

VERSPREIDING VAN PLATVISSSEN (SCHAR) IN DE NOORDZEE

Aantal woorden: 12 563

Roxanne Billiet

Studentennummer: 01710752

Promotor: Maaïke Vercauteren

Promotor: Prof. dr. Koen Chiers

Onderdeel van de Masterproef voorgelegd voor het behalen van de graad master in de diergeneeskunde

Academiejaar: 2019 – 2020

Universiteit Gent, haar werknemers of studenten bieden geen enkele garantie met betrekking tot de juistheid of volledigheid van de gegevens vervat in deze masterproef, noch dat de inhoud van deze masterproef geen inbreuk uitmaakt op of aanleiding kan geven tot inbreuken op de rechten van derden.

Universiteit Gent, haar werknemers of studenten aanvaarden geen aansprakelijkheid of verantwoordelijkheid voor enig gebruik dat door iemand anders wordt gemaakt van de inhoud van de masterproef, noch voor enig vertrouwen dat wordt gesteld in een advies of informatie vervat in de masterproef.

Préambule

De coronacrisis heeft geen effect gehad op het afwerken van deze masterproef, gezien alle data al verkregen was via mijn promotor en de uitwerking hiervan al gebeurd was voor de uitbraak van de crisis.

Voorwoord

Via deze weg zou ik graag enkele personen willen bedanken voor hun hulp om deze masterproef tot een goed einde te brengen.

Eerst en vooral zou ik graag mijn promotor Maaïke Vercauteren willen bedanken voor alle hulp en tips bij de verwerking van de data en voor het vele nalezen. Ook promotor Prof dr. Chiers zou ik willen bedanken voor zijn bijdrage tot het bekomen van deze masterproef.

Graag zou ik ook mijn vrienden en familie willen bedanken voor hun steun tijdens de hele studie. Specifiek wil ik Margot M. en mijn zus Elise bedanken om telkens tijd te maken om eindeloze stukken na te lezen.

Tot slot zou ik ook graag mijn ouders willen bedanken voor hun eindeloze steun en de mogelijkheid om deze studie tot een goed einde te brengen.

Inhoudstafel

1	Samenvatting	6
2	Inleidende literatuurstudie	7
2.1	Platvissen en de belangrijkste soorten in de Noordzee	7
2.1.1	Wat zijn platvissen?	7
2.1.2	Belangrijkste soorten in Belgische deel van Noordzee	7
2.1.3	Ecologische belang van schar	8
2.2	Biogeografie/voorkomen van de schar	9
2.2.1	Eieren	9
2.2.2	Larvale fase	10
2.2.3	Metamorfose	10
2.2.4	Juveniele fase	11
2.2.5	Adulte fase	12
2.3	Verspreiding van de schar	13
3	Probleemstelling en doelstelling	15
4	Materiaal en methode	16
4.1	Bemonsterde locaties	16
4.2	Sampling	16
4.3	Vangst	17
4.4	Dataverwerking	17
4.4.1	Spatiale verspreiding	17
4.4.2	Temporale verspreiding	17
4.4.3	Motivators tot verspreiding	18
5	Resultaten	19
5.1	Vangstgegevens	19
5.2	Verband lengte en leeftijd	19
5.3	Verspreiding op basis van lengte	21
5.4	Motivators tot verspreiding	23
6	Discussie	26
6.1	Verband lengte en leeftijd	26
6.2	Verspreiding van schar	26
6.2.1	Lente	27
6.2.2	Zomer	28
6.2.3	Herfst	28
6.2.4	Winter	28
6.3	Verdere onderzoeken en conclusie	29
7	Literatuurlijst	30
8	Bijlages	36

1 Samenvatting

Over de hele wereld zijn er meer dan 800 verschillende soorten platvissen gekend. Enkele van deze soorten zijn ook aanwezig in de Noordzee en hebben een belangrijke economische waarde voor de Belgische visserij zoals tong (*Solea solea*), schol of pladijs (*Pleuronectes platessa*) en tarbot (*Scophthalmus maximus*).

De schar (*Limanda limanda*) is ook een platvissoort die overvloedig voorkomt in de Noordzee, echter heeft deze bijna geen economische waarde. De schar is voornamelijk belangrijk als referentiespecies voor verschillende wetenschappelijke onderzoeken en studies die peilen naar de gezondheid van het biologische leven in de zee. Om te kunnen monitoren doorheen de tijd, moet er eerst geweten zijn hoe de schar zich verspreidt en waar deze zich het grootste deel van zijn leven doorbrengt. Zo kan er bij het ontstaan van afwijkingen, zoals bijvoorbeeld zweren of hyperpigmentatie, gekeken worden aan welke biotische en abiotische omgevingsparameters de schar wordt blootgesteld.

In deze eindverhandeling werd onderzocht wat de verspreiding van de schar is over de gehele Noordzee, waarbij de focus lag op het Belgische deel van de Noordzee. Hierbij werd gekeken naar welk type schar (juveniel of adult) aanwezig was, het geslacht van de schar en op welke diepte of seizoen deze het meest voorkwamen. Voor het Belgische deel van de Noordzee werd er gevonden dat er overvloedig veel juveniele scharren aanwezig waren in de kustzone. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de Belgische kust een functie heeft als kraamkamer voor de schar. Ook werd er waargenomen dat er opvallend minder scharren aanwezig waren in de zomer en dat voornamelijk de volwassenen ontbraken.

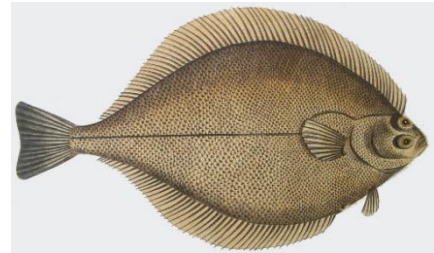
2 Inleidende literatuurstudie

2.1 Platvissen en de belangrijkste soorten in de Noordzee

2.1.1 Wat zijn platvissen?

Platvissen behoren tot de orde Pleuronectiformes en komen over de hele wereld voor in verschillende habitats (Campbell et al., 2019). Ze bestaan in verschillende vormen en groottes en zijn op verschillende dieptes terug te vinden (Munroe, 2005). Momenteel zijn er al meer dan 800 soorten beschreven, die ingedeeld kunnen worden in 14 verschillende families (Campbell et al., 2019).

Deze vissen zijn het meest gekenmerkt door hun afgeplat lichaam en de asymmetrische pigmentatie die hiermee gepaard gaat (figuur 1) (Amara et al., 1999; Munroe, 2005; Geffen et al., 2007; Campbell et al., 2019). Verder is ook de benthische levenswijze typerend voor platvissen (Munroe, 2005; Geffen et al., 2007; Campbell et al., 2019). Dit betekent dat de platvis een groot deel van zijn leven, voornamelijk tijdens het adulte leven, doorbrengt op of in de bodem van de zee. Deze typerende kenmerken zijn echter niet gedurende het volledige leven aanwezig. Bij de overgang van symmetrische, fusiforme larve naar adult ondergaat de platvis een cruciale fase in zijn leven. Deze wordt de metamorfose genoemd en is een fase waarbij er talrijke veranderingen plaatsvinden. Hierbij verplaatst één van de ogen zich naar de andere zijde van het lichaam (Munroe, 2005; Geffen et al., 2007). Tegelijk vindt er een rotatie van 90° van het lichaam plaats en wordt de vis afgeplat (Amara et al., 1999; Geffen et al., 2007). Hierdoor krijgen ze het typische asymmetrisch uitzicht met beide ogen aan dezelfde zijde van het lichaam. De andere zijde wordt de blinde zijde genoemd en hier zal de pigmentatie dan verdwijnen (De Plecker, 2013). Na de metamorfose wijzigt ook de levenswijze van de platvissen. Zo schakelen ze van een pelagische levenswijze in volle zee over naar demersale levenswijze (in en/of op de zeebodem) (Geffen et al., 2007).



Figuur 1: Afbeelding van een platvis (hier *Limanda limanda*) die de typische morfologische kenmerken toont. Hierbij kan de afplatting van het lichaam gezien worden en de ogen die aan dezelfde zijde staan van het lichaam (van: AnimalBase Universität Göttingen, 2005)

2.1.2 Belangrijkste soorten in Belgische deel van Noordzee

Over de hele wereld zijn 800 verschillende soorten beschreven, echter komen in het Belgische deel van de Noordzee slechts een aantal van deze soorten voor. De belangrijkste platvissoorten in de Belgische Noordzee zijn: tong (*Solea solea*), schol of pladijs (*Pleuronectes platessa*) en tarbot (*Scophthalmus maximus*) (Devriese et al., 2015; Verlé et al., 2020). De tong en pladijs zijn de voornaamste doelsoorten van de Belgische gemengde visserij industrie (Devriese et al., 2015). Deze soorten hebben dan ook een grote economische waarde (VLAM.BE, 2019).

Andere soorten, die ook veelvuldig voorkomen, zijn schar (*Limanda limanda*) en bot (*Platichthys flesus*) (Campos et al., 1994). Deze zijn voornamelijk bijvangstsoorten van de vangst op tong en pladijs (De Clerck, 1984; Hinz et al., 2005; Papadamakis, 2014; Miller en Verkempynck, 2016; ICES, 2017; ICES, 2019a; ICES, 2019b). Een vis wordt als bijvangst gezien, indien ze tijdens slepen mee worden opgevist maar niet de doelsoort van de vangst zijn. Dit omdat ze economisch minder waarde hebben. Zo wordt bijna negentig procent van de scharren die gevangen worden, teruggespoeld in zee (ICES, 2017; ICES 2019a).

Om ervoor te zorgen dat de soorten met een economische waarde niet overbevist worden, is er een regeling opgesteld door de Europese commissie (Miller en Verkempynck, 2016; Torreele et al., 2018). Dit wordt de Total Allowable Catch (TAC) genoemd en is een maximale hoeveelheid gevangen vis

(uitgedrukt in ton) die vissers mogen vangen en aan land brengen vanuit een bepaald zeegebied (EU.EUROPA.EUa, 2020). Elke commerciële vissoort heeft zo zijn eigen quotum, dat gerespecteerd moet worden. Jaarlijks wordt de TAC voor de meeste soorten opnieuw bepaald op basis van wetenschappelijk advies gegeven door de International Council for Exploration of the Sea (ICES) (EU.EUROPA.EUa, 2020). Sommige minder economisch belangrijke soorten hebben een gezamenlijke TAC, zoals schar en bot. Gezien deze voornamelijk bijvangst zijn en hun voorkomen niet in gedrang komt door overbevissing, is recent beslist hun TAC af te schaffen (ICES, 2019a en 2019b).

2.1.3 Ecologische belang van schar

In deze masterproef zal er voornamelijk gefocust worden op de schar, gezien deze een belangrijke rol heeft als bio-indicator. Zo wordt de schar gebruikt om te kijken naar de biologische effecten (zoals bijvoorbeeld huidandoeningen, pigmentatiestoornissen of verwondingen) van contaminatie en stress op het mariene leven (Lang et al., 2017; Van Hoey et al., 2018). Verder wordt de soort ook vaak gebruikt voor toxicologische studies, nationale en internationale monitoringscampagnes (Saborowski en Buchholz, 1997; Lang, 2002; Grütjen et al., 2013; ICES, 2016; Hylland et al., 2017; Lang et al., 2017). Door het gebruik van telkens dezelfde soort voor deze studies, kunnen veranderingen doorheen de tijd duidelijk worden weergegeven.

Dat de schar hiervoor wordt gekozen, heeft grotendeels te maken met het veelvuldig voorkomen van deze soort (Bohl, 1957; Lang en Wosniok, 2008; Vethaak et al., 2009; Grütjen et al., 2013). Verder heeft de schar ook een benthische levenswijze (Vethaak et al., 2009; ICES, 2016). Dit zorgt ervoor dat het leven in/op de bodem een direct verband heeft met de vervuiling van de bodem en dus een goede parameter is voor de monitoring van de mariene omgeving (Amiard en Amiard-Triquet, 2015). Het is ook een platvis die zeer gevoelig is voor de ontwikkelingen van verschillende ziekten met duidelijke visuele letsels als reactie op een veranderende omgeving (Vethaak et al., 1992; Vethaak et al., 2009). Door het voorkomen van deze visuele externe letsels en deze te bemonsteren, kan er snel opgepikt worden wanneer de schar blootgesteld wordt aan stressoren in de omgeving. Voorbeelden van deze stressoren kunnen zijn: temperatuurwijzigingen, wijzigingen in het zoutgehalte en de impact van menselijke handelingen op de omgeving (Devriese et al., 2015; Van Hoey et al., 2018).

Om een objectieve vergelijking te kunnen maken tussen verschillende gebieden omtrent de gezondheid van het gebied en de toestand doorheen de tijd, zal een gestandaardiseerde methode gebruikt worden (Van Hoey et al., 2018). De monitoringscampagnes verzamelen gegevens om de Fish Disease Index (FDI) te bepalen (Van Hoey et al., 2018). De FDI houdt rekening met drie categorieën van ziektes namelijk extern visuele ziektes, macroscopische lever neoplasieën en histopathologische letsels van de lever met verschillende stadia en een score voor de ernst van de letsels (Lang en Wosniok, 2008; Grütjen et al., 2013; Lang et al., 2017). Voor de berekening van de FDI wordt er telkens rekening gehouden met en gecorrigeerd voor het seizoen, het geslacht en de lengte van de vis (Lang en Wosniok, 2008). De schaal rijkt van nul tot honderd waarbij nul staat voor een gezonde vis en honderd voor een vis die alle mogelijke ziektes heeft in hun ergste vorm (Lang en Wosniok, 2008).

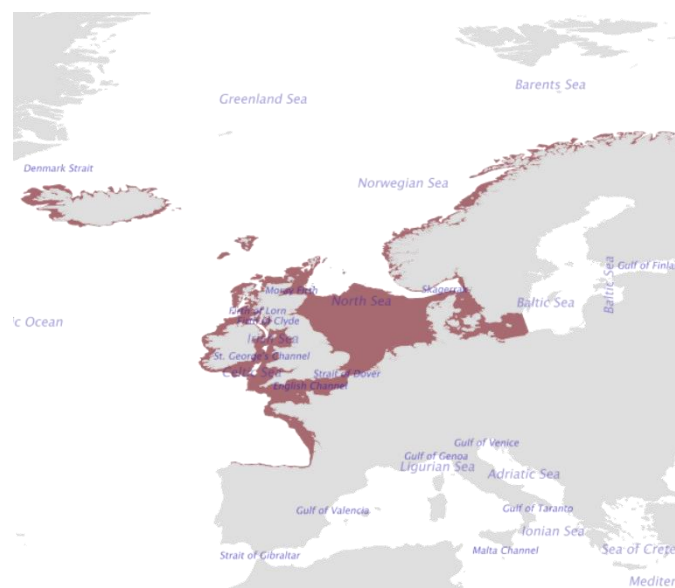
Als lid van de Europese Unie is België verplicht om te werken aan de verbetering van de zeeën (EC.EUROPA.EUb, 2020). België doet dit door nationale monitoringscampagnes uit te voeren op het Belgische gedeelte van de Noordzee (Lang en Dethlefsen, 1996; Devriese et al., 2015). Deze campagnes gebruiken richtlijnen opgesteld door de ICES en vinden plaats in het voorjaar (februari/maart) en in het najaar (september/oktober) (Lang et al., 2017; Van Hoey et al., 2018). Zo voert het Belgische instituut voor Landbouw- en visserijonderzoek (ILVO) sinds 1985 tweejaarlijkse campagnes uit voor de evaluatie van externe visziekten en parasieten bij vissen in de zuidelijke

Noordzee (Devriese et al., 2015). Niet enkel België, maar ook andere landen van de Europese unie voeren deze monitoringscampagnes uit sinds de jaren tachtig (Lang, 2002). Zo is er in totaal al meer dan 35 jaar informatie rond de gezondheid van het mariene leven verzameld (Lang en Wosniok, 2008; Vercauteren et al., in press).

2.2 Biogeografie/voorkomen van de schar

De schar komt al zeer lang overvloedig voor in de Noordzee (Bohl, 1957; De Clerck, 1984; Daan et al., 1990; Lange en Greve, 1997; Saborowski en Buchholz, 1997, De Raedemaeker, 2012; ICES, 2018; Barbut et al., 2019). Volgens Lee (1972), Goldsmith et al. (2015) en ICES (2018) is de schar de meest voorkomende platvis in de Noordzee. De verspreiding van de schar gaat echter verder dan enkel de Noordzee. De schar komt voor in het grootste deel van de Noordoostelijke kusten van de Atlantische oceaan (Henderson, 1998; ICES, 2018; FAO, 2020). Specifiek gaat het over een gebied dat zich uitstrekt van de Golf van Biskaje tot aan de Barentszee. In de breedte strekt het gebied zich uit van de kust rond IJsland tot aan het westelijke gedeelte van de Baltische Zee (figuur 2) (Htun-Han, 1977; ICES, 2016; FOA, 2020).

De adulte schar wordt voornamelijk gevonden tussen 20 en 40 meter diepte (Bohl, 1957; Htun-Han, 1977; Vethaak et al., 2009; Goldsmith et al., 2015), echter zijn er ook al adulte scharren op 100 meter en zelfs op 150 meter diepte waargenomen (Rijnsdorp et al., 1992; ICES, 2018).



Figuur 2: De verspreiding van de schar (*Limanda limanda*) aangegeven in het rood. (Uit: FAO, 2020)

2.2.1 Eieren

De gemiddelde afmeting van een ei van een platvis is 0,50 mm tot 4,25 mm volgens de bevindingen van Geffen et al. (2007). Het ei van de schar verschilt echter van de andere platvissoorten doordat deze geen fysieke vorm van bescherming heeft tegen predatoren (Henderson, 1998). Zo nam Henderson (1998) geen harde schaal, stekels, chemische toxines, mimicry toxines of biofilm waar bij de eieren van de schar.

De eieren van de schar komen voor over de gehele Noordzee met hogere concentraties rond de Friese eilanden en het Noordwesten van Helgoland in de Duitse Bocht (Creutzberg en Fonds, 1971; Van der Land, 1991; Rijnsdorp et al., 1992; Barbut et al., 2019). Echter is de verspreiding van de eieren eerder een passief gebeuren, onder invloed van hydrodynamische krachten (Gibson, 1997).

De continentale kuststroming zorgt er namelijk voor dat de eieren naar de kust worden gevoerd (Bohl, 1957). De eieren bevinden zich voornamelijk in de bovenste waterkolom tussen 0 en 25 meter diepte (Munk et al., 2009).

Het moment van uitkomen van de eieren hangt af van de temperatuur. Zo duurt het bij 2 °C ongeveer 23 dagen voor de eieren uitkomen maar bij 14 °C slechts 4,5 dagen. (Graham, 1956; Bohl, 1957; Posthumus en Rijnsdorp, 2016).

2.2.2 Larvale fase

Tijdens de larvale fase is de morfologie van de schar nog hetzelfde als alle andere teleosten (Geffen et al., 2007) en hebben ze dus een symmetrisch uitzicht, zoals een goudvis (Suzuki en Tanaka, 2015). De larvale scharren zijn nog pelagisch (Goldsmith et al., 2015) en komen over de hele Noordzee voor (Creutzberg en Fonds, 1971; Barbut et al., 2019).

Net na het uitkomen van de eieren, hebben de larven slechts een beperkte kracht om te bewegen en worden ze dus, net zoals de eieren, naar de kust gebracht via continentale kuststromingen (Bohl, 1957). Hierbij zitten de larvale scharren in de bovenste waterkolom tussen nul en twintig meter diepte (Munk et al., 2009) en kan het tot 105 dagen duren voor ze de kust bereiken (Barbut et al., 2019). Echter naarmate ze groeien, krijgen ze meer kracht om te bewegen en zijn ze hierdoor wel in staat om zich verticaal te spreiden onder invloed van hun dag- en nachtritme (Gibson, 1997). Dit betekent dat de larvale scharren overdag op de bodem zitten en 's nachts naar de oppervlakte komen. Hoe goed de larven groeien is afhankelijk van de lokale omgevingsfactoren, die veranderen doorheen de tijd (Geffen et al., 2007).

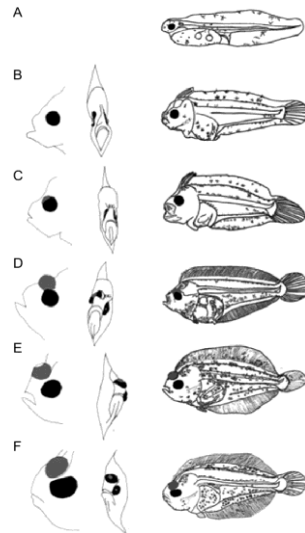
De larven gebruiken, net na het uitkomen uit het ei, hun lichaamsreserves als voedingsbron. Nadat deze volledig opgebruikt zijn, bestaat de voeding van de larvale scharren voornamelijk uit plankton (Osse en Van den Boogaart, 1997; Posthumus en Rijnsdorp, 2016). Andere platvissoorten zoals pladijs en tong hebben ook larven die plankton nemen als voedingsbron. Echter jagen ze elk op andere soorten plankton, zodat er geen onderlinge competitie is tussen deze platvissoorten voor voeding (Amara et al., 2001).

2.2.3 Metamorfose

De metamorfose werd al door verschillende auteurs gedefinieerd, telkens met kleine verschillende nuances. Echter is de metamorfose volgens de meeste auteurs een fase van variabele duur, die start met de asymmetrische veranderingen van het lichaam. Dit zijn de verplaatsing van het oog, een negentig graden rotatie van het lichaam en de eenzijdige pigmentatie (Amara et al., 1999; Saele et al., 2004; Geffen et al., 2007). De metamorfose eindigt wanneer de vis een demersale juveniele platvis is geworden (Amara et al., 1999; Saele et al., 2004; Geffen et al., 2007).

De metamorfose is een proces in het leven van de platvis dat enorm veel energie vraagt (Gwak et al., 2003; Geffen et al., 2007). Het proces start met de verplaatsing van één oog naar de andere zijde van de kop (Osse en Van den Boogaart, 1997; Suzuki en Tanaka, 2015), deze zal de oculaire zijde genoemd worden (Posthumus en Rijnsdorp, 2016). Bij de schar zal het oog naar de rechterzijde van het lichaam verplaatsen (Fishbase, 2020). De linkerzijde wordt dan de blinde zijde genoemd, gericht naar de bodem. Gelijktijdig verandert de schedel mee, zodat het oog nog in de oogkas blijft zitten bij de adulte platvis (figuur 3) (Schreiber, 2013). Het lichaam zal afplatten om zich volledig te kunnen aanpassen aan het leven op de bodem (Osse en Van den Boogaart, 1997; Geffen et al., 2007). Vervolgens verandert ook de pigmentatie van de platvis. Adulte melanoforen ontwikkelen uitsluitend verder aan de oculaire zijde, waardoor enkel deze zijde bruine pigmentatie heeft (Osse en Van den Boogaart, 1997; De Plecker, 2013; Suzuki en Tanaka, 2015). Hiermee kunnen ze zich beschermen tegen predatoren (Burton, 2010) door de kleur en het patroon van hun omgeving na te bootsen

(Osse en Van den Boogaart, 1997; Gibson, 2005). Meestal heeft de schar een zanderig bruine kleur (Goldsmith et al., 2015). Er zijn ook inwendige veranderingen tijdens de metamorfose. Zo regresseert de zwemblaas, gezien deze niet meer nodig is voor een leven op de bodem (Gibson, 1997; De Plecker, 2013) en verplaatsen de andere organen zich in hun finale positie met als laatste de verdere ontwikkeling van het maagdarmpakket (Geffen et al., 2007).



Figuur 3: De metamorfose van de zomerbot (Paralichthys dentatus) wat een duidelijk illustratie is van de verplaatsing van het oog en de 90° rotatie van het lichaam. (Uit: McMenamin en Parichy, 2013 en Martinez en Bolker, 2003)

Het laatste deel van de metamorfose is de verandering van levenswijze van de platvissen. Zo gaan deze van een pelagische omgeving naar demersale leefgebieden (Geffen et al., 2007; Suzuki en Tanaka, 2015). Dit wordt door Geffen et al. (2007) ook wel de settlement genoemd. Hij ziet de metamorfose en de settlement als twee aparte processen waarbij de metamorfose leidt tot een settlement. De settlement van de schar in de Noordzee vindt plaats van mei tot juli (Bolle et al., 1994; Amara et al., 2001) bij een lengte van dertien tot twintig millimeter volgens Bolle et al. (1994) en Osse en Van den Boogaart (1997).

2.2.4 Juveniele fase

De juveniele fase, vaak ook de 0-groep genoemd, is de fase na de metamorfose en voor de scharren hun seksuele maturiteit bereiken (Gibson, 1994).

Na de metamorfose komen veel jonge scharren terecht in de kraamkamers. Dit is een omgeving voor de juveniele scharren waar er optimale groei en overleving kan plaatsvinden (Gibson, 1994; Gibson et al., 2002; De Raedemaecker et al., 2012). De drie belangrijkste factoren van een habitat zijn dan ook: voldoende voedselvoorziening, laag predatierisico en een geschikte temperatuur (Evans, 1983; Gibson, 1994; Gibson et al., 2002; De Raedemaecker et al., 2012). De kraamkamers voldoen aan deze factoren want het zijn meestal beschutte plaatsen, waar er relatief weinig invloed is van getijden en turbulentie (Bolle et al., 1994; Gibson, 1994). De gemiddelde temperatuur in de kraamkamers is, volgens Henderson (1998) zijn waarnemingen, rond de 18 °C en ook de voedselvoorziening vormt geen probleem.

Volgens Gibson (1997) brengen de meeste platvissoorten tot zes maanden na de metamorfose hun tijd hier door. Echter voor de schar zijn er geen duidelijke afgebakende kraamkamergebieden gekend (Bolle et al., 1994; Gibson, 1994). Er is wel waargenomen dat de juveniele scharren overvloedig

aanwezig zijn in de Zuidoostelijke Noordzee (Rijnsdorp et al., 1992; Bolle et al., 1994; ICES, 2017; ICES, 2018) en de Duitse Bocht (Grütjen et al., 2013; ICES, 2018). Maar ook de Belgische kust en de monding van het Zwin zouden kunnen functioneren als kraamkamer, gezien hier vaak kleine scharren worden waargenomen in augustus (De Clerck, 1984; Van Landtschoote, 1986; Rijnsdorp et al., 1992).

De grootste concentratie van juveniele scharren wordt waargenomen tussen de drie en tien meter diepte (Yang, 1982; Rijnsdorp et al., 1992; Bolle et al., 1994). Ondanks dat ze vaak in gebieden rond de kust worden waargenomen, kunnen de juveniele scharren ook gevonden worden offshore tot zeventig meter diepte (Rijnsdorp et al., 1992; Bolle et al., 1994). Dit betekent dat er ook offshore kraamkamers aanwezig zijn voor juveniele scharren. Echter zitten er in deze offshore kraamkamers minder juveniele scharren dan in de kraamkamers die gelegen zijn in de kustzone (Rijnsdorp et al., 1992; Bolle et al., 1994). Dit is een groot verschil met andere platvissoorten zoals schol en tong, die uitsluitend een kraamkamer hebben in kustwateren (Bolle et al., 2001).

Scharren zijn typische vissen die overdag jagen op basis van hun zicht in combinatie met chemische signalen (De Groot, 1969; De Groot, 1971; Amara et al., 2001; De Raedemaecker et al., 2011). De voeding van de juveniele scharren bestaat voornamelijk uit borstelwormen, schaaldieren en weekdieren waarbij de schaaldieren geprefereerd worden (De Groot, 1969; Braber en De Groot, 1973; Amara et al., 2001). Ook Piet et al. (1998) zag dat de voorkeur van de juveniele scharren bij de schaaldieren lag. Amara et al. (2001) zag dan weer dat de voorkeur voornamelijk lag bij de borstelwormen. Er worden in de literatuur nog andere specifiekere voedingsbronnen vermeld zoals stekelhuidigen, tweekleppigen, viseieren en kleine kreeftachtigen als voeding voor de schar (Braber en De Groot, 1973; Piet et al., 1998; Amara et al., 2001; De Raedemaecker et al., 2011; Schückel et al., 2012). De Raedemaecker et al. (2011) zag dat in de Baai van Galway de eenoogkreeften het meeste aanwezig waren in de magen van de schar en de borstelwormen weer vele malen minder voorkwamen. Dit is afhankelijk van welke prooi er op het moment van het onderzoek het meeste voorkomt in dat gebied. Echter nam Amara et al. (2001) ook waar dat de voorkeur van voeding verandert naarmate de scharren groter worden. Zo vonden ze dat er bij oudere juveniele scharren meer vlokreeften aanwezig waren in het dieet, terwijl dit bij de jonge juvenielen niet zo opvallend was. Wat er geconcludeerd kan worden is dat de scharren voornamelijk prooien eten die op het zeebodemoppervlak leven (De Groot, 1969; Osse en Van den Boogaart, 1997; De Raedemaecker et al., 2011). Het zijn voornamelijk de veel voorkomende soorten dat de vissen eten (Eggleton et al., 2018).

Met andere platvissoorten is de competitie om voeding beperkt, gezien ze op verschillende species jagen (Amara et al., 2001) en alle prooien ook overvloedig aanwezig zijn (Evans, 1983; De Raedemaecker et al., 2011).

Het laatste deel van de juveniele fase is de 'recruitment'. Dit is wanneer de juveniele scharren de seksuele maturiteit bereikt hebben en zich bij de adulte reproducerende populatie voegen (Gibson, 1994; Van der Veer et al., 2000).

2.2.5 Adulte fase

De levensverwachting van de schar wordt geschat op elf tot twaalf jaar (Lee, 1972; Miller en Verkempynck, 2016). Ze worden gemiddeld 33 centimeter groot en wegen dan ongeveer 400 gram (Jennings et al., 2001).

De mannelijke scharren bereiken hun maturiteit op één- tot tweejarige leeftijd (Bohl, 1957; Lee, 1972; Daan et al., 1990) als ze ongeveer 10,7 centimeter zijn (Bohl, 1957; Rijnsdorp et al., 1992; Miller en Verkempynck, 2016; ICES, 2018). De vrouwelijke scharren bereiken hun maturiteit pas op twee- tot driejarige leeftijd als ze 12,5 tot 14 centimeter zijn. (Bohl, 1957; Rijnsdorp et al., 1992; Pope

et al., 2000; Miller en Verkempynck, 2016; ICES, 2018). Hierdoor kunnen de vrouwelijke scharren al reproduceren voor ze economische waarde hebben (Beggs en Nash, 2007), gezien de markt een minimum van 23 centimeter lengte eist voor verkoop (Miller en Verkempynck, 2016).

Er zit wel variatie op de groeisnelheid van de vissen tussen de verschillende gebieden. Zo groeien de scharren in zuidelijkere gebieden sneller dan centraal in de Noordzee (Lee, 1972) en groeien ze ook sneller aan de kust dan offshore (Rijnsdorp et al., 1992). Er zit ook een verschil in groeisnelheid tussen de beide geslachten, zo groeien vrouwelijke scharren sneller dan mannelijk scharren (Saborowski en Buchholz, 1997; Goldsmith et al., 2015). Een vrouwelijke schar zal ook altijd groter zijn dan een mannelijke schar (Saborowski en Buchholz, 1997; Goldsmith et al., 2015).

De voeding van de volwassen schar verschilt niet veel van die van de juveniele scharren. Zo leven de adulte scharren van borstelwormen en schaaldieren (Braber en De Groot, 1973). Echter wordt er ook waargenomen dat ze vissen, vlokreeften en echinocardia eten (Braber en De Groot, 1973; Schückel et al., 2012). Ook hier kan geconcludeerd worden dat scharren opportunistische alleseters zijn en dat ze zo goed als elk organisme eten dat lokaal voorkomt op de bodem (De Clerck, 1984; Hinz et al., 2005). Opmerkelijk is ook dat de vrouwelijke scharren tijdens de winter meer blijven eten dan mannelijke scharren, gezien zij hun gonado-somatische groei op punt moeten houden (Saborowski en Buchholz, 1997).

Vrouwelijke scharren zijn zeer vruchtbaar en kunnen tot 40 000 eieren per jaar afzetten (Bohl, 1957). De scharren paaien elk jaar en het aantal eieren stijgt ook jaarlijks tot ze 100 000 – 200 000 eieren kunnen afzetten (Bohl, 1957; Daan et al., 1990; Hiddink, 1997). Het paaien gaat over een brede periode van januari tot augustus met de grootste activiteit in februari, maart en april (Creutzberg en Fonds, 1971; Daan et al., 1990; Van der Land, 1991; Lange en Greve, 1997; ICES, 2018; Barbut et al., 2019). Dit strookt met de bevindingen van Saborowski en Buchholz (1997), die in maart en juli evenveel mannelijke als vrouwelijke scharren zagen in het noordwesten van Helgoland. Verder werden in de Duitse Bocht in de maanden maart en april ook de grootste concentratie aan eieren van de schar waargenomen (Van der Land, 1991; Rijnsdorp et al., 1992). De paaiperiode duurt ongeveer zes weken (Htun-Han, 1977). Echter verschuift de piek afhankelijk van de locatie. Zo zag Henderson (1998) dat aan de Britse kust de piek ligt tussen februari en april. Als er noordelijker gegaan wordt, ligt de piek van het paaien in mei/juni terwijl in de Zuidelijke Noordzee deze al begint in januari.

2.3 Verspreiding van de schar

Van ei tot larve is de verspreiding van de schar eerder een passief gebeuren. Na de settlement zitten de scharren in de kraamkamers voor ongeveer zes maanden (Gibson, 1997). Deze zijn gelokaliseerd in de Zuidoostelijke Noordzee, de Duitse Bocht en de Belgische kust (De Clerck, 1984; Van Landschoote, 1986; Rijnsdorp et al., 1992; Bolle et al., 1994; Grütjen et al., 2013; ICES, 2017; ICES, 2018).

De eerste actieve migratie van de schar is als juveniele schar wanneer de temperatuur van het water daalt in de winter en de 0-groep scharren migreert offshore (Bohl, 1957; Creutzberg en Fonds, 1971; Bolle et al., 1994). Dit omdat ze het koude water proberen te vermijden (Bohl, 1957; Bolle et al., 1994; Grütjen et al., 2013). Creutzberg en Fonds (1971) stelde vast dat de migratie begint zodra de temperatuur onder 2 °C daalt. In februari zijn de juveniele scharren dan ook meer geconcentreerd te vinden bij Doggerbank en Helgoland dan aan de kust. Verschillende auteurs zoals Bolle et al. (1994) en Bohl (1957) zagen dat de jonge scharren ook niet meer terugkwamen naar de wateren aan de kust. Zodra de jonge scharren ouder zijn, bevinden ze zich op grotere diepte. Zo wordt de eenjarige groep, van ongeveer zes tot zeven centimeter groot (Goldsmith et al., 2015), meer waargenomen op

een diepte van tien tot twintig meter (Rijnsdorp et al., 1992; Bolle et al., 2001). De tweejarige groep kwam het meest voor tussen twintig en dertig meter diepte (Bolle et al., 2001). Hier verblijven de juveniele scharren tot ze hun maturiteit bereiken en zich bij de adulte populatie voegen.

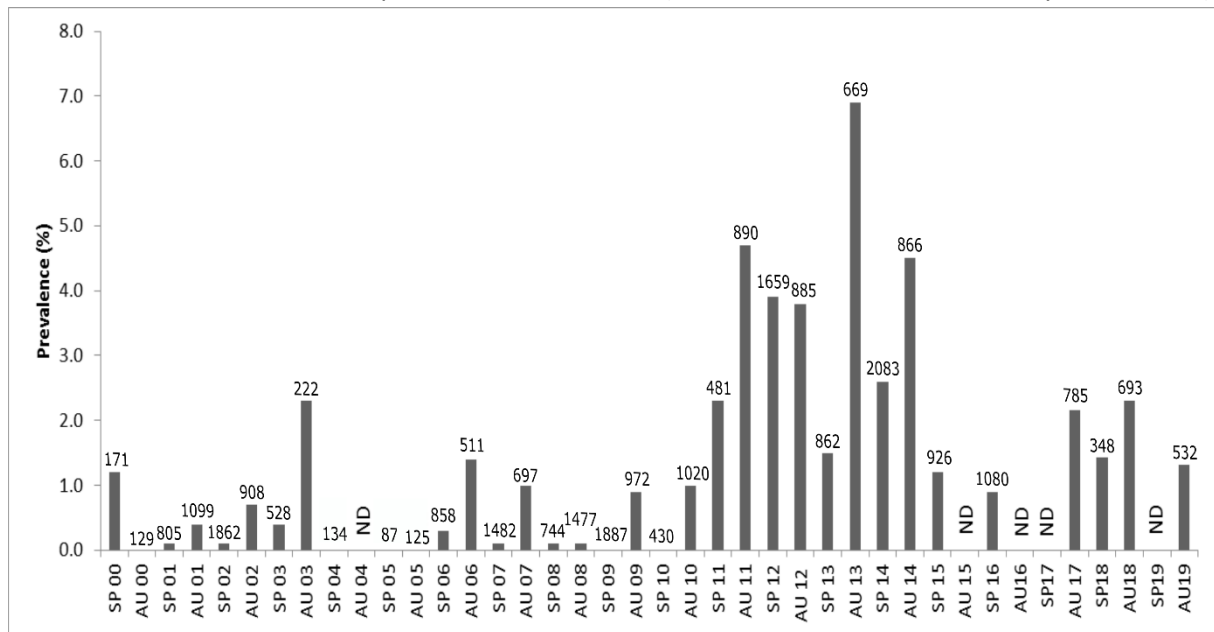
Vrooman et al. (2020) vond tijdens het grootste deel van het jaar adulte scharren in de Waddenzee, behalve van juni tot september. Een belangrijke reden voor verplaatsing van adulte scharren, is de migratie naar de paaigronden (Gibson, 1997). Het paaien gebeurt weg van de kust (Amara 2001; Bolle et al., 1994; Henderson, 1998; Barbut et al., 2019). Hinz et al. (2005) nam dan ook een grote migratie waar vanuit de Waddenzee naar de Duitse Bocht. Het paaien kan volgens Daan et al. (1990) en Van der Land (1991) gebeuren over de gehele Noordzee, maar gebeurt voornamelijk in het zuidoosten van de Noordzee. Het overgrote deel van de scharren paait tussen de dertig en de vijftig meter diepte (Henderson, 1998; Beggs en Nash, 2007) en liefst op een bodem met fijne sedimenten zoals zand en grind (Papadamakis, 2014).

Na het paaien keren de scharren terug naar de kustzone en blijven hier aanwezig buiten het paaiseizoen. Hierbij keren eerst de grootste vrouwelijke scharren terug, daarna de kleinere vrouwelijke scharren en tot slot de mannelijke scharren (Bohl, 1957; Rijnsdorp et al., 1992; Dethlefsen et al., 2000). Dit kan ook verklaren waarom Bohl (1957) een theorie had dat vrouwelijke vissen in de zomer meer in ondiepe wateren rond de kust werden gevonden en de mannelijke scharren eerder in de diepere gebieden van de zee. Deze bevindingen stroken ook met de waarnemingen van Saborowski en Buchholz (1997). Zij zagen dat in de herfst en winter het aantal mannelijke scharren daalt in het noordwesten van Helgoland, wat strookt met de theorie van Bohl (1957).

Grütjen et al. (2013) zag nog een extra migratie van de volwassen scharren tussen 2000 en 2003. Deze verplaatsten vanuit de Duitse Bocht meer naar het noorden om frisser water op te zoeken. Dit is een trend die meer wordt waargenomen de laatste jaren door de opwarming van het zeewater (Rutterford et al., 2015). De opwarming leidt tot een suboptimale leefomgeving waardoor de scharren zich meer noordelijk zullen verplaatsen (Wright et al., 2020).

3 Probleemstelling en doelstelling

In 2011 werden in het Belgische deel van de Noordzee opmerkelijk meer scharren met huidzweren waargenomen dan de voorgaande jaren (figuur 4) (Devriese et al., 2015; Van Hoey et al., 2018). Deze letsels werden zowel door het Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek (ILVO) als door de visserij industrie zelf waargenomen (Devriese et al., 2015). Hierbij ligt de piek van de uitbraak tussen 2013 - 2014 met een dalende prevalentie sinds 2015 (Devriese et al., 2015; Van Hoey et al., 2018).



Figuur 4: Prevalentie van huidzweren in het Belgische deel van de Noordzee, waargenomen vanop de RV Belgica. Deze gegevens zijn afkomstig van het instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek (ILVO). AU staat voor gevangen in augustus en SP voor scharren gevangen in september. ND = geen data van beschikbaar. De cijfers op de figuur staan in absolute aantallen. (Van: Devriese et al., 2015)

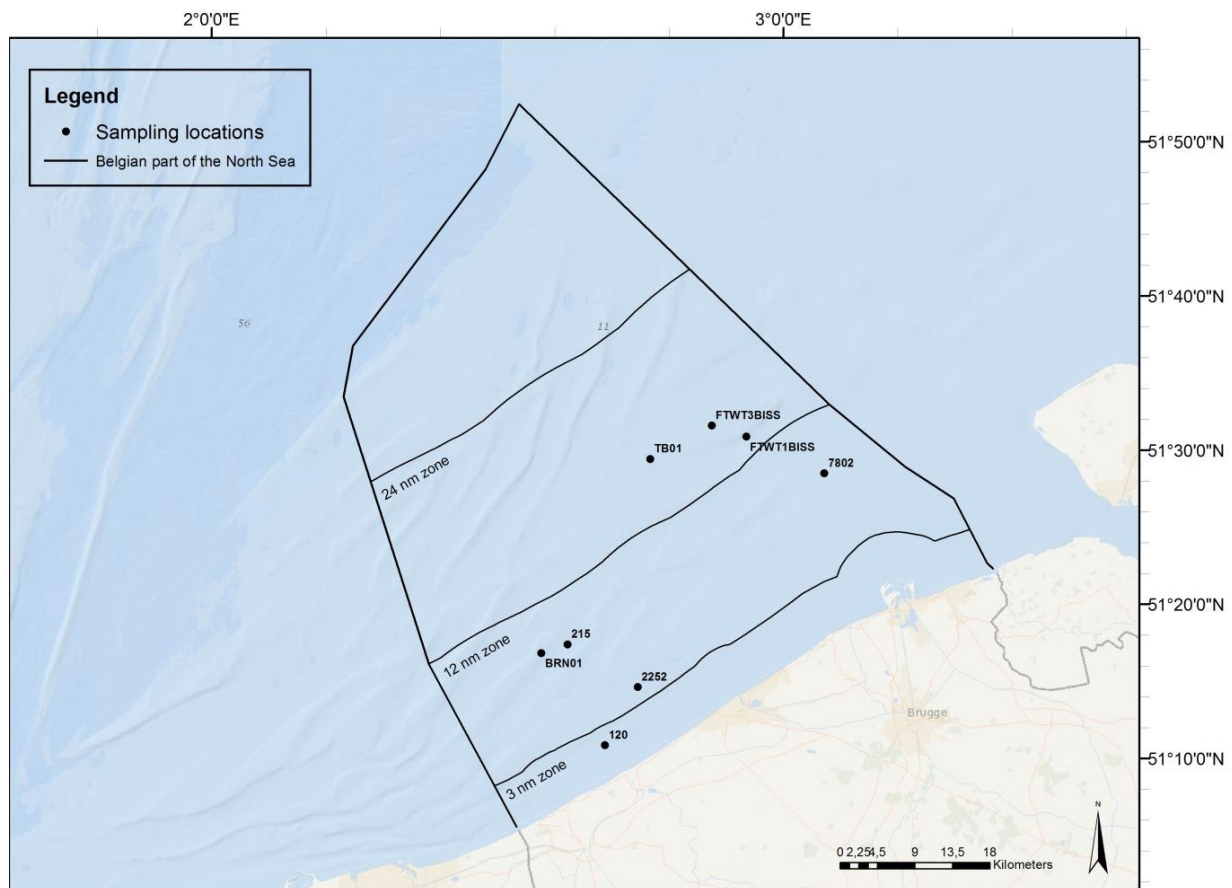
Na uitgebreid onderzoek werd er een correlatie gevonden met bacteriën namelijk *Vibrio tapetis* en *Aeromonas salmonicida*, die na verwonding de huid kunnen koloniseren (Vercauteren et al., 2018). Echter zijn er nog verschillende andere factoren die kunnen bijdragen tot de ontwikkeling van deze letsels zoals temperatuur, zuurstofvoorziening en zoutgehalte in het water (Devriese et al., 2015). Maar ook de mogelijkheid tot voorgaand trauma, het geslacht, de lengte en de voedingsstatus van de schar kunnen bijdragen tot het ontstaan van huidzweren (Vethaak et al., 2009; Vercauteren et al., in press). Verder werd er ook een stijgende prevalentie van hyperpigmentatie bij scharren waargenomen (Grütjen et al., 2013).

Bij onderzoek naar de oorzaak van deze ziekten, is informatie omtrent het migratiepatroon en de geografische verspreiding van deze soort belangrijk. Zo kan er vastgesteld worden waar de vissen zich bevinden en aan welke omgevings- en/of stressfactoren ze worden blootgesteld. De geografische verspreiding van de schar in het Belgische deel van de Noordzee zal dan ook onderzocht worden in deze masterproef. Deze informatie zou eventueel ook voor andere onderzoeken gebruikt kunnen worden inzake extrapolatie naar andere platvissoorten of naar andere gebieden.

4 Materiaal en methode

4.1 Bemonsterde locaties

De focus van deze studie ligt op het Belgische gedeelte van de Noordzee. Hierin werden 42 locaties gekozen om te vissen (zie bijlage, tabel 1) waarvan er uiteindelijk acht locaties regelmatig bemonsterd werden, namelijk locatie 7802 (N51°28'572; E3°3'492), FTWT3BISS (N51°31'372; E2°52'585), FTWT1BISS (N51°30'67; E2°54'175), TB01 (N51°30'217; E2°48'738), BRN01 (N51°18'495; E2°36'795), 215 (N51°16'855; E2°37'158), 2252 (N51°14'716; E2°44'963) en 120 (N51°11'985; E2°42'348) (Figuur 5).



Figuur 5: Weergave van de acht sampling sites (120, 215, 2252, 7802, FTWT1BISS, FTWT3BISS, TB01 en BRN01) in het Belgische gedeelte van de Noordzee. De lijnen 3, 12 en 24 nm zone staan voor de afstand tot de kust. Zo is tot 12 nm de territoriale zone (ongeveer 22,24 km tot kust) waarop de wetten van België gelden. De 24 nm staat voor de aansluitende zone aan de territoriale zone, toegekend aan België, waarbij ook de wetten van België gelden.

4.2 Sampling

De studie werd gedurende vijf jaar uitgevoerd van 2015 tot en met 2019. Elke twee maand werd er gevist met een drie meter boomkor (maaswijdte: 22 mm) aan boord van het onderzoeksschip RV Simon Stevin (Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ)) op de bovengenoemde locaties. De duur van de verschillende slepen varieerde tussen de 12 en 37 minuten.

Aan boord van het onderzoeksschip was er een Conductivity – Temperature – Depth (CTD) probe (Seabird 19plus, Sea Bird Electronics, USA) aanwezig. Op elke locatie werd er informatie omtrent temperatuur, fluorescentie, druk en diepte van het water verzameld juist boven de zeebodem.

Na de vangst werd er informatie over het bodemtype gehaald van de online database van European Marine Observation and Data Network (EMODnet) – Seabed habitats (EMODnet, 2019) en toegevoegd aan de gebruikte database.

4.3 Vangst

Uit elke totale vangst werden schar, pladijs en tong verzameld en verder onderzocht. Van deze vissen werd telkens de lengte en het gewicht genoteerd. Voor de schar werd bijkomend ook het geslacht genoteerd. Van 488 scharren werd het geslacht niet bepaald. Kleine vissen (< 10 centimeter) werden niet allemaal individueel gewogen en soms ook niet individueel gemeten wegens praktische limitaties.

Na de vangst werd er, op basis van macroscopische screening, de gezondheidsstatus bepaald van de scharren. De leeftijd van de scharren werd aan land bepaald aan de hand van otolieten. Dit volgens de methode beschreven door de ICES werkgroep WKARDAB2 (ICES, 2016). Gezien de dataverzameling gebeurde in het kader van een ander onderzoek, werd dit enkel uitgevoerd bij tien vissen met een huidzweer en telkens één controlevis zonder huidzweer per sleep.

4.4 Dataverwerking

Voor de verwerking van de data werd het statistische programma R studio gebruikt. Uit de dataset werden de gezonde scharren geselecteerd. Vissen met huidzweren, pigmentatieletsels, parasieten, skeletdeformaties en papilloma-achtige letsels, werden niet gebruikt. Verder werd enkel gewerkt met de scharren van de acht frequent bemonsterde locaties. De data werd in grafieken weergegeven door het gebruik van de pakketten ggplot2 en tidyverse beschikbaar in R.

Omdat de leeftijd niet bij alle vissen kon bepaald worden, werd er eerst getest of de lengte als proxy kan optreden voor de leeftijd. Verder, indien er gesplitst werd op diepte of seizoen is dit telkens met informatie van vijf jaar samengenomen, tenzij anders vermeld.

4.4.1 Spatiale verspreiding

Voor de spatiale verspreiding werd er voornamelijk gefocust op de diepte waarin de scharren voorkwamen. Bij de verdere verwerking van de data werd de diepte van de acht locaties opgesplitst in drie grote zones. De eerste zone is de kustzone, die gaat van 0 - 10 meter diepte. Hierbij behoorden locaties 120 (4 meter) en 2252 (8 meter). De tweede zone is de middenzone. Deze ging van 11 meter tot 20 meter diepte en bevatte 215 (13 meter), BRN01 (19 meter) en 7802 (14 meter). De laatste zone is de offshore zone en gaat van 21 tot 30 meter diepte, hiertoe behoorden FTWT3biss (22 meter), FTWT1biss (23 meter) en TB01 (22 meter).

Deze gegevens werden uitgezet ten opzichte van de lengte van de gevangen scharren en opgesplitst per seizoen.

4.4.2 Temporale verspreiding

Omdat niet elke sleep op elke locatie even lang duurde, werd de catch per unit effort (CPUE) berekend. De CPUE geeft, op een gestandaardiseerde wijze, weer hoeveel scharren er gevangen werden per minuut en per sleep. Dit maakt de vergelijking mogelijk tussen verschillende campagnes en verschillende staalnamen.

De CPUE werd weergegeven ten opzichte van de verschillende lengteklassen van de schar (Tabel 2).

Tabel 2: Lengtes van schar opgedeeld in verschillende lengteklassen.

LENGTEKLASSE	LENGTE SCHAR (IN CM)
1	< 9,9
2	10 – 14,9
3	15 – 19,9
4	20 – 24,9
5	> 25

4.4.3 Motivators tot verspreiding

Voeding

Fluorescentie is een eerste indicatie voor de chlorofyl A concentratie en wordt gebruikt als proxy voor de algengroei. Voor de adulte scharren is fluorescentie een indirecte proxy gezien hun prooien plankton, waartoe de algen behoren, kunnen eten.

De fluorescentie werd bepaald met de CTD sensor op elke locatie voor iedere sleep. De data van elke sampling site werd vergeleken over de verschillende seizoenen.

Reproductie

Het geslacht werd bepaald tijdens de verschillende vangsten op de acht locaties. Hierbij werd er gekeken hoeveel mannelijke en vrouwelijke scharren er gevangen werden, onafhankelijk van de locatie of het seizoen. De gegevens werden ook opgesplitst per locatie en seizoen, zodat het duidelijk is hoe de verspreiding plaatsvindt. Ook werd de verhouding man/vrouw bekeken per diepteklassen, opgesplitst per seizoen.

5 Resultaten

5.1 Vangstgegevens

Voor deze studie werden er in totaal 17 423 platvissen gevangen over de 42 locaties, waarvan 16 720 gezonde vissen. Hiervan zijn er 3 461 (20%) tongen, 7 005 (40%) pladijzen en 6 914 (40%) scharren. 95% van de gevangen scharren (n= 6 549) werd als gezond beoordeeld. Van deze gezonde scharren zijn er op de 42 locaties 1 082 (17%) in de herfst gevangen, 3 461 (53%) in de lente, 734 (11%) in de zomer en 1 272 (19%) in de winter.

Voor de acht frequent bemonsterde locaties worden de aantallen weergegeven in tabel 3. Hiervan zijn er 1 080 (20%) scharren in de herfst gevangen, 2 274 (44%) in de lente, 579 (11%) in de zomer en 1 251 (24%) in de winter.

Tabel 3: Weergave van het exacte aantal gevangen scharren per bemonsterde locatie en het percentage over het voorkomen van de gezonde scharren verdeeld over de verschillende locaties van het totale voorkomen op de acht locaties.

LOCATIE	AANTAL GEVANGEN SCHARREN	AANTAL GEZONDE SCHARREN	% GEZONDE SCHARREN VERDEELD OVER DE 8 LOCATIES
120 (A)	952	927	14%
2252 (B)	1379	1325	20%
215 (C)	787	732	11%
BRN01 (D)	372	345	5%
TB01 (E)	527	490	7%
FTWT3BISS (F)	135	129	2%
FTWT1BISS (G)	713	666	10%
7802 (H)	601	570	9%

De gemiddelde lengte van de schar op de acht locaties was $15,93 \pm 4,47$ cm. De grootste gevangen schar was 34 cm. De gemiddelde lengte van de vrouwelijke schar was $16,6 \pm 4,65$ cm en voor de mannelijke scharren was dit $15,12 \pm 3,90$ cm.

Het gemiddelde gewicht van de scharren op de acht locaties over de gehele studie was $49,67 \pm 38,43$ gr, waarbij de zwaarste schar 340,00 gr woog. De mannelijke scharren wogen gemiddeld $40,29 \pm 27,47$ gr. Het gewicht van de vrouwelijke scharren was gemiddeld $56,33 \pm 42,81$ gr.

5.2 Verband lengte en leeftijd

Tijdens de gehele studie werd de leeftijd van 91 scharren bepaald en varieerde deze van één tot zeven jaar. De gemiddelde leeftijd van alle scharren was $3,64 \pm 1,21$ jaar. Zonder voor geslacht op te splitsen, was er een licht suggestief verband waar te nemen in figuur 7 tussen de lengte van de schar en de overeenkomstige leeftijd. In tabel 4 is te zien dat de leeftijd daalt bij lengteklasse 5.

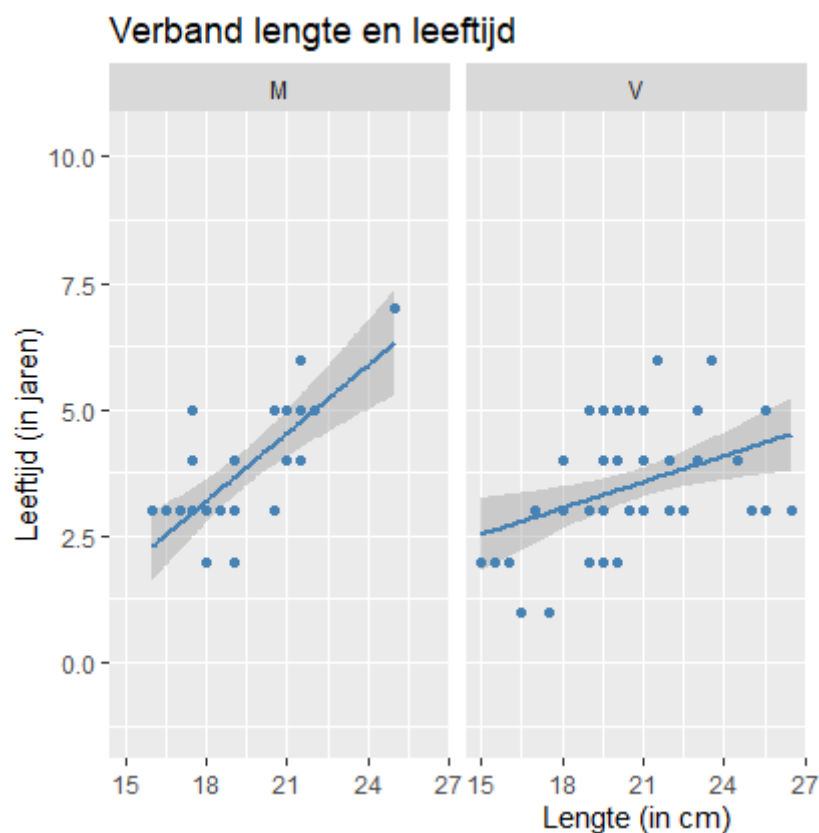
Opgesplitst per geslacht waren er 4 (4%) scharren waarvan de leeftijd werd bepaald maar het geslacht niet gekend was. Van 25 (27%) mannelijke scharren was de gemiddelde leeftijd $3,8 \pm 1,29$ jaar. Bij elke lengteklasse werd de overeenkomstige gemiddelde leeftijd bepaald zoals weergegeven in tabel 4. Bij de mannelijke scharren was er een duidelijke stijging van de leeftijd met de lengte

waarneembaar en dit wijst op een suggestief verband tussen de lengte en de leeftijd (figuur 6). Hierbij moet er rekening mee gehouden worden dat er in lengteklasse 5 slechts 1 mannelijke schar zat.

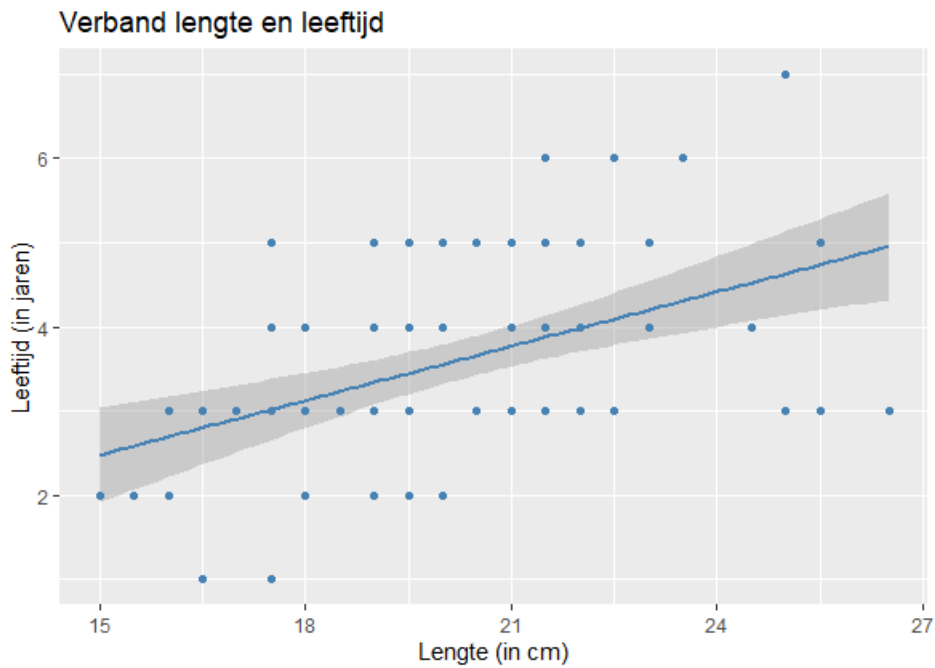
Van 62 (68%) vrouwelijke vissen werd de leeftijd bepaald en deze hadden een gemiddelde leeftijd van $3,51 \pm 1,20$ jaar. Een suggestief verband tussen de lengte en de overeenkomstige leeftijd was bij de vrouwelijke scharren minder duidelijk, gezien de gemiddelde leeftijd lager lag bij lengteklassen 5 dan bij lengteklasse 4 (tabel 4). Ook hier moet er op gelet worden dat in de lengteklassen 5 slechts 6 vrouwelijke scharren zaten.

Tabel 4: Lengte van schar opgedeeld in verschillende klassen met overeenkomstige leeftijd.

LENGTEKLASSE	LENGTE SCHAR (IN CM)	GEMIDDELDE LEEFTIJD (IN JAREN)	GEMIDDELDE LEEFTIJD MAN (IN JAREN)	GEMIDDELDE LEEFTIJD VROUW (IN JAREN)
1	< 9,9	Niet bepaald	Niet bepaald	Niet bepaald
2	10 – 14,9	Niet bepaald	Niet bepaald	Niet bepaald
3	15 – 19,9	2,95 ($\pm 1,10$)	3,07 ($\pm 0,80$)	2,86 ($\pm 1,28$)
4	20 – 24,9	4,15 ($\pm 1,02$)	4,67 ($\pm 0,87$)	3,97 ($\pm 1,00$)
5	> 25	3,86 ($\pm 1,57$)	7	3,33 ($\pm 0,82$)



Figuur 6: Het verband tussen de lengte van scharren en hun overeenkomstige leeftijd opgesplitst per geslacht. Hierbij staat M voor mannelijk scharren en V voor vrouwelijke scharren. De leeftijd werd bepaald aan de hand van de otolieten volgens de methode beschreven door ICES (2016).



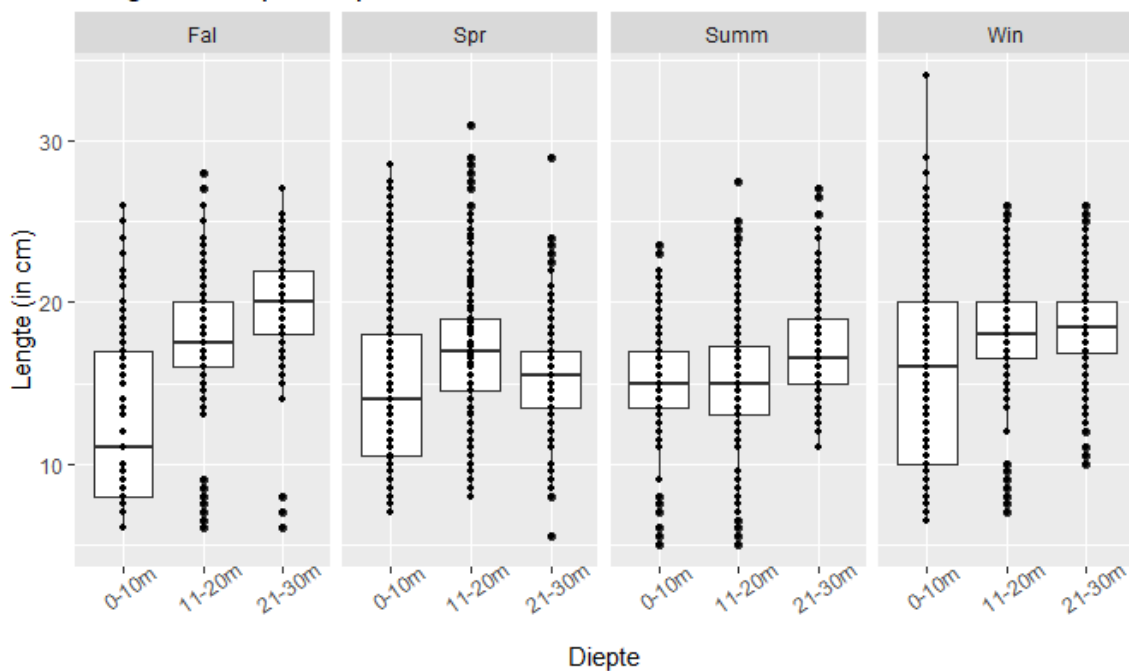
Figuur 7: Het verband tussen de lengte van scharren en hun overeenkomstige leeftijd, ongeacht het geslacht. De leeftijd werd bepaald aan de hand van de otolieten volgens de methode beschreven door ICES (2016).

5.3 Verspreiding op basis van lengte

5.3.1 Spatiale verspreiding

Het Belgische deel van de Noordzee werd opgedeeld in drie zones. In de kustzone werden er 2 252 (43%) scharren waargenomen. De middenzone (van 11 - 20 meter) bevat 1 647 (32%) scharren. In de offshore zone, die loopt van 21 tot 30 meter diepte, werden er 1 285 (25%) scharren waargenomen.

Lengte schar per diepteklasse



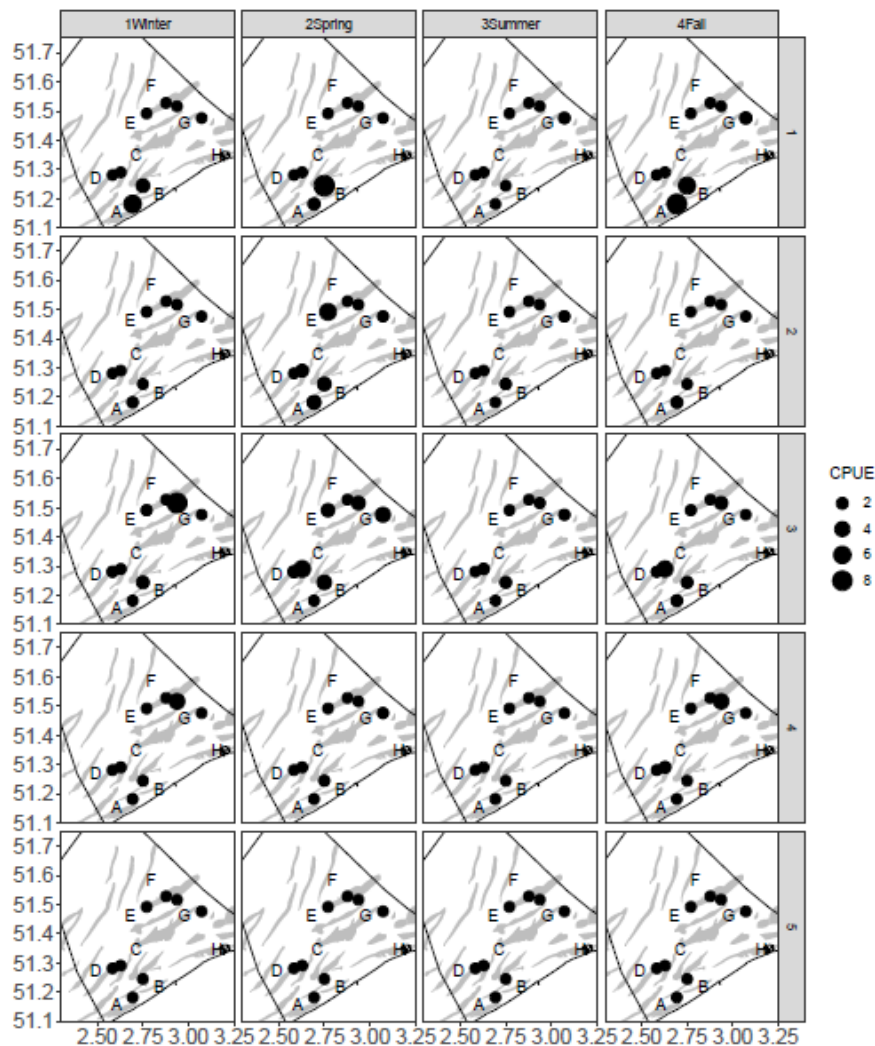
Figuur 8: Lengte van schar weergegeven ten opzichte van de verschillende diepteklassen. Fal = herfst, Spr = lente, Summ = zomer en Win = winter. Kustzone = 0 - 10m, middenzone = 11 - 20m, offshore = 21 - 30m

Het hele jaar zijn scharren, met een gemiddelde lengte van vijftien tot twintig centimeter, te vinden in de verschillende dieptezones. Enkel in de herfst was er een verschil waarneembaar, waarbij de kleinere vissen gevonden werden in de kustzone en de grotere scharren eerder offshore (figuur 8). Dat de kleine scharren meer waargenomen werden in de kustzones tijdens de herfst, kon ook gezien worden in figuur 9.

Bij 0 – 10 meter diepte was er telkens een grote variatie in de lengte van de scharren gedurende het hele jaar.

5.3.2 Temporale verspreiding

Op de acht locaties werden er verschillen gevonden in het voorkomen van de scharren afhankelijk van het seizoen (figuur 9). Bij lengteklasse 1 (< 10 centimeter) werd waargenomen dat de scharren voornamelijk zaten op locatie A (120) en B (2252). Enkel in de zomer bevonden de kleine scharren zich niet overvloedig op deze locaties. Scharren van de derde lengteklasse (15 - 19,9 centimeter) waren in de lente en de herfst meer te vinden op locaties B, C en D, terwijl dit in de winter locatie G was. De scharren van lengteklasse 4 werden in de herfst en winter in licht verhoogde concentraties waargenomen op locatie G. In lengteklasse 5 werd er geen verandering tussen de verschillende seizoenen waargenomen op de beviste locaties.



Figuur 9: De catch per unit effort (CPUE) weergegeven per plaats en lengteklassen over de verschillende seizoenen waarbij A = 120, B = 2252, C = 215, D = BRN01, E = TB01, F = FTWT3BISS, G = FTWT1BISS, H = 7802 met in de x-as de westerlengte en de y-as de noorderbreedte.

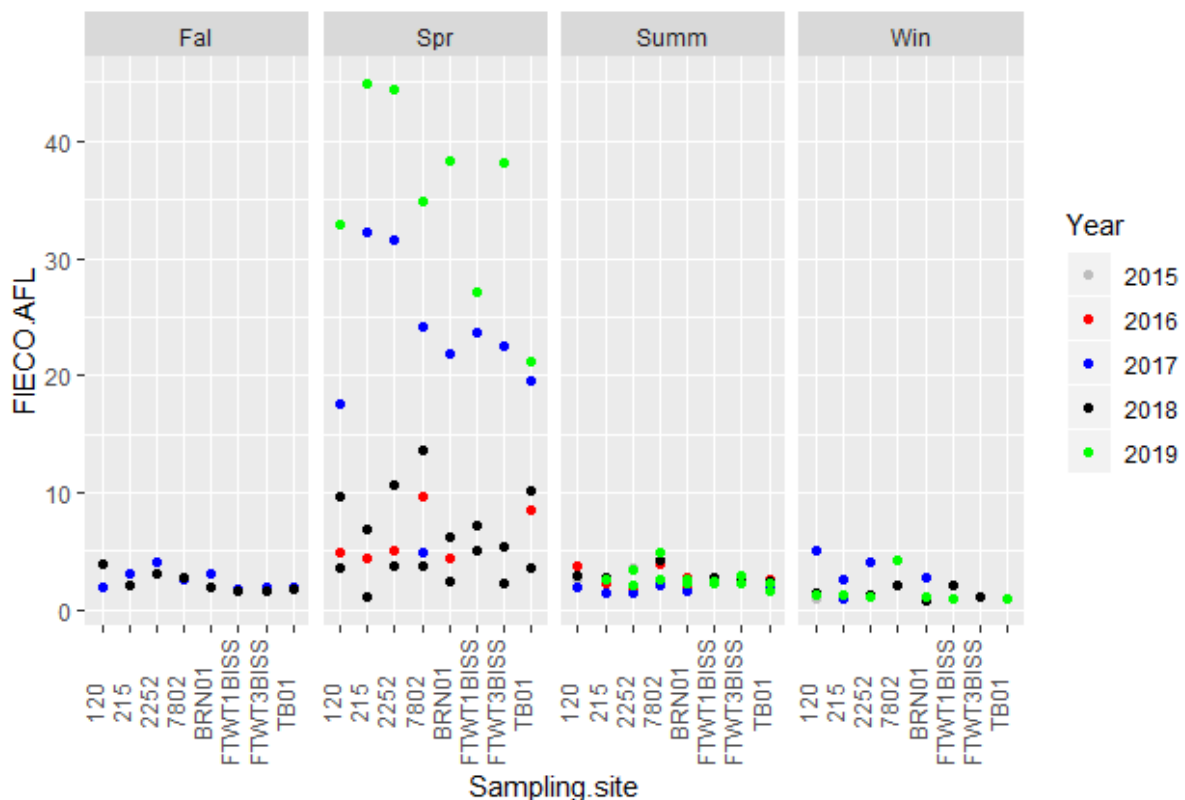
Indien er gesplitst werd per maand zonder rekening te houden met de verschillende lengteklassen, werden er verschillen waargenomen tussen de verschillende maanden. Zo viel het op dat in september op geen enkele locatie scharren werden gevangen. In maart werden er geen scharren waargenomen in de kustzone en middenzone behalve op locatie H. In juli werden er geen scharren gevangen offshore en slechts een minimaal aantal in de kustzone en middenzone. Verder viel ook op dat op alle locaties in april de meeste scharren aanwezig waren. In december werden er ook veel scharren waargenomen in de kustzone, op locatie C van de middenzone en locatie G offshore. De waarnemingen in december zijn dan ook duidelijk zichtbaar in figuur 9.

5.4 Motivators tot verspreiding

5.4.1 Voedsel

De fluorescentie, die gebruikt werd als parameter voor algengroei, varieerde tijdens de zomer, herfst en winter op alle acht locaties tussen de 0,8 en 5 mg/m³. In de zomer was de gemiddelde waarde 3,08 ± 0,94 mg/m³. In de herfst was de gemiddelde waarde 2,64 ± 0,91 mg/m³ en in de winter was de gemiddelde waarde 1,63 ± 0,78 mg/m³. Echter moet er rekening mee gehouden worden dat er data ontbreekt in deze seizoenen. Zo was er in de herfst slechts data van 2017 en 2018 beschikbaar en was er in de winter ook geen data beschikbaar van 2018.

Tijdens de lente was er een grote spreiding waarneembaar en varieerde de waarden tussen 1,10 mg/m³ en de 44,92n mg/m³. Hierbij viel voornamelijk het jaar 2019 op, waarbij de gemiddelde waarden op locatie A (120), B (2252), C (215), D (BRN01), F (FTWT1BISS) en H (7802) opmerkelijk hoger waren dan de jaren voordien (figuur 10). Ook in 2017 waren de waarden voor fluorescentie verhoogt ten opzichte van 2016 en 2018. Echter waren deze nog niet zo hoog als in 2019. Zowel in 2019 als 2017 werden de hoogste waarden waargenomen op locatie B en C.



Figuur 10: De fluorescentie (FIECO AFL) uitgedrukt in mg/m³ weergegeven per seizoen (Fal= herfst, Spr = lente, Summ = zomer, Win = winter) voor de verschillend bemonsterde locaties. Hierbij staat de verschillende kleuren voor de jaartallen: grijs = 2015, rood, 2016, blauw = 2017, zwart = 2018 en groen = 2019.

5.4.2 Reproductie

Op de acht locaties werden er in totaal 2 020 (43%) mannelijke scharren en 2 676 (57%) vrouwelijke scharren gevangen. Er werden dus iets meer vrouwelijke dan mannelijke vissen waargenomen. Op elke locatie werd er in totaal over de gehele studie meer vrouwelijke scharren (tussen 54 - 63%) waargenomen dan mannelijke, behalve op FTWT3BISS (F). Hier was 64% van de scharren mannelijk (n=83).

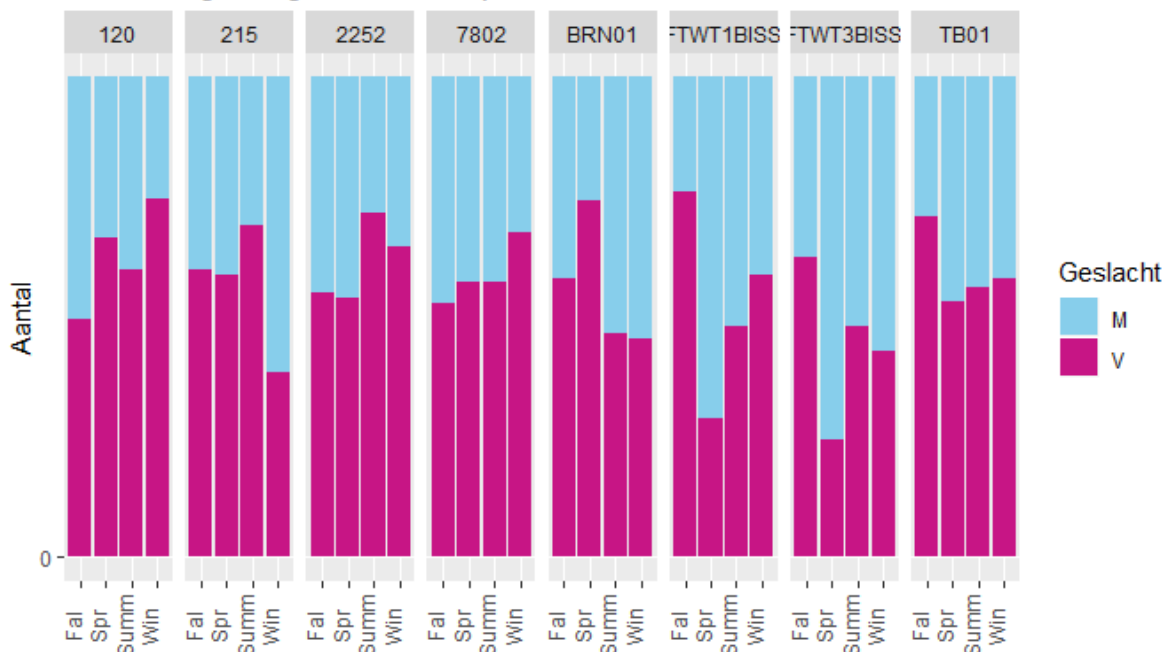
Opgesplitst per seizoen en per bemonsteringsplaats (figuur 11) werd gezien dat op locatie FTWT1BISS (G) in de herfst meer vrouwelijke vissen zaten en in het voorjaar meer mannelijke scharren. Deze bevinding werd ook waargenomen op locatie FTWT3BISS (F). Dit waren twee gebieden die behoren tot de categorie offshore (21 – 30 meter diepte) en werd ook gezien in figuur 12. De opvallende stijging van mannelijke scharren werd voornamelijk waargenomen in april.

TB01 behoorde ook tot de offshore zone, echter kon er hier enkel het hogere aantal aan vrouwelijke scharren aangetoond worden in de herfst. Voor de rest van het jaar was de verhouding tussen de twee geslachten op deze locaties ongeveer evenredig.

Het viel ook op dat in de winter op locatie 215 (C) meer mannelijke scharren aanwezig waren dan vrouwelijke scharren. De rest van het jaar waren hier overwegend vrouwelijke scharren. Ook bij BRN01 (D) kon deze waarneming gevonden worden. Op 7802, die ook behoorde tot de middenzone, kon de trend niet waargenomen worden en waren er voornamelijk vrouwelijke scharren het hele jaar door, met zelfs nog extra in de winter.

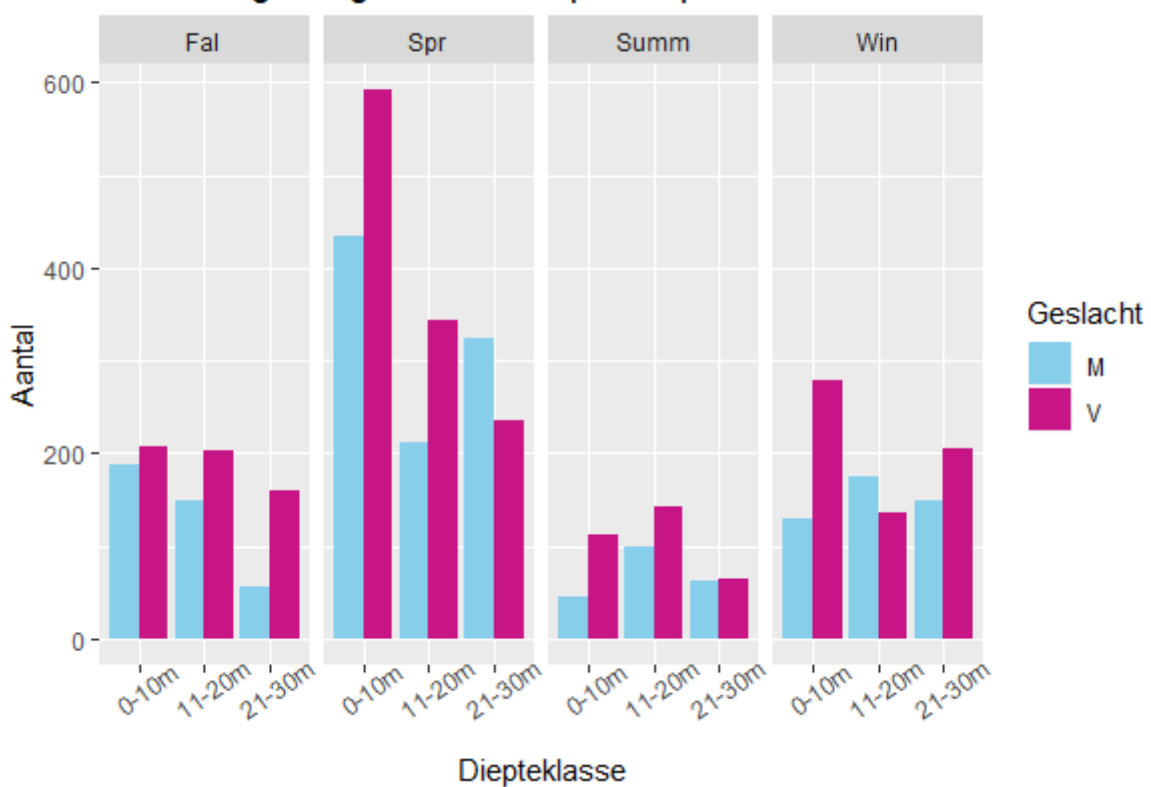
Op locatie 120 (A) en 2552 (B) waren heel het jaar overwegend vrouwelijke scharren te vinden, maar voornamelijk in de lente, zomer en winter. Dit was ook zichtbaar in figuur 12, waarbij aan de kustzone in de lente en winter veel meer vrouwelijke scharren werden waargenomen.

Geslacht gevangen scharren per seizoen



Figuur 12: Verhouding tussen mannelijke en vrouwelijke scharren weergegeven per seizoen en per locatie. 120 = A, 2252 = B, 215 = C, BRN01 = D, TB01 = E, FTWT3BISS = F, FTWT1BISS = G, 7802 = H. Fal = herfst, Spr = lente, Summ = zomer en Win = winter.

Geslacht gevangen scharren per diepteklasse



Figuur 11: Aantal mannelijke en vrouwelijke scharren weergegeven per diepteklasse per seizoen. Kustzone = 0 - 10m, Middenzone = 11 - 20m, Offshore = 21 - 30m

6 Discussie

6.1 Verband lengte en leeftijd

In deze masterproef werd de lengte van de schar gebruikt als proxy voor de leeftijd. Er werd hiervoor gekozen omdat het exact bepalen van de leeftijd heel wat praktische limitaties heeft. Zo kost het zeer veel tijd, middelen en geld om dit te bepalen voor elke schar. Uit de resultaten kon enkel een duidelijk suggestief verband tussen de lengte en de leeftijd waargenomen worden voor de mannelijke scharren en slechts een licht suggestief verband voor de vrouwelijke scharren of indien er niet gesplitst werd op basis van geslacht. Hierbij moet er echter wel rekening gehouden worden met enkele limitaties van dit onderzoek.

Een eerste limitatie is dat er slechts bij 91 scharren een leeftijd werd bepaald. Doordat de leeftijd niet bij veel scharren exact is bepaald, geeft dit een grotere variatie op de resultaten. Een tweede limitatie is dat er ook slechts 7 scharren gevangen werden die groter waren dan 25 centimeter. Doordat er slechts 7 scharren waren, levert dit een grote variatie op bij de resultaten. Dit wordt duidelijk indien er gekeken wordt naar de gemiddelde leeftijd zonder te splitsen voor geslacht. Hierbij wordt er waargenomen dat de scharren groter dan 25 centimeter jonger zouden zijn dan diegene met een lengte van 20 – 24,9 centimeter. Zoals gezegd zit hier een grote variatie op, gezien de standaarddeviatie 1,57 jaar is. Een derde limitatie is dat de leeftijd van scharren kleiner dan 15 centimeter niet werd bepaald.

In de studie van Rijnsdorp et al. (1992) werd de lengte ook aan de leeftijd van de schar gelinkt. Hij verdeelde de leeftijd als volgt: scharren kleiner dan vijftien centimeter waren voornamelijk tweejarigen, de lengte van vijftien tot twintig centimeter werd gedomineerd door driejarigen en scharren groter dan twintig centimeter waren ouder dan drie jaar. Deze verdeling werd later ook gebruikt door Saborowski en Buchholz (1997). Ondanks de limitaties van het onderzoek, stroken de bevindingen van deze studie met de gegevens uit de literatuur.

De data om een verband tussen lengte en leeftijd aan te tonen, werd gesplitst per geslacht. Hieruit kon aangetoond worden dat er een verschil zat in groeisnelheid tussen mannelijke en vrouwelijke scharren. Zo waren de vrouwelijke scharren steeds jonger bij een bepaalde lengte dan de mannelijke scharren. Hieruit kan dus geconcludeerd worden dat de vrouwelijke scharren sneller groeien dan de mannelijke scharren in het Belgische deel van de Noordzee. Verder kon er uit de vangstgegevens ook gehaald worden, dat de gemiddelde vrouwelijke schar groter was dan de mannelijke schar. Dit bevestigt de gegevens gevonden in de literatuur, waar er gesproken werd van een verschil in groeiratio tussen mannelijke en vrouwelijke scharren (Bohl, 1957; Rijnsdorp et al., 1992; Lozán, 1992; Goldsmith et al., 2015).

6.2 Verspreiding van schar

Uit het onderzoek kan waargenomen worden dat voor het grootste deel van het jaar scharren aanwezig zijn in de Belgische Noordzee. De maand september is hierop echter een uitzondering, gezien er in deze maand op geen enkele locatie een schar gevangen werd.

De oudste en grootste scharren werden minder waargenomen in het Belgische deel van de Noordzee. Dit was een te verwachten bevinding gezien het diepste punt van het onderzoek slechts 23 meter was en dus onvoldoende overlapt met de dieptes waarop de adulte schar in de literatuur werd waargenomen. De meeste adulte scharren leven namelijk tussen twintig en veertig meter diepte (Bohl, 1957; Htun-Han, 1977; Vethaak et al., 2009; Goldsmith et al., 2015) en gaan voor het

paaien naar diepere gebieden namelijk tussen dertig en vijftig meter diepte (Henderson, 1998; Beggs en Nash, 2007).

6.2.1 Lente

De grootste concentratie scharren was voornamelijk in de lente aanwezig en meer specifiek in de kustzone (0 – 10 meter diepte). Dit waren voor het grootste deel juveniele scharren (< 9 centimeter lengte) op een diepte van 8 meter. Deze periode komt dan ook overeen met het verblijf van de juvenielen in de kraamkamers (Amara et al., 2001).

Dat er in maart geen scharren gevangen werden in de kustzone, kan te verklaren zijn doordat de eenjarige juveniele scharren wegtrekken van de kustzone. Dit is een fenomeen dat al vaker werd waargenomen waarbij ze vertrekken in februari/maart om op grotere diepte te gaan leven (Rijnsdorp et al., 1992; Bolle et al., 2001). Dit werd ook waargenomen in deze studie gezien de iets grotere juveniele scharren (10 – 14,9 centimeter) en de net adulte scharren (15 – 19,9 centimeter), volgens Rijnsdorp et al. (1992) de respectievelijke tweejarige en driejarige groep, meer aanwezig waren in de middenzone gedurende de rest van de lente. Ze werden ook meer waargenomen offshore en dan voornamelijk op locatie E met een diepte van 22 meter. Bolle et al. (2001) observeerde dat tweejarigen voornamelijk voorkwamen tussen 20 - 30 meter diepte. Echter zou de tweejarige en driejarige groep niet meer terugkeren naar de kust volgens Bohl (1957) en Bolle et al. (1994). In deze studie kon waargenomen worden dat de scharren van 10 tot 19,9 centimeter nog aanwezig waren in de kustzone en dat ze dus hier ook naar terugkeren als ze al iets ouder zijn.

Op alle locaties waren er overwegend vrouwelijke scharren te vinden. Wat echter wel opviel in de lente (voornamelijk in april), is dat er offshore meer mannelijke scharren werden waargenomen dan vrouwelijke. De piek van het paaien wordt in de Zuidoostelijke Noordzee waargenomen in februari, maart en april (Creutzberg en Fonds, 1971; Daan et al., 1990; Van der Land, 1991; ICES, 2018; Barbut et al., 2019). Daarna werd er waargenomen door Bohl (1957), Rijnsdorp et al. (1992) en Dethlefsen et al. (2000) dat de mannetjes als laatste terugkeren naar de kustzone. Dit komt overeen met de bevindingen uit dit onderzoek, gezien de meeste vrouwelijke scharren al teruggevonden werden in de kustzone en de mannelijke scharren nog offshore zaten tussen 21 en 30 meter diepte in april.

In de lente viel verder ook de fluorescentie het meeste op. Fluorescentie is een indicator voor de chlorofyl A concentratie, wat dan weer een indirecte proxy is voor de algengroei en zo dus ook voeding voor de voedselbronnen van schar. De fluorescentie geeft dus een eerste indicatie, maar is zeker niet sluitend. Om de exacte concentratie van chlorofyl A te bepalen, moet een analyse van het water uitgevoerd.

Uit de gevonden gegevens kon geconcludeerd worden dat er zeer veel variatie zit op deze parameter tussen de verschillende jaren. Zo was de concentratie in de kustzone, middenzone en een locatie van offshore, namelijk op locatie F, opvallend hoger in 2017 en 2019. Dit kan dus indirect wijzen op het feit dat er meer voedsel aanwezig is voor de scharren. Uit figuur 9 is ook duidelijk dat er tijdens de lente meer juveniele scharren en net adulte scharren aanwezig zijn in de kustzone en middenzone. Hieruit zou een verband gesuggereerd kunnen worden. Maar op locatie F werden er niet meer scharren waargenomen, ondanks dat de fluorescentie daar toch ook twee jaar hoger was en ook als er naar andere seizoenen gekeken wordt, is er geen opvallend verband zichtbaar. Zo zitten er in de herfst en winter opmerkelijke meer juveniele scharren in de kustzone, echter is er nooit een sterke verhoging van de fluorescentie tijdens deze seizoenen.

Hieruit kan geconcludeerd worden dat fluorescentie niet zo'n goede parameter is om de verspreiding van de schar weer te geven. Verder zijn scharren ook opportunistische alleseters en is een tekort aan

voeding nooit echt een probleem voor de schar (Hinz et al., 2005, De Raedemaecker et al., 2011; Eggleton et al., 2018). Hierdoor lijkt een verplaatsing enkel voor voeding weinig waarschijnlijk.

6.2.2 Zomer

In de zomer was de concentratie scharren opvallend lager ten opzichte van de rest van het jaar en in juli werden er zelfs helemaal geen scharren waargenomen offshore. Ook in september werden geen scharren gevonden in de Belgische Noordzee. Een hypothese zou kunnen zijn dat er minder scharren aanwezig zijn door het veranderende klimaat en dat de temperatuur van de ondiepe wateren te hard stijgt. Rutterford et al. (2015) voorspelde dat de schar een van de soorten is die het meest gaat veranderen van omgeving door opwarming van het zeewater. Door de opwarming zou de schar in een suboptimaal habitat komen en gedwongen zijn om zich meer noordelijk te verplaatsen (Hermant et al., 2010).

In deze masterproef is er geen rekening gehouden met de temperatuur van het water in de zomer, maar andere auteurs namen wel al verplaatsingen waar. Grütjen et al. (2013) nam bijvoorbeeld waar dat adulte scharren vanuit de Duitse Bocht zich meer noordelijker verplaatsen om frisser water op te zoeken. Vrooman et al. (2020) zag dat er in de zomermaanden geen volwassen scharren aanwezig waren in de Waddenzee, echter heeft de auteur in de studie geen rekening gehouden met de temperatuur van het water, maar had wel de opwarming van het water als mogelijke oorzaak gesuggereerd.

6.2.3 Herfst

Net zoals in de lente, werden er ook in de herfst zeer veel juveniele scharren (< 9 centimeter) teruggevonden in de kustzone. Dit zowel op 4 meter als op 8 meter diepte en dit strookt met de bevindingen uit de literatuur. Zo zag Rijnsdorp et al. (1992) dat de 0-groep scharren overvloedig aanwezig was aan de Belgische kust. Maar ook andere studies gaven weer dat de 0-groep voornamelijk gevonden kon worden tussen nul en tien meter diepte (Yang, 1982; Bolle et al., 1994).

Na het paaiseizoen verblijven de meeste adulte scharren tussen twintig en veertig meter diepte (Bohl, 1957; Htun-Han, 1977; Vethaak et al., 2009; Goldsmith et al., 2015). Gezien het diepste meetpunt van deze studie slechts 23 meter was, kan over het verblijf van de adulte scharren geen grote uitspraken gedaan worden. Toch werd offshore in de herfst een lichte verhoogde aanwezigheid waargenomen van de volwassen scharren (20 en 24,9 centimeter) en dit specifiek op een diepte van 23 meter. Dit waren ook opvallend meer vrouwelijke scharren. Ook Saborowski en Buckholz (1997) namen al waar bij Helgoland, dat in de herfst het aantal mannelijke scharren aanzienlijk daalt ten opzichte van de vrouwelijke scharren. Hieruit kan een hypothese gesteld worden dat de mannelijke scharren diepere delen prefereren om in te verblijven buiten de paaiperiode dan de vrouwelijke scharren.

6.2.4 Winter

In de wintermaanden waren er offshore volwassen scharren van 20 tot 24,9 centimeter aanwezig. Echter waren de kleinere volwassen scharren van 15 – 19,9 centimeter veel overvloediger aanwezig offshore en specifiek op een diepte van 23 meter.

In de kustzone werden ook nog veel juveniele scharren gevonden. Er werd vaak beschreven dat de jonge scharren emigreerden van de kustzone in de winter om koude temperaturen te vermijden (Bohl, 1957; Creutzberg en Fonds, 1971; Bolle et al., 1994; Grütjen et al., 2013). In deze studie waren de jonge scharren zeker nog aanwezig in de kustzone. Echter zijn de wintermaanden tussen 2016 en 2019 nooit zeer koud geweest en was de laagste temperatuur gemeten 4,6 °C. Dit zou kunnen

verklaren waarom de juvenielen hier wel nog steeds aanwezig waren, gezien er meestal wordt gesproken van 2 °C als trigger voor de scharren om te migreren (Creutzberg en Fonds; 1971).

Dat er in januari geen scharren werden gevonden, kan verklaard worden doordat er in die maand geen sampling werd uitgevoerd.

6.3 Verdere onderzoeken en conclusie

Het doel van dit onderzoek was om het voorkomen en de verspreiding van de schar aan te tonen in de Belgische Noordzee. Uit de resultaten is gebleken, dat de schar hier zeker voorkomt en voornamelijk tijdens de juveniele fase. Er werden ook adulte scharren gevonden maar dit eerder in mindere mate en meer offshore op grotere dieptes. In de zomer was de adulte schar afwezig in de Belgische Noordzee op de bemonsterde locaties.

Waarom op sommige specifieke plaatsen meer scharren voorkomen, moet nog verder onderzocht worden. In dit onderzoek werd er minimaal rekening gehouden met de omgevingsfactoren. Echter kan er wel gezien worden dat bijvoorbeeld in de winter adulte scharren enkel overvloediger voorkomen op locatie G (FTWT1BISS) en niet op de andere offshore locaties. Hierbij moet in verder onderzoek onderzocht worden hoe dit komt en aan welke factoren deze worden blootgesteld. Voorbeelden kunnen hiervan zijn: een ander bodemtype, andere methode van vissen of meer vangsten in die regio. Maar de gekozen offshore punten zijn bijvoorbeeld ook gelegen in de buurt van de windmolenparken (Kustportaal, 2020) en er moet dus gekeken worden of deze geen invloed hebben op het bentische leven.

Gezien er nog veel recente informatie ontbreekt over de verspreiding van de schar (Johnson et al., 2015), zou het praktisch zijn indien deze resultaten extrapoleerbaar zijn naar andere gebieden. Volgens Saborowski en Buchholz (1997) was het migratiegedrag van de schar moeilijk te vergelijken over de verschillende delen van de Noordzee. Echter zou dit wel mogelijk moeten zijn. Dit gezien al meerdere zelfde elementen van de verspreiding worden waargenomen over verschillende delen van de Noordzee, indien ze ongeveer dezelfde omgevingsfactoren hebben. Voorbeelden hiervan zijn het afwezig zijn van adulte scharren in Waddenzee in de zomermaanden of de mannelijke adulten die afwezig waren bij Helgoland in de winter en minder aanwezig offshore in het Belgische deel van de Noordzee. Er moet in de verschillende gebieden wel telkens rekening gehouden worden met de verschillende groeiratio's en verschillende leeftijden waarop de maturiteit wordt bereikt.

Door belangrijke verschillen tussen eigenschappen van de schar en andere platvissoorten, is het moeilijk onze resultaten te extrapoleren. Voorbeelden van dergelijke verschillen zijn de offshore kinderkamers, de opportunistische voedingsstijl, het dag-nacht ritme en de juveniele die op andere dieptes voorkomen dan andere juveniele platvissen (Bolle et al., 2001; De Raedemaecker et al., 2011; Johnson et al., 2015).

Tot slot kan het interessant zijn om dit onderzoek te herhalen in de toekomst, eventueel met meer aandacht voor de omgevingsparameters zoals bijvoorbeeld de temperatuur van het water, manier van visvangst door de visserijindustrie vlak voor het onderzoek of het bodemtype. Dit om op te volgen of de schar effectief de effecten van de opwarming van het zeewater ondervindt of andere omgevingsfactoren en zich meer noordwaarts verplaatst door de vorming van een suboptimaal habitat.

7 Literatuurlijst

- Amara, R., Laffargue, P., Dewarumez, J.M., Maryniak, C., Lagardère, F., Luczac, C., 2001. Feeding ecology and growth of 0-group flatfish (Southern Bight of the North Sea). *Journal of Fish Biology* 58, 788-803.
- Amara, R., Lagardere, F., Desaunay, Y., Marchand, J., 1999. Metamorphosis and estuarine colonisation in the common sole, *Solea solea* (L.): implications for recruitment regulation. *Oceanologica acta*, 23 (4), 469 – 484.
- Amiard, J., Amiard-Triquet, C., 2015. Quality Standard Setting and Environmental Monitoring. In: Amiard-Triquet, C., Amiard, J., Mouneyrac, C., *Aquatic Ecotoxicology: Advancing Tools for Dealing with Emerging Risks*. First Edition, Elsevier Inc., San Diego, CA, USA, pp. 51 – 77.
- ANIMALBASE.UNI-GROETTINGEN.de, 2005. Picture summary of *Limanda limanda*_01.JPG. <http://www.animalbase.uni-goettingen.de/zooweb/servlet/AnimalBase/home/picture?id=42> (geconsulteerd op 27 april 2020).
- Arnold, G.P., Cook, P.H., 1984. Fish migration by selective tidal stream transport: First results with a computer simulation model for the European continental shelf. In: McCleave, J.D., Arnold, G.P., Dodson, J.J., Neil, W.H., *Mechanisms of Migration in Fishes*. Plenum Press, New York, USA, pp 227 – 261.
- Barbut, L., Crego, C.G., Delerue-Ricard, S., Vandamme, S., Volckaert, F.A.M., Lacroix, G., 2019. How larval traits of six flatfish species impact connectivity. *Limnol. Oceanogr.* 64, 1150 – 1171.
- Beggs, S.E., Nash, R.D.M, 2007. Variability in settlement and recruitment of 0-groep dab *Limanda limanda* L. in Port Erin Bay, Irish Sea. *Journal of Sea Research* 58, 90 – 99.
- Beverton, R.J.H, Iles, T.C., 1992. Mortality rates of 0-group plaice (*pleuronectes platessa* L.) dab (*limanda limanda* L.) and turbot (*scophthalmus maximus* L.) in European waters: II. Comparison of mortality rates and construction of life table for 0-group plaice. *Netherlands Journal of Sea Research* 29, 49-59.
- Bohl, H., 1957. Die Biologie der Kliesche (*Limanda limanda* L.) in der Nordsee. *Berichte der Deutsch. Wissenschaftl. Kommission für Meeresforschung*. 15, p1-57.
- Bolle, L.J., Dapper, R., Witte, J.IJ., Van der Veer, H.W., 1994. Nursery grounds of dab (*Limanda limanda*) in the southern North Sea. *Netherlands Journal of Sea Research* 32, 299 – 307.
- Bolle, L.J., Rijnsdorp, A.D., Van der Veer, H.W., 2001. Recruitment variability in dab (*Limanda limanda*) in the southeastern North Sea. *Journal of Sea Research* 45, 255 – 270.
- Braber, J., De Groot, J., 1973. The food of five flatfish species (*Pleuronectiformes*) in the southern North Sea. *Netherlands Journal of Sea Research* 6, 163-172.
- Burton, D., 2010. Flatfish (*Pleuronectiformes*) chromatic biology. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 20, 31-46
- Campbell, M.A., Chanet, B., Chen, J., Lee, M., Chen, W., 2019. Origins and relationships of the pleuronectoidei: molecular and morphological analysis of living and fossil taxa. *Zoologica Scripta* 48, 640-656.
- Campos, W., Kloppmann, M., Von Westernhagen, H., 1994. Inferences from the horizontal distribution of dab *Limanda limanda* (L.) and flounder *Platichthys flesus* (L.) larvae in the southeastern North Sea. *Netherlands Journal of Sea Research* 32, 277-286.

- Creutzberg, F., Fonds, M., 1971. The seasonal variation in the distribution of some demersal fish species in the Dutch Wadden Sea. *Thalassia Jugoslavica* 7 (1), 13-23.
- Daan, N., Bromley, P.J., Hislop, J.R.G., Nielsen, N.A., 1990. Ecology of North Sea fish. *Netherlands Journal of Sea Research* 26 (2-4), 343 – 386.
- De Clerck, R., 1984. Tagging results of mature dab in the Southern Bight. ICES CM G11, 1-10.
- De Groot, S.J., 1969. Digestive system and sensorial factors in relation to the feeding behaviour of flatfish (pleuronectiformes). *J. Cons. Int. Explor. Mer* 32 (3), 385 – 395.
- De Groot, S.J., 1971. On the interrelationships between morphology of the alimentary tract, food and feeding behaviour in flatfishes (Pisces: pleuronectiformes). *Netherlands Journal of Sea Research* 5 (2), 121 – 196.
- De Plecker, L., 2013. Morfologie van de platvis met de tong (*Solea solea* L.) en de schol (*Pleuronectes platessa* L.) als typevoorbeelden. Masterproef, Master of Veterinary Medicine in de Diergeneeskunde, Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent, België.
- De Raedemaeker, F., Brophy, D., O'Connor, I., O'Neill, B., 2012. Dependence of RNA:DNA ratios and Fulton's K condition indices on environmental characteristics of plaice and dab nursery grounds. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 1, 60-70.
- De Raedemaeker, F., O'Connor, I., Brophy, D., Black, A., 2011. Macrobenthic prey availability and the potential for food competition between 0 year group *Pleuronectes platessa* and *Limanda limanda*. *Journal of Fish Biology* 79, 1918 – 1939.
- Dethlefsen, V., Lang, T., Koves, P., 2000. Regional patterns in prevalence of principal external diseases of dab *Limanda limanda* in the North Sea and adjacent areas 1992 – 1997. *Diseases of Aquatic organisms* 42. 119-132
- Devriese, L., Soetaert, M., Bekaert, K., Desender, M., Chiers, K., Decostere, A., Polet, H., 2015. Huidzweren bij vissen in het Belgische deel van de Noordzee: trends in prevalentie en exploratie van mogelijke oorzaken. ILVO mededeling 188. 1-20.
- EC.EUROPA.EUa, 2020. Fishing quotas. https://ec.europa.eu/fisheries/cfp/fishing_rules/tacs_en (geconsulteerd op 12 april 2020).
- EC.EUROPA.EUb, 2020. Integrated Coastal Management. https://ec.europa.eu/environment/iczm/index_en.htm. (geconsulteerd op 20 mei 2020)
- Eggleton, J.D., Depestele, J., Kenny, A.J., Bolam, S.G., Garcia, C., 2018. How benthic habitats and bottom trawling affect trait composition in the diet of seven demersal and benthivorous fish species in the North Sea. *Journal of Sea Research* 142, 132 – 146.
- EMODnet. 2019a. EMODnet Seabed habitats. <https://www.emodnet-seabedhabitats.eu/>. (Geconsulteerd op 27 februari 2020).
- Evans, S., 1983. Production, Predation and Food Niche Segregation in a Marine Shallow Soft-Bottom Community. *Marine Ecology – Progress series* 10, 147 – 157.
- FAO.org, 2020. *Limanda limanda*. [Http://www.fao.org/fishery/species/3361/en](http://www.fao.org/fishery/species/3361/en) (geconsulteerd op 30 april 2020)

- FISHBASE, 2020. Family Pleuronectidae – Righteye flounders. <https://www.fishbase.de/Summary/FamilySummary.php?Family=Pleuronectidae> (geconsulteerd op 14 april 2020)
- Geffen, A.J., Van der Veer, H.W., Nash, R.D.M., 2007. The cost of metamorphosis in flatfish. *Journal of Sea Research* 58, 35-45.
- Gibson, R.N., 1994. Impact of habitat quality on the recruitment of juvenile flatfishes. *Netherlands Journal of Sea Research* 32, 191 – 206.
- Gibson, R.N., 1997. Behaviour and the distribution of flatfishes. *Journal of Sea Research* 37, 241 – 256.
- Gibson, R.N., 2005. Flatfishes: biology and exploitation. In: *Fish and aquatic resources series 9*. Blackwell publishing, Oxford, England, pp. 1-9
- Gibson, R.N., Robb, L., Wennhage, H., Burrows, M.T., 2002. Ontogenetic changes in depth distribution of juvenile flatfishes in relation to predation risk and temperature on a shallow-water nursery ground. *Marine Ecology Progress series* 229, 233 – 244.
- Goldsmith, D., Rijnsdorp, A., Vitale, F., Heessen, H., 2015. Right-eyed flounders (Pleuronectidae). In: Heessen, H.J.L., Daan, N., Ellis, J.R., *Fish atlas of the Celtic Sea, North Sea, and Baltic Sea*. First Edition. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands, pp. 452 – 471.
- Graham, M., 1956. *Sea Fisheries, Their investigations in the United Kingdom*. Arnould Ltd, Londen, 389 pp.
- Grütjen, F., Lang, T., Feist, S., Bruno, D., Noguera, P., Wosniok, W., 2013. Hyperpigmentation in North Sea dab *Limanda limanda*. I. Spatial and temporal patterns and host effects. *Diseases of aquatic organisms* 103, 9-24.
- Gwak, W.S., Tsusaki, T., Tanaka, M., 2003. Nutritional condition, as evaluated by RNA/DNA ration, of hatchery-reared Japanese flounder from hatch to release. *Aquaculture* 219, 503 – 514.
- Henderson, P.A., 1998. On the variation in dab *Limanda limanda* recruitment: a zoogeographic study. *Journal of Sea Research* 40, 131-142.
- Hermant, M., Lobry, J., Bonhommeau, S., Poulard, J., Le Pape, O., 2010. Impact of warming on abundance and occurrence of flatfish populations in the Bay of Biscay (France). *Journal of Sea Research* 61 (1-2), 45 – 53.
- Hiddink, J.G., 1997. Experimental investigations on the effect of temperature on egg production larval quality and recruitment in flatfish. *NIOZ-Rapport* 1997 (4), 1 -44pp.
- Hinz, H., Kroncke, I., Ehrlich, S. 2005. The feeding strategy of dab *Limanda limanda* in the southern North Sea: linking stomach contents to prey availability in the environment. *Journal of Fish Biology* 67, 125-145
- Htun-Han, M., 1977. The reproductive biology of the dab *Limanda limanda* (L.) in the North Sea: Seasonal changes in the ovary. *J. Fish. Biol.* 13, 351 – 359.
- Hylland, K., Skei, B.B., Brunborg, G, Lang, T., Gubbins, M.J., le Goff, J., Burgeot, T., 2017. DNA damage in dab (*Limanda limanda*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) from European seas. *Marine Environmental Research* 124, 54 – 60.

- ICES. 2016. Report of the Workshop on Age reading of Dab (*Limanda limanda*) (WKARDAB2), 17–20 November 2015., Hamburg, Germany. ICES CM/SSGIEOM:12. 49 pp.
- ICES, 2017. EU request on a combined dab and flounder TAC and potential management measures besides catch limits. Report of ICES advisory Committee 2017 04, 1-8
- ICES, 2019a. Dab (*Limanda limanda*) in Subarea 4 and Division 3.a (North Sea, Skagerrak and Kattegat). In: Report of the ICES Advisory Committee, 2019. ICES Advice 2019, dab.27.3a4, 10pp.
- ICES, 2019b. Flounder (*Platichthys flesus*) in Subarea 4 and Division 3.a (North Sea, Skagerrak and Kattegat). In: Report of the ICES Advisory Committee, 2019. ICES Advice 2019, fle.27.3a4, 10 pp.
- Jennings, S., Pinnegar, J.K., Polunin, N.V.C., Boon, T.W., 2001. Weak cross-species relationships between body size and trophic level belie powerful size-based trophic structuring in fish communities. *Journal of Animal Ecology* 70, 934 – 944.
- Johnson, A.F., Gorelli, G., Jenkins, S.R., Hiddink, J.G., Hinz, H., 2015. Effects of bottom trawling on fish foraging and feeding. *Proceedings of the Royal Society B* 282, 1 – 10.
- KUSTPORTAAL, 2020. Kaartgegevens. http://kustportaal.be/geoviewer/index.php?lang=nl&layer_collections=KP_Overall#!/ (geconsulteerd op 7 mei 2020).
- Lang, T., 2002. Fish disease surveys in environmental monitoring: the role of ICES. *ICES Marine Science Symposia* 215, 202-212
- Lang, T., Dethlefsen, V., 1996. Fish Disease monitoring – a valuable tool for pollution assessment? *ICES CM* 1996/E 17, 1-18.
- Lang, T., Feist, S.W., Stentiford, G.D., Bignell, J.P., Vethaak, A.D., Wosniok, W., 2017. Diseases of dab (*Limanda limanda*): Analysis and assessment of data on externally visible diseases, macroscopic liver neoplasms and liver histopathology in the North Sea, Baltic Sea and off Iceland. *Marine Environmental Research* 124, 61-69.
- Lang, T., Wosniok, W., 2008. The Fish Disease Index: a method to assess wild fish disease data in the context of marine environmental monitoring. *ICES* 2008/D:01, 1-13.
- Lange, U., Greve, W., 1997. Does Temperature Influence the Spawning Time, Recruitment and Distribution of Flatfish via its Influence on the Rate of Gonadal Maturation. *German Journal of Hydrography* 49 (2-3), 251 – 263.
- Lee, C.K.C., 1972. The Biology and Population Dynamics of common dab *Limanda limanda* in the North Sea. PhD thesis, University of East Anglia, 104 pp.
- Lozán, J., 1992. Sexual differences in food intake, digestive tract size, and growth performance of the dab, *Limanda limanda* (L.). *Netherlands Journal of Sea Research* 29, 223 – 227.
- Martinez, G.M., Bolker, J.A., 2003. Embryonic and Larval Staging of Summer Flounder (*Paralichthys dentatus*). *Journal of morphology* 22, 162 – 176.
- McMenamin, S.K., Parichy, D.M., 2013. Metamorphosis in Teleosts. *Curr Top Dev Biol.* 103, 127 – 165.
- Miller, D.C.M., Verkempynck, R., 2016. Fisheries management controls for dab in The North Sea. In: *IMARES report C040/16*, 2016. IMARES Wageningen UR, IJsmuiden, The Netherlands, pp 1-31

- Munk, P., Fox, C.J., Bolle, L.J., Van Damme, C.J.G., Fossum, P., Kraus, G., 2009. Spawning of North Sea fishes linked to hydrographic features. *Fisheries Oceanography* 18 (6), 458 – 469.
- Munroe, T., 2005. Systematic diversity of the Pleuronectiformis. In: Gibson, R., *Flatfishes: biology and exploitation*, first edition. Blackwell Publishing, Oxford, England, pp. 10-41.
- Osse, J.W.M., Van den Boogaart, J.G.M., 1997. Size of flatfish larvae at transformation, functional demands and historical constraints. *Journal of Sea Research* 37, 229 – 239.
- Papadamakis, P., 2014. Common dab (*Limanda limanda*) fisheries biology in the Northumberland coast (NE, England); Preliminary age and growth study in order to introduce a Minimum Landing Size (MLS) restrictions for the future. Thesis, International Marine Environmental Consultancy, Newcastle University, United Kingdom.
- Piet, G.J., Pfisterer, A.B., Rijnsdorp, A.D., 1998. On factors structuring the flatfish assemblage in the southern North Sea. *Journal of Sea Research* 40, 143 – 152.
- Pope, J.G., MacDonald, D.S., Daan, N., Reynolds, J.D., Jennings, S., 2000. Gauging the impact of fishing mortality on non-target species. *ICES Journal of Marine Science* 57, 689 – 696.
- Posthumus, R., Rijnsdorp, A., 2016. Over vis, vooral platte, In: *Schol in de Noordzee*, first edition. Atlas contact, Amsterdam, Nederland, pp 10-35
- Rijnsdorp, A.D., Vethaak, A.D., Van Leeuwen, P.I., 1992. Population biology of dab *Limanda limanda* in the southern North Sea. *Marine ecology progress series* 91, 19 – 35.
- Russel, F.G., 1976. *The Eggs and Planctonic Stages of British Marine Fishes*. Academic Press, London, UK. 254 pp.
- Rutterford, L.A., Simpson, S.D., Jennings, S., Johnson, M.P., Blanchard, J.L., Schön, P., Sims, D., Tinker, J., Genner, M.J., 2015. Future fish distributions constrained by depth in warming seas. *Nature Climate Change* 5 (6), 569-573
- Saborowski, R., Buchholz, F., 1997. Some observations on the seasonal distribution of dab, *Limanda limanda*, in the southern North Sea. *Helgoländer meeresuntersuchungen* 51, 41 – 51.
- Saele, O., Solbakken, S., Watanabe, K., Hamre, K., Power D., Pittman, K., 2004. Staging of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) from first feeding through metamorphosis, including cranial ossification independent of eye migration. *Aquaculture* 239, 445-465.
- Schreiber, A.M., 2005. Asymmetric craniofacial remodelling and lateralized behaviour in larval flatfish. *The Journal of Experimental Biology* 209, 610 – 621.
- Schreiber, A.M., 2013. Flatfish: An asymmetric perspective on metamorphosis. *Developmental Biology* 103, 167-194.
- Schückel, S., Sell, A.F., Kröncke, I., Reiss, H., 2012. Diet overlap among flatfish species in the southern North Sea. *Journal of Fish Biology* 80, 2571-2594.
- Suzuki, T., Tanaka, M., 2015. Development and regulation of external asymmetry during flatfish metamorphosis. In: Gibson, R.N., Nash, R., Geffen, A., Van der Veer, H., *Flatfishes biology and exploitation*. Second Edition. Wiley Blackwell, Ames, Iowa, USA, pp. 171-181
- Torreele, E., Vandecasteele, L., Nimmegeers, S., 2018. Commercieel geëxploiteerde soorten vis- en schelpdieren (D3). In: *Herziening van de initiële beoordeling voor de Belgische mariene wateren: Kaderrichtlijn mariene strategie – art 7, lid 1a en 1b*, Belgische staat, Brussel, België, pp. 15 – 24.

- Van Bogaert, T., Platteau, J., 2018. Uitdagingen voor de Vlaamse visserij. Visserijrapport 2018. Departement Landbouw en Visserij, Brussel, België, pp 1- 65.
- Van der Land, M., 1991. Distribution of flatfish eggs in the 1989 egg survey in the southeastern North Sea, and mortality of plaice and sole eggs. *Netherlands Journal of Sea research* 27, 277-266.
- Van der Veer, H.W., Berghahn, R., Miller, J.M., Rijnsdorp, A.D., 2000. Recruitment in flatfish, with special emphasis on North Atlantic species: Progress made by the Flatfish Symposia. *Journal of Marine Science* 57, 202-215.
- Van Hoey, G., Devriese, L., Bekaert, K., 2018. Commercieel geëxploiteerde soorten vis- en schelpdieren (D3). In: Herziening van de initiële beoordeling voor de Belgische mariene wateren: Kaderrichtlijn mariene strategie – art 7, lid 1a en 1b, Belgische staat, Brussel, België, pp. 102-105.
- Van Landschoote, E., 1986. Ecologische onderzoek van de visfauna in de kustwateren ter hoogte van de Zwinmonding. Masterproef, faculteit Wetenschappen, Rijksuniversiteit Gent, België.
- Vercauteren M., Van Hoey G., Decostere A., Boyen F., Ampe B., Devriese L., Chiers, K., In press. Influence of pathogens, fish-related characteristics and environmental factors on the development of skin ulcerations in wild common dab (*Limanda limanda*).
- Vercauteren, M., De Swaef, E., Declercq, A., Bosseler, L., Gulla, S., Balboa, S., Romalde, J.L., Devriese, L., Polet, H., Boyen., et al., 2018. First isolation of *Vibrio tapetis* and an atypical strain of *Aeromonas Salmonicida* from skin ulcerations in common dab (*Limanda limanda*) in the North Sea. *Journal of Fish diseases* 41, 329 – 335.
- Verlé, K., Sys, K., Pecceu, E., Verleye, T., van Winsen, F., Lescrauwaet, A., 2020. The Re-Emergence of Small-Scale Fisheries in Belgium? – and Enquiry. In: Pascual-Ferández, J., Pita, C., Bavinck, M., Small-Scale Fisheries in Europe: Status, Resilience and Governance, Volume 23, Springer, Cham, Switzerland, pp. 369 – 394.
- Vethaak, A.D., Bucke, D., Lang, T., Wester, P.W., Jol, J., Carr, M., 1992. Fish disease monitoring along a pollution transect: a case study using dab *Limanda limanda* in the German Bight. *Marine ecology progress series* 91, 173-192.
- Vethaak, A.D., Jol, J.G., Pieters, J.P.F., 2009. Long-term trends in the prevalence of Cancer and other major diseases among flatfish in the Southeastern North Sea as indicators of changing ecosystem health. *Environ. Sci. Technol.* 43, 2151-2158.
- VLAM.BE, 2019, visvangst in waarde 2008-2019. https://www.vlam.be/public/uploads/files/feiten_en_cijfers/vis/Visvangst_in_waarde_2009-2018.pdf (geconsulteerd op 30/01/2020).
- Vrooman, J., de Vries, M., Tulp, I., 2020. Seizoensveranderingen in vis en epibenthos in de Waddenzee: pilotproject maandelijkse monitoring. CVO rapport 20.006, IJmuiden, Nederland, pp. 1-20.
- Wright, P.J., Pinnegar, J.K., Fox, C., 2020. Impacts of climate change on fish, relevant to the coastal and marine environment around the UK. *MCCIP Science Review 2020*, 354–381.
- Yang, J., 1982. An estimate of the fish biomass in the North Sea. *J. Cons. Int. Explor. Mer* 40, 161 – 172.

8 Bijlages

Tabel 1: Locaties van samplingplaatsen in het Belgische deel van de Noordzee en de hoeveelheid (N) gevangen scharren in de periode van 2015 tot 2019.

SAMPLING PLAATS CODE	GEOGRAFISCHE COORDINATEN	N _{TOTAAL}	N _{GEZOND}	N. SAMPLING CAMPAGNES MET SCHARVANGST
120	N51°11'985; E2°42'348	952	927	19
215	N51°16'855; E2°37'158	787	732	21
230	N51°08'609; E2°51'537	66	63	3
330	N51°26'720; E2°48'699	13	13	3
340	N51°29'508; E2°59'647	67	67	3
1402	N51°16'599; E2°58'076	38	37	7
2252	N51°14'716; E2°44'963	1379	1325	22
7802	N51°28'572; E3°03'492	601	570	19
7002	N51°23'635; E3°14'938	1	1	1
140BISS	N51°21'494; E3°03'668	5	3	9
ARM1	N51°21'575; E2°57'348	2	2	1
ARM2	N51°23'340; E3°01'279	1	1	1
ARM33	N51°15'322; E2°39'827	19	17	1
DIEP01	N51°29'197; E3°04'302	28	28	1
BRN01	N51°18'495; E2°36'795	372	345	21
DYFS18	N51°18'351; E2°47'443	372	353	1
DYFS20	N51°18'954; E2°43'207	32	31	1
DYFS28	N51°18'791; E2°39'757	12	12	1
FT71010S	N51°25'823; E3°07'644	31	25	1
FT7102S	N51°26'219; E3°06'528	55	51	1
FTWT1BISS	N51°30'670; E2°54'175	713	666	15
FTWT3BISS	N51°31'372; E2°52'585	135	129	14
KNOK1	N51°28'220; E3°14'242	2	2	1
OOST	N51°13'132; E2°51'299	13	13	1
PULS1	N51°20'466; E2°56'349	1	0	1
PULS2	N51°23'342; E3°03'027	0	0	1
PULS3	N51°28'026; E3°10'216	10	5	1
PULS4	N51°22'162; E3°04'151	0	0	1
PULS5	N51°23'521; E2°28'293	1	1	1
STAT17	N51°10'069; E2°44'191	141	134	1
STAT23	N 51°9'694; E2°37'848	93	87	1
TB01	N51°30'217; E2°48'738	527	490	19

VLI17	N51°20'988; E2°40'707	66	64	2
VLI17-1	N51°25'162; E3°01'015	2	2	1
VLI17-2	N51°24'529; E3°05'641	16	15	2
VLI27	N51°13'721; E2°39'902	29	25	1
WEST01	N51°11'084; E2°40'519	151	149	2
WEST02	N51°10'093; E2°34'093	0	0	1
YE138	N51°19'712; E2°39'959	181	164	1
TRAP1	N51°06'482; E2°34'467	0	0	1
ZEEB1	N51°20'318; E3°07'992	0	0	1