en habitats en minder habitats, minder plek voor alle gespecialiseerde soorten. Verder is hier te zien dat bosbranden zowel positieve als negatieve verbanden hebben met verschillende gevolgen. Als laatste is ook te zien dat niet elk gevolg een onderling verband heeft met een ander gevolg.

3.3 Koolstofdioxideopslag

Amazoneregenwoud

Deelvraag 3 luidt; “Wat zijn de gevolgen van het toenemend aantal bosbranden binnen het Amazoneregenwoud op de koolstofdioxideopslag van dit tropische regenwoud in het eerstvolgende decennium?” Om deze vraag te beantwoorden is er gekeken naar welke gevolgen de toenemende bosbranden kunnen hebben op de koolstofdioxideopslag binnen het Amazoneregenwoud. Hierbij zijn de bronnen gescoord op betrouwbaarheid en de gevolgen gescoord op relevantie.

3.3.1 Betrouwbaarheid Bronnen

Koolstofdioxideopslag Amazoneregenwoud

In tegenstelling tot de hoofdzoektermen Bosbranden en Biodiversiteit Amazoneregenwoud zijn er voor de hoofdzoekterm koolstofdioxideopslag acht wetenschappelijke bronnen gevonden om te kijken wat de mogelijke gevolgen zijn van het toenemende aantal bosbranden op de

koolstofdioxideopslag binnen het Amazoneregenwoud. Deze acht bronnen zijn nogmaals geselecteerd op basis van inhoudelijke informatie en op het ondersteunende bewijs dat het genoemde gevolg binnen de bron betrekking heeft tot de koolstofdioxideopslag binnen het Amazoneregenwoud. Daarnaast zijn deze acht bronnen gescoord aan de hand van vier criteria om de betrouwbaarheid te bepalen (zie tabel 8). Elk van de acht geraadpleegde bronnen bevatte een gevolg of meerdere gevolgen die potentieel kunnen plaatsvinden binnen het Amazoneregenwoud door de toenemende aantal bosbranden. Ook werden deze genoemde gevolgen in elke bron ondersteunt door gedane onderzoeken en gevonden resultaten of door verwijzingen naar andere bronnen. Van deze bronnen heeft geen enkele bron de topscore van 12 behaald. Verder valt te zien dat zowel de bron Aragão *et al.* (2018), Malhi & Grace (2000) & Matricardi *et al.* (2012) de hoogste score hebben. Daarentegen zijn er twee bronnen met een totaalscore van 7 wat de laagste totaalscore is.

Tabel 8 Score van de criteria op de betrouwbaarheid van de gevonden bronnen ten opzichte van de hoofdzoekterm Koolstofdioxideopslag Amazoneregenwoud. Per criterium kon een weging van 1 t/m 3 behaald worden, waarbij 1 de laagste weging is en 3 de hoogste weging. Per bron zijn de wegingen per criterium opgeteld om een totaalscore te krijgen die de betrouwbaarheid van een bron aangeeft.

Bron	Focus	Wetenschappelijkheid	Jaar	Impact factor	Totaalscore
Aragão <i>et al.</i> (2018)	2	2	3	2	10
Cochrane (2003)	2	2	1	3	8
Malhi & Grace (2000)	3	3	1	3	10
Matricardi <i>et al.</i> (2012)	3	3	2	2	10
Morton <i>et al.</i> (2013)	2	3	2	2	9
Foley <i>et al.</i> (2007)	2	2	1	2	7
Phillips & Brien (2017)	2	3	3	1	9
Silvestrini <i>et al.</i> (2011)	2	1	2	2	7

3.3.2 Relevantie Gevolg

Koolstofdioxideopslag Amazoneregenwoud

Uit de acht geraadpleegde bronnen die gescoord zijn op betrouwbaarheid, zijn er drie mogelijke gevolgen gevonden voor de biodiversiteit binnen het Amazoneregenwoud. Bij Aragão *et al.* (2018), Matricardi *et al.* (2012), Morton *et al.* (2013), Phillips & Brien (2017) en Silvestrini *et al.* (2011) worden de gevonden gevolgen gebaseerd op een eigen uitgevoerd onderzoek door de auteur(s) van de desbetreffende bron waaruit de auteur(s) eigen conclusies hebben getrokken. Voor de overige bronnen geldt dat de gevonden gevolgen en getrokken conclusies puur gebaseerd zijn op informatie uit andere literatuur. Deze zes bronnen worden relevant

geacht vanwege het feit dat elke bron specifiek onderzoek doet naar mogelijke gevolgen van de toenemende bosbranden op de koolstofdioxideopslag binnen het Amazoneregenwoud en deze worden ondersteund door eigen bevindingen of door meerdere literaire bronnen. De mate waarin de verschillende gevolgen invloed hebben op de koolstofdioxideopslag is gescoord ten opzichte van de hoofdzekterm Koolstofdioxideopslag Amazoneregenwoud, wat is weergegeven in tabel 9. Verder valt te zien dat de gemiddelde totaalscore van het gevolg toename koolstofdioxide-emissie de hoogste gemiddelde totaalscore heeft van 19. Daarnaast is te zien dat toename (lokale) klimaatverandering de laagste gemiddelde totaalscore heeft.

Tabel 9 Score van de criteria op de relevantie van een gevolg van het toenemende aantal bosbranden binnen een bron ten opzichte van de hoofdzekterm Koolstofdioxideopslag Amazoneregenwoud. Per bron is er een weging gegeven aan de relevantie van een van de gevolgen binnen een bron ten opzichte van de hoofdzekterm Bosbranden Amazoneregenwoud. Per gevolg zijn de wegingen opgeteld en gedeeld door twee om een gemiddelde totaalscore te krijgen per gevolg.

Bron	Toename koolstofdioxide emissie		Toename (lokale) klimaatverandering		Afname koolstofdioxideopslag	
	Specificiteit	Invloed	Specificiteit	Invloed	Specificiteit	Invloed
Aragão <i>et al.</i> (2018)	2	3			2	3
Cochrane (2003)	2	3				
Foley <i>et al.</i> (2007)	2	3			2	3
Malhi & Grace (2000)	2	3				
Marcicardi <i>et al.</i> (2012)	2	3				
Morton <i>et al.</i> (2013)	1	2			1	2
Silvestrini <i>et al.</i> (2011)	2	3	2	3		
Phillips & Brien (2017)	2	3	2	3	2	3
Totaal score	19		5		9	

3.3.3 De Gevolgen voor Koolstofdioxideopslag

Terugkijkend naar tabel 9 is te zien dat er bij deze hoofdzekterm drie bronnen geraadpleegd zijn, waarbij maar een gevolg genoemd wordt voor de koolstofdioxideopslag van het Amazoneregenwoud. Wat opvalt is dat

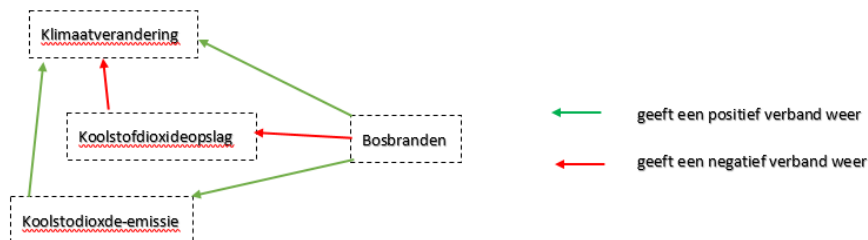
volgens alle geraadpleegde bronnen een toename in koolstofdioxide-emissie een mogelijk gevolg is van de toenemende bosbranden. Volgens Phillips & Brien (2017) zijn andere mogelijke gevolgen een toename in (lokale) klimaatverandering en een afname in koolstofdioxideopslag.

3.3.4 Verbanden Gevolgen

Koolstofdioxideopslag

In figuur 4 valt op dat koolstofdioxide-emissie een positief verband heeft met

klimaatverandering, terwijl koolstofdioxideopslag een negatief verband heeft met klimaatverandering.



Figuur 4 Visuele weergave van de gevolgen van de toenemende bosbranden op de koolstofdioxideopslag en de onderlinge verbanden tussen de gevolgen

Volgens Phillips & Brien (2017) leidt een stijging in koolstofdioxide-emissie tot een stijging in temperatuur. Aan de andere kant zorgt een toename in koolstofdioxideopslag voor een afname in temperatuurstijging volgens Silvestrini *et al.* (2011). Beiden

beweren dat meer koolstofdioxide leidt tot opwarming van de aarde. Verder is te zien dat bosbranden zowel positieve verbanden als negatieve verbanden hebben met verschillende gevolgen.

3.4 Samenvatting oorzaken en gevolgen

Zoals weergegeven in de tabellen 5, 7 en 9 zijn er meerdere oorzaken en gevolgen gevonden binnen de gebruikte literatuur. Kijkend per hoofdzekterm zijn de meeste oorzaken

gevonden binnen de hoofdzekterm Bosbranden Amazoneregenwoud en de minste gevolgen gevonden binnen de hoofdzekterm Koolstofdioxideopslag Amazoneregenwoud (zie tabel 10).

Tabel 10 Een overzicht van de gevonden oorzaken en gevolgen van het toenemende aantal bosbranden per hoofdzekterm.

Hoofdzekterm: Bosbranden Amazoneregenwoud	
Oorzaken	Toenemende droogte Klimaatverandering Menselijk handelen (akker- en mijnbouw, veeteelt) Bliksem Secundaire bos Conversie van bos (naar Savannah) Fragmentatie
Hoofdzekterm: Biodiversiteit Amazoneregenwoud	
Gevolgen	Afname soortenrijkdom Toename pionier soorten Niet terugwinnen van soorten Verandering structuur bos Afname van habitat Afname van biomassa
Hoofdzekterm: Koolstofdioxideopslag Amazoneregenwoud	
Gevolgen	Toename koolstofdioxide-emissie Toename (lokale) klimaatverandering Afname koolstofdioxideopslag

4. Discussie

Tijdens de discussie zijn de gevonden resultaten geïnterpreteerd en verklaard. Ook is er gereflecteerd op de onderzoeksmethode en is het belang van dit onderzoek aangegeven.

4.1 Reflectie onderzoeksmethode

Tijdens deze literatuurstudie zijn er verscheidene bronnen gevonden. Echter bleek, na eerst vooral Nederlandse zoektermen te gebruiken, dat deze informatie heel algemeen was en niet doelgericht tot een van de hoofdzoektermen. Dit heeft geleid tot een aanpassing in de gebruikte methode van deze literatuurstudie en zijn vooral Engelse sleutelwoorden gebruikt. Dit resulteerde in de bronnen die gebruikt zijn tijdens de data-analyse. De Nederlandse bronnen zijn vooral gebruikt in de inleiding vanwege het bredere kader aan informatie die deze bronnen bevatten. Doordat er Engelse sleutelwoorden gebruikt werden later in de studie die veel doelgerichter en specifiek ingingen op een van de hoofdzoektermen, bleken de criteria van de data-analyse veel te groot te zijn. Een heel scala aan bronnen pasten hiertussen met grote verschillen in relevantie en specificiteit. Hierop volgend werden deze criteria specifiek geformuleerd, waardoor een deel van de al gevonden toch minder relevant waren dan in eerste instantie gedacht, wegvielen. Verder was een van de criteria dat alle informatie uit deze eeuw moest komen. Dit bracht achteraf beperkingen met zich mee. Er kon niet worden gekeken naar de groei sinds de toename van bosbranden binnen Brazilië die sinds 1970 plaatsvindt (Cochrane & Barber, 2009). Ook konden er geen vergelijkingen gemaakt worden tussen de oorzaken en gevolgen voor en na deze eeuw, wat tot andere inzichten dan nu gevonden had kunnen leiden. De reden hiervoor was een gebrek aan tijd. Als laatste zijn de voorspellingen vooral gebaseerd op deze eeuw. Wanneer verder terug zou worden gekeken dan de 21^e eeuw, kan er meer informatie verkregen worden over de groei van bosbranden in het verleden en kan deze informatie gebruikt worden om exactere voorspellingen te maken voor de toekomst. Ook zijn er per hoofdzoekterm maar maximaal elf bronnen gebruikt waaruit de oorzaken en

gevolgen gehaald zijn. Wanneer dit aantal vergroot wordt, is het mogelijk dat er meer oorzaken en gevolgen gevonden worden en de gevonden oorzaken en gevolgen vaker voorbijkomen. Dit zou de betrouwbaarheid en significantie van de resultaten vergroten. Als laatste zit er verschil in de manier hoe de oorzaken en gevolgen gegroepeerd zijn binnen de bronnen. Een van de oorzaken van de toenemende bosbranden is fragmentatie. Echter viel fragmentatie bij een bron onder menselijk handelen en bij een ander was het een natuurlijke oorzaak op zich. Daarbij zijn sommige oorzaken of gevolgen binnen verschillende bronnen anders verklaart. Doordat hier niet specifiek op in is gegaan binnen deze literatuurstudie kunnen de resultaten enigszins verschillen met wanneer dit wel gedaan zou worden.

4.2 Interpretatie van de resultaten

Wat opviel bij de oorzaken van het toenemende aantal bosbranden is dat bij maar een van de elf bronnen bliksem als mogelijke oorzaak genoemd werd, terwijl Brazilië, waar zestig procent van het Amazoneregenwoud ligt, een van de landen is waar de meeste blikseminslagen voorkomen (Cochrane, 2003). Daarbij bestaat er een positief verband tussen onweer en klimaatverandering en onweer en verdroging. Door het versterkte broeikaseffect nemen tropische onweersstormen toe en ook verdroging vergroot de kans op bosbranden door onweer (Pivello, 2011). Echter volgens de gevonden bronnen heeft onweer weinig invloed op het toenemen van bosbranden binnen het Amazonegebied aangezien het maar een enkele keer is genoemd ook als een alternatieve oorzaak binnen een bron en niet als hoofdoorzaak. Onweer wordt namelijk vaak geassocieerd met hevige regenval wat ervoor zorgt dat onweer zelden tot bosbranden leidt. Echter met een toenemende droogte, is het mogelijk dat onweersbuien in de toekomst een grotere impact hebben. De toenemende droogte zorgt namelijk voor meer natuurlijke ontbrandingspunten. Hierdoor heeft bliksem een hogere kans om bosbranden te veroorzaken (Nepstad, 2008).

Verder zijn de oorzaken conversie van bos naar Savannah, secundaire bos dat ontstaat na de

bosbranden en fragmentatie vooral benoemd in de bronnen als versterkende factoren. Echter heeft fragmentatie een positief verband met verdroging wat voor meer open en kale plekken tussen stukken bos zorgt, wat leidt tot minder evapotranspiratie, wat weer leidt tot meer droogte, wat de kans op bosbranden vergroot. Aan de andere kant wordt fragmentatie gedempt door het (terug) groeien van bomen en planten (Cochrane & Barber, 2009).

Aan de andere kant zijn zowel de oorzaken van toenemende droogte en menselijk handelen in tien van de elf bronnen als een oorzaak van de toenemende branden binnen het Amazoneregenwoud genoemd. Daarbij hebben beide oorzaken over het algemeen alleen de weging van een 2 of 3 gekregen. Ook zijn beide oorzaken vaak binnen hetzelfde document genoemd met een ongeveer gelijke weging van betrouwbaarheid. Verder worden in de acht bronnen die beide oorzaken beschrijven ook een positief verband beschreven tussen zowel verdroging als menselijk handelen. Droogte induceert waterstress, bladverlies, openingen in het bladerdek en opeenstapeling van bladeren op de bodem en menselijk handelen gebruikt vuur om stukken regenwoud te verbranden voor andere doeleinden. Hierdoor ontstaat er een positieve feedback loop. Toenemende droogte leidt tot meer ontbrandingspunten. Dit verhoogt weer de verspreiding van door de mens aangestoken vuur wat weer voor minder transpiratie en meer open plekken zorgt en dit leidt weer tot meer droogte. Vooral deze of andere positieve feedback loops werden binnen een aantal bronnen besproken.

Onweer was niet de enige factor die maar eenmaal genoemd werd in een aantal bronnen. Tijdens het zoeken naar de gevolgen van de toenemende bosbranden op de biodiversiteit binnen het Amazoneregenwoud zijn er ook twee factoren gevonden die maar eenmaal benoemd zijn, namelijk de toename van pionier soorten en het niet terugwinnen van soorten. Beiden hadden een gemiddelde totaalscore van onder de 2. Ook kwam het gevolg het niet terugwinnen van soorten uit een bron met weging van 5, wat de laagste

weging was. Dat beide gevolgen weinig genoemd zijn, kan komen door het feit dat het minder relevant is om deze twee gevolgen te onderzoeken in plaats van onderzoek te doen naar wat de hoeveelheden waarin de biodiversiteit of biomassa afneemt zijn.

De hoogste score kon gevonden worden bij de afname van de soortenrijkdom. In negen van de elf onderzochte bronnen werd een afname in soortenrijkdom genoemd. Ook werden in deze bronnen positieve verbanden gelegd tussen de afname van de soortenrijkdom en een afname van biomassa en habitat. Door de afname van habitat en biomassa door bosbranden is er niet genoeg ruimte of ontbreken er specifieke niches waardoor individuen en zelfs soorten uitsterven. Als laatste valt op dat wanneer een bron op zich een weging van een 5 of een 6 had, de informatie binnen die bron voor specificiteit een weging van 1 had. Dit betekent dat deze bronnen met een lage score niet specifiek onderzoek deden naar een bepaald gevolg, maar meer een verzameling was van meerdere losstaande onderwerpen en gevolgen.

Wat opviel bij de gevolgen van de toenemende bosbranden op de koolstofdioxideopslag binnen het Amazonegebied was dat in alle geraadpleegde bronnen een toename in koolstofdioxide-emissie genoemd werd. Het blijkt dus dat dit gevolg misschien wel het belangrijkste gevolg is van bosbranden op de koolstofdioxideopslag, aangezien elke langsgelopen bron dit gevolg vermeldde. Verder werd het feit dat de koolstofdioxideopslag afneemt in drie van de zes bronnen genoemd. Wel hebben deze drie bronnen een totaalscore van 9 of hoger, wat betekent dat het niet vaak genoemd wordt, maar wanneer het genoemd wordt het wel uit een zeer betrouwbare bron komt. Ook bleek dat koolstofdioxide-emissie een positief en koolstofdioxideopslag een negatief verband had met klimaatverandering. Dit kan verklaard worden doordat koolstofdioxide-emissie en koolstofdioxideopslag twee tegenwerkende krachten zijn.

Als laatste viel op bij het bekijken van onderlinge verbanden van de factoren per hoofdzoekterm, dat er een aantal factoren

waren waarbij geen onderlinge connectie weergegeven werd. Dit kan verklaard worden aan de hand van dat in de geraadpleegde bronnen deze andere potentiële onderlinge verbanden niet zijn onderzocht of genoemd binnen de bronnen en de focus hier dus niet op lag.

4.3 Voorspellingen in de aankomende decennia

Tot slot, kijkend naar simulaties en voorspellingen in de aankomende decennia. In verscheidene bronnen zijn er simulaties en voorspellingen gedaan over de toekomst van het Amazoneregenwoud. Een onderzoek gedaan door Cochrane (2009) voorspelt dat 50% van het Amazoneregenwoud kale grond zou zijn aan het einde van de 21e eeuw. Een onderzoek gedaan door Malhi *et al.* (2008) voorspelt een reductie van 50-70% in regenval tijdens droge perioden, wat de kans op bosbranden verhoogd. Ook zou de temperatuur toenemen met 0,25 per decennium en zou deze in totaal 3-8°C stijgen binnen de 21^e eeuw (Malhi & Wright, 2004; Betts, Malhi & Roberts, 2008). Een onderzoek

gedaan door Area Leão Pereira *et al.* (2019) zegt echter dat de temperatuur op aarde zal stijgen met 14°C deze eeuw. Deze verschillen in voorspellingen en simulaties komen doordat er verschillende factoren gebruikt worden per simulatie. Ook worden sommige simulatie gebaseerd op verschillende eerder gedane simulaties en trendlijnen, wat ook verschillen in resultaten met zich meebrengt.

4.4 Reikwijdte van de studie

De oorzaken en gevolgen binnen deze literatuurstudie zijn specifiek bestudeerd binnen het Amazoneregenwoud. Echter is het mogelijk dat sommige oorzaken of gevolgen gegeneraliseerd kunnen worden. Op deze manier kan er sneller en specifiekere gekeken worden naar eventuele gevolgen of oorzaken die voorkomen bij andere tropische regenwouden. Daarnaast kan dit onderzoek gebruik worden door bijvoorbeeld klimaatgroepen of overheidsinstanties om naar oorzaken en gevolgen te kijken van bosbranden bij andere soorten ecosystemen en overeenkomsten en verschillen te bepalen.

5. Conclusie

Het doel van dit onderzoek was om de oorzaken van de toenemende bosbranden binnen het Amazoneregenwoud en de gevolgen van de toename in bosbranden op biodiversiteit en koolstofdioxideopslag te achterhalen. Daarnaast is gekeken naar de impact van een oorzaak of gevolg. Uit historische gegevens blijkt namelijk dat bosbranden een inheems verschijnsel zijn voor het Amazoneregenwoud, maar dat sinds het moment de mens invloed ging uitoefenen binnen het Amazoneregenwoud de bosbranden zijn toegenomen.

5.1 Oorzaken van het toenemende aantal bosbranden

Een van de doelen was om te achterhalen wat de oorzaken zijn van het toenemende aantal bosbranden binnen het Amazoneregenwoud. De deelvraag die hiervoor is opgesteld luidt; “Wat zijn de oorzaken van het toenemende aantal bosbranden binnen het Amazoneregenwoud in de afgelopen decennia?”

Voor het toenemen van het aantal bosbranden binnen het Amazoneregenwoud zijn er de volgende zeven oorzaken gevonden; toenemende droogte, klimaatverandering, menselijk handelen, bliksem, secundaire bos, conversie van bos en fragmentatie. De impact die deze oorzaken hebben op het toenemen van de bosbranden verschilt. Vanuit de elf bestudeerde bronnen kan geconcludeerd worden dat het menselijk handelen en toenemende droogte de grootste oorzaken zijn van de toenemende bosbranden van de afgelopen tien decennia. Verder kan geconcludeerd worden dat klimaatverandering zowel de kans op blikseminslagen als perioden van droogte verhoogd. Ook verhoogd fragmentatie de kans op verdroging en versterken menselijk handelen en verdroging elkaar.

5.2 Gevolgen op de biodiversiteit

Een ander doel was om te achterhalen wat de gevolgen zijn van het toenemende aantal bosbranden op de biodiversiteit binnen het

Amazoneregenwoud. De deelvraag die hiervoor is opgesteld luidt; “Wat zijn de gevolgen van het toenemend aantal bosbranden binnen het Amazoneregenwoud op de biodiversiteit van dit tropische regenwoud in het eerstvolgende decennium?”

Zes gevolgen zijn hierbij gevonden vanuit elf bronnen. Deze zes gevolgen zijn afname van de soortenrijkdom, toename in pionier soorten, niet terugwinnen van uitgestorven soorten, verandering in de structuur van het tropische regenwoud, afname van habitat en een afname in biomassa. Het grootste gevolg in de aankomende tien decennia is een reductie in biodiversiteit. De mate van reductie in soorten is onduidelijk aangezien er nog steeds niet bekend is hoeveel soorten er voorkomen binnen het Amazoneregenwoud. Daarnaast versterken andere gevolgen zoals een afname in biomassa van 50% aan het einde van deze eeuw en een afname in habitat, een reductie in biodiversiteit.

5.3 Gevolgen voor de koolstofdioxideopslag

Het laatste doel was om te achterhalen wat de gevolgen zijn van het toenemende aantal bosbranden op de koolstofdioxideopslag binnen het Amazoneregenwoud. De deelvraag die hiervoor is opgesteld luidt; “Wat zijn de gevolgen van het toenemend aantal bosbranden binnen het Amazoneregenwoud op de koolstofdioxideopslag van dit tropische regenwoud in het eerstvolgende decennium?”

Zes bronnen zijn hierbij geraadpleegd waarbij de volgende drie gevolgen gevonden zijn; toename in koolstofdioxide-emissie, afname in koolstofdioxideopslag en een toename in (lokale) klimaatverandering. Het grootste gevolg van de bosbranden op de koolstofdioxideopslag in het aankomende decennium is een stijging in de koolstofdioxide-emissie.

5.4 Oorzaken en gevolgen op basis van betrouwbaarheid van de literatuur

Verder kijkend naar de betrouwbaarheid van de verschillende bronnen zijn er vijf die een

totaalscore van 10 of hoger hebben, waarbij de hoogste score een 12 zijn kon. Deze vijf bronnen worden gezien als de vijf meest betrouwbare bronnen. Alleen kijkend naar deze vijf bronnen, is de oorzaak van de toenemende bosbranden de toenemende droogte en het menselijk handelen. De gevolgen voor de biodiversiteit zijn dan een afname in soortenrijkdom en afname in biomassa. Als laatste zijn de gevolgen voor de koolstofdioxideopslag een toename in koolstofdioxide-emissie en een afname in koolstofdioxideopslag. Wanneer de resultaten van alle literatuur wordt meegenomen, is te zien dat dit resultaat overeenkomt. Verder valt een onderling verband tussen koolstofdioxide-emissie en koolstofdioxideopslag te zien. Een stijging in koolstofdioxide-emissie zorgt voor een daling in koolstofdioxideopslag en vice versa.

5.5 De gevolgen van bosbranden

Door de deelvragen te hebben beantwoord kan ook de hoofdvraag beantwoord worden; “Wat zijn de gevolgen van het toenemende aantal bosbranden op de biodiversiteit en koolstofdioxideopslag van het Amazoneregenwoud in het eerstvolgende decennium?”.

Het grootste gevolg van het toenemende aantal bosbranden op de biodiversiteit in de aankomende decennia is een reductie in biodiversiteit. Voor de koolstofdioxide geldt dat een stijging in koolstofdioxide-emissie in de aankomende decennia het grootste gevolg is.

5.6 Gevolgen in de aankomende decennia

Als laatste is gekeken naar de gevolgen in de aankomende decennia. Verscheidene bronnen geven simulaties en voorspellingen die van elkaar verschillen in de mate van de grootte van het effect van de toenemende bosbranden op biodiversiteit en koolstofdioxideopslag. Definitieve cijfers kunnen er dus niet gegeven worden. Wel kan gezegd worden dat als de mens op deze manier doorgaat, zowel de biodiversiteit en koolstofdioxideopslag zullen

afnemen wat meerdere directe als indirecte negatieve gevolgen met zich meebrengt. Bijvoorbeeld de toename van koolstofdioxide in de atmosfeer wat het broeikaseffect versterkt.

5.7 Aanbevelingen

Tijdens dit onderzoek is er specifiek gekeken naar de oorzaken van de toenemende bosbranden en de gevolgen hiervan op de biodiversiteit en koolstofdioxideopslag binnen het Amazoneregenwoud. Dit is alleen maar een deel van alle processen die zich binnen het Amazoneregenwoud bevinden. Om een beter idee te krijgen van de toenemende bosbranden op het gehele Amazonesysteem, zou op lange termijn onderzoek gedaan moeten worden naar de gevolgen van de bosbranden op precipitatie, bodem etc. Wanneer deze verschillende onderzoeken daarna gekoppeld worden of de conclusies daarvan in een document gezet worden, kunne duidelijkere gevolgen van de bosbranden op het hele systeem binnen het Amazoneregenwoud worden geformuleerd en kan een consensus bereikt worden om het effect van de gevolgen op het Amazoneregenwoud te verminderen. Daarbij moet om het Amazoneregenwoud te behouden op korte termijn minder gebruik gemaakt worden van het Amazoneregenwoud voor houtkap, mijnbouw etc., zodat er minder fragmentatie ontstaan wat zorgt voor een verhoging van perioden van droogte en bosbranden. Daarnaast moet er ook wat gedaan worden aan het versterkte broeikaseffect, want dit verhoogt ook perioden van droogte wat weer als gevolg een toename in bosbranden met zich meebrengt.

Als laatste moet er ook verder onderzoek gedaan worden naar de mater waarin de verschillende oorzaken of gevolgen elkaar onderling beïnvloeden om zo een beter beeld te krijgen van het gehele Amazonesysteem. Het Amazoneregenwoud is dus een ingewikkeld systeem en meer onderzoek naar de gevolgen van de toenemende bosbranden en manieren om deze toename in bosbranden te verlagen zou gedaan moeten worden om te voorkomen dat het Amazoneregenwoud compleet verdwijnt.

Literatuurlijst

- Alencar, A. A., Brando, P. M., Gregory, P. A., & Putz, F. E. (2015). Landscape fragmentation, severe drought, and the new Amazon forest fire regime. *Ecological Applications*, 25(5), 1493-1505.
- Andrade, R. B., Barlow, J., Louzada, J., Vaz-de-Mello, F. Z., Silveira, J., & Cochrane, M. A. (2014). Tropical forest fires and biodiversity: dung beetle community and biomass responses in a northern Brazilian Amazon forest. *Journal of Insect Conservation*, 18, 1097-1104.
- Aragão L. E. O. C., Anderson, L. O., Fonseca, M. G., Rosan, T. M., Vedovato, L. B., Wagner, F. H., Silva, C. V. J., Arai, E., Aguiar, A. P., Barlow, J., Berenguer, E., Deeter, M. N., Domingues, L., G., Gatti, L., Gloor, M., Malhi, Y., Marengo, J. A., Miller, J. B., Phillips, O. L., & Saatchi, S., (2018). 21st Century drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions. *Nature Communications*, 9, 1-12.
- Aragão L. E. O. C., Malhi, Y., Roman-Cuesta, R. M., Saatchi, S., Anderson, L. O., & Shimabukuro, Y. E. (2007). Spatial patterns and fire response of recent Amazonian droughts. *Geophysical Research Letters*, 34(7), 1-5.
- Area Leão Pereira, de, E. J., Ferreira, P. J. S., de Santana Ribeiro, L. C., Carvalho, T. S., & de Barros Pereira, H. B. (2019). Policy in Brazil (2016–2019) threaten conservation of the Amazon rainforest, *Environmental Science & Policy*, 100, 8-12.
- Balch, J. K., Nepstad, D. C., Curran, L. M., Brando, P. M., Portela, O., Guilherme, P., Reuning-Scherer, J. D., & Carvalho Jr., de, O. (2011). Size, species, and fire behavior predict tree and liana mortality from experimental burns in the Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*, 261(1), 68-77.
- Barlow, J., & Peres, C. A. (2008). Fire-mediated dieback and compositional cascade in an Amazonian forest. *Biological sciences*, 363(1498), 1787-1794.
- Betts, R. A., Malhi, Y., & Roberts, J. T. (2008). The future of the Amazon: new perspectives from climate, ecosystem and social sciences. *Philosophical Transactions of The Royal Society B*, 363, 1729-1735.
- Boubli, J. P., Byrne, H., da Silva, M. N. F., Silva-Junior, J., Araujo, R. C., Bertoui, F., Goncalves, J., de Melo, F. R., Rylands, A. B., Mittermeier, R. A., de Alencar, R. M., Rossi, R. V., Carneiro, J., Sampaio, I., Farias, I. P., Schneider, H., & Hrbek, T. (2019). On a new species of titi monkey Primates: *Plecturocebus* from Alta Floresta, southern Amazon, Brazil. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 132, 117-137.
- Brandford, A. (28-07-2018). *Facts About Rainforests*. Geraadpleegd op 09-09-2019, van <https://www.livescience.com/63196-rainforest-facts.html>
- Bush, M. B., Silman, M. R., McMichael, C., & Saatchi, S. (2008). Fire, climate change and biodiversity in Amazonia: a Late-Holocene perspective. *Philosophical transactions of the royal society B*, 363(1498), 1795-1802.
- Butler, R. A. (01-04-2019). *Why are rainforests so diverse?* Geraadpleegd op 16-09-2019, van <https://rainforests.mongabay.com/03-diversity-of-rainforests.html>

- Clemens, A. (17-04-2013). "De Amazone is een lopende band systeem" [Nemo Kennislink]. Geraadpleegd op 09-09-2019, van <https://www.nemokennislink.nl/publicaties/de-amazone-is-een-lopende-band-systeem/>
- Cochrane, M. A. (2003). Fire science for rainforests. *Nature*, 421, 913-919.
- Cochrane, M. A., & Barber, C. P. (2009). Climate change, human land use and future fires in the Amazon. *Global Change Biology*, 15(3), 601-612.
- Cochrane, M. (2010). *Tropical Fire Ecology: Climate Change, Land Use and Ecosystem Dynamics*. Chelchester: Praxis Publishing Ltd.
- Corlett, R. T., & Primack, R. B. (2006). Tropical rainforests and the need for cross-continental comparisons. *Trends in Ecology & Evolution*, 21(2), 104-110.
- DellaSala, D. A., & Goldstein, M. I. (2018). *Encyclopedia of the Anthropocene*. Kidlington: Elsevier.
- Feldpausch, T. R., Banin, L., Phillips, O. L., Baker, T. R., Lewis, S. L., Quesada, C. A., Affum-Baffoe, K., Arets, E. J. M. M., Berry, N. J., Bird, M., Brondizio, E. S., de Camargo, P., Chave, J., Djangbletey, G., Domingues, T. F., Drescher, M., Fearnside, P. M., Franca, M. B., Fyllas, N. M., Lopez-Gonzalez, G., Hladik, A., Higuchi, N., Hunter, M. O., Iida, Y., Salim, K. A., Kassim, A. R., Keller, M., Kemp, J., King, D. A., Lovett, J. C., Marimon, B. S., Marimon-Junior, B. H., Lenza, E., Marshall, A. R., Metcalfe, D. J., Mitchard, E. T. A., Moran, E. F., Nelson, B. W., Nilus, R., Nogueira, E. M., Palace, M., Patino, S., Peh, K. S. H., Raventos, M. T., Reitsma, J. M., Saiz, G., Schrod, F., Sonke, B., Taedoumg, H. E., Tan, S., White, L., Woell, H., & Lloyd, J. (2011). Height-diameter allometry of tropical forest trees. *Biogeosciences*, 8(5), 1081-1106.
- Foley, J. A., Asner, G. P., Heil Costa, M., Coe, M. T., DeFries, R., Gibbs, H. K., Howard, E. A., Olsen, S., Patz, J., Ramankutty, N., & Snyder, P. (2007). Amazonia revealed: forest degradation and loss of ecosystem goods and services in the Amazon Basin. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(1), 25-32.
- Hubbell, S. P., He, F., Condit, R., Borda-de-Água, B., Kellner, J., & ter Steege, H. (2008). How many tree species are there in the Amazon and how many of them will go extinct? *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(1), 11498-11504.
- INPE (z.d.). Amazonia. Geraadpleegd op 05-08-2020, van <http://www.inpe.br/>
- Juarez-Orozco, S. M., Siebe, C., & Fernandez y Fernandez, D. (2017). Causes and Effects of Forest Fires in Tropical Rainforests: A Bibliometric Approach. *Tropical Conservation Science*, 10, 1-14.
- KhanAcademy (z.d.). Tropical rainforest biomes. Geraadpleegd op 16-09-2019, van <https://www.khanacademy.org/science/biology/ecology/biogeography/a/tropical-rainforest-biomes>
- Laurence, W. F., & Williamson, G. B. (2002). Positive Feedbacks among Forest Fragmentation, Drought, and Climate Change in the Amazon. *Conservation Biology*, 15(6), 1529-1535.
- Lewinshohn, T. M., & Prado, P. I. (2002). *Biodiversidade Brasileira: Síntese do estado atual do conhecimento*. São Paulo: Contexto.

- Luyssaert, S., Inglis, I., Jung, M., Richardson, A. D., Reichstein, M., Papale, D., Piao, S. L., Schulze, E. D., Wingate, L., Matteucci, G., Aragao, L., Aubinet, M., Beer, C., Bernhofer, C., Black, K. G., Bonal, D., Bonnefond, J. M., Chambers, J., Ciais, P., Cook, B., Davis, K. J., Dolman, A. J., Gielen, B., Goulden, M., Grace, J., Granier, A., Grelle, A., Griffis, T., Grunwald, T., Guidolotti, G., Hanson, P. J., Harding, R., Hollinger, D. Y., Huttyra, L. R., Kolari, P., Kruijt, B., Kutsch, W., Lagergren, F., Laurila, T., Law, B. E., Le Maire, G., Lindroth, A., Loustau, D., Malhi, Y., Mateus, J., Migliavacca, M., Misson, L., Montagnani, L., Moncrieff, J., Moors, E., Munger, J. W., Nikinmaa, E., Ollinger, S. V., Pita, G., Rebmann, C., Rouspard, O., Saigusa, N., Sanz, M. J., Seufert, G., Sierra, C., Smith, M. L., Tang, J., Valentini, R., Vesala, T., & Janssens, I. A. (2007). CO₂ balance of boreal, temperate, and tropical forests derived from a global database. *Global Change Biology*, 13(12), 25-32.
- Malhi, Y., & Grace, J. (2000). Tropical forests and atmospheric carbon dioxide. *Trends In Ecology & Evolution*, 15(8), 332-337. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)01906-6](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)01906-6)
- Malhi, Y., & Wright, J. (2004). Spatial patterns and recent trends in the climate of tropical rainforest regions. *Philosophical Transactions of The Royal Society B*, 359(1443), 311-329.
- Malhi, Y., Aragao, L. E. O. C., Galbraith, D., Huntingford, C., Fisher, R., Zelazowski, P., Sitch, S., McSweeney, C., & Meir, P. (2008). Exploring the likelihood and mechanism of a climate-change-induced dieback of the Amazon rainforest. *National Academy of Sciences*, 106(49), 20610 – 20615.
- Marengo, J. A., Souza Jr., C. M., Thonicke, K., Burton, C., Halladay, K., Betts, R. A., Alves, L. M., & Soares, W. R. (2018). Changes in Climates and Land Use Over the Amazon Region: Current and Future Variability and Trend. *Frontiers in Earth Sciences*, 6, 228-249.
- Matricardi, E. A. T., Skole, D. L., Pedlowski, M. A., & Chomentowski, W. (2012). Assessment of forest disturbances by selective logging and forest fires in the Brazilian Amazon using Landsat data. *International Journal of Remote Sensing*, 34(4), 1057-1086.
- Morton, D. C., Le Page, Y., DeFries, R., Collatz, G. J., & Hurtt, G. C. (2013). Understory fire frequency and the fate of burned forests in southern Amazonia. *Philosophical Transactions of The Royal Society B*, 368(1619), 1-8.
- Natuur informatie (z.d.). Tropisch regenwoud. Geraadpleegd op 05-08-2020, van <http://www.natuurinformatie.nl/nnm.dossiers/natuurdatabase.nl/i000668.html>
- NationalGeographic (22-08-2019). Het Amazonewoud brandt in recordtempo af. Geraadpleegd op 17-05-2020, van <https://www.nationalgeographic.nl/milieu/2019/08/het-amazonewoud-brandt-recordtempo-af>
- Nepstad, D. C., Sticker, C. M., Soares-Filho, B., & Merry, F. (2008). Interactions among the Amazon land use, forests and climate: prospects for a near-term forest tipping point. *Philosophical Transactions of The Royal Society B*, 363, 1737-1746.
- Park, C. C. (2003). *Tropical Rainforests*. London: Routledge.
- Phillips, O. L., & Brien, R. J. W. (2017). Carbon uptake by mature Amazon forests has mitigated Amazon nations' carbon emissions. *Carbon Balance and Management*, 12(1), 13-21.

- Pivello, V. R. (2011). The Use of Fire in the Cerrado and Amazonian Rainforests of Brazil: Past and Present. *Fire Ecology*, 7(1), 24-39.
- Rana, O.P. (2019). The planet's future burns along with the Amazon rainforest. Geraadpleegd op 24-02-2019, van <https://www.telegraph.co.uk/china-watch/politics/amazon-rainforest-burning-endangers-future-of-planet/>
- Saatchi, S. S., Harris, N. L., Brown, S., Lefsky, M., Mitchard, E. T., & Salas, W., Zutta, B. R., Buermann, W., Lewis, S. L., Hagen, S., Petrova, S., White, L., Silman, M., & Morel, A. (2011). Benchmark map of forest carbon stocks in tropical regions across three continents. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108, 9899–9904.
- Silvestrini, R. A., Soares-Filho, B. S., Nepstad, D., Coe, M., Rodrigues, H., & Assunção, R. (2011). Simulating fire regimes in the Amazon in response to climate change and deforestation. *Ecological Applications*, 21(5), 1673-1590.
- Townsend, A. R., Cleveland, C. C., Houlton, B. Z., Alden, C. B., & White, J. W. C. (2011). Multi-element regulation of the tropical forest carbon cycle. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9(1), 9-17.
- Vaglio Laurin, G., Ding, J., Disney, M., Bartholomeus, H., Herold, M., Papale, D., & Valentini, R. (2019). Tree height in tropical forest as measured by different ground, proximal, and remote sensing instruments, and impacts on above ground biomass estimates. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 82, 10-18.
- Waide, R. B., (2008). *Encyclopedia of Ecology*. Amsterdam: Elsevier.
- WWF (z.d.). *The vital links between the Amazon rainforest, global warming and you*. Geraadpleegd op 25-11-2019, van https://wwf.panda.org/knowledge_hub/where_we_work/amazon/about_the_amazon/why_amazon_important/