



VERRIJKING VOOR ELASMOBRANCHEN IN GEVANGENSCHAP

Laetitia Geraets

Omslag: Roest, 2021

VERRIJKING ELASMOBRANCHEN IN GEVANGENSCHAP

ELASMOBRANCH ENRICHMENT IN CAPTIVITY

Laetitia H. M. Geraets

Student Toegepaste Biologie, Aeres hogeschool, Almere, Nederland

Afstudeerdocent: Danny Meriën

In associatie met Dolfinarium Harderwijk

Lelystad, 6 januari 2023

VOORWOORD

Voor u ligt de scriptie ‘Verrijking elasmobranchen in gevangenschap’. Het onderzoek voor deze scriptie is uitgevoerd bij het Dolfinarium in Harderwijk tijdens mijn afstudeerstage. Deze scriptie is geschreven in het kader van mijn afstuderen aan de opleiding Toegepaste Biologie aan de Aeres Hogeschool Almere. Van september 2021 tot en met januari 2023 ben ik bezig geweest met het onderzoek en het schrijven van de scriptie.

Tijdens mijn afstudeerstage bij het Dolfinarium merkte ik al snel dat de haaien en roggen die gehouden werden vaak stereotypisch gedrag vertoonden. Waar de zeezoogdieren in het park verschillende vormen van verrijking aangeboden krijgen, was dat bij deze dieren niet. Dit spoorde mij aan om hier onderzoek naar te doen en bij te dragen aan verbetering van het welzijn.

Tijdens het schrijven van dit onderzoek stonden mijn stagebegeleider, Monique Timmner, en mijn begeleider vanuit mijn opleiding, Danny Meri  n, altijd voor mij klaar. Zij hebben steeds mijn vragen beantwoord of feedback geleverd waardoor ik verder kon met mijn onderzoek. Bij deze wil ik graag mijn begeleiders bedanken voor de fijne begeleiding en hun ondersteuning tijdens dit traject.

Tevens wil ik mijn collega’s bij het Dolfinarium graag bedanken voor de fijne samenwerking. Ik heb vaak met hen op effectieve wijze kunnen sparren over mijn onderzoek en waar nodig stonden zij klaar om mij te ondersteunen. Verder wil ik mijn vrienden en familie bedanken voor hun morele support tijdens het schrijfproces. Tot slot wil ik twee vrienden, Feia van de Bilt en Noëlle de Reus, in het bijzonder bedanken. Hun kennis en motiverende woorden hebben mij geholpen deze scriptie tot een goed einde te brengen.

Ik wens u veel leesplezier toe.

Laetitia Geraets

Lelystad, 6 januari 2023

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	4
ABSTRACT	5
1. INLEIDING	6
2. MATERIAAL EN METHODE	11
2.1. ONDERZOEKSLOCATIE	11
2.2. GEDRAGSOBSERVATIES	13
2.2.1. ACTIVITEITENPATROON.....	15
2.2.2. VERRIJKING	15
2.3. DATA-ANALYSE.....	189
3. RESULTATEN	20
3.1. ACTIVITEITENPATROON	20
3.2. VERRIJKING.....	22
4. DISCUSSIE	25
5. CONCLUSIE & AANBEVELINGEN	27
6. BIBLIOGRAFIE	29
BIJLAGEN	34
BIJLAGE A: AANWEZIGE DIEREN	34
BIJLAGE B: RESULTATEN	36
BIJLAGE C: SPSS RESULTATEN	42

SAMENVATTING

Elasmobranchen, beter bekend als haaien en roggen, worden algemeen gehouden in aquaria over de hele wereld. Aquariumwelzijn is onder bestudeerd in vergelijking met terrestrische dieren in gevangenschap. Hoewel ze op grote schaal worden gehouden, zijn er maar weinig gepubliceerde studies die het welzijn en omgevingsverrijking van deze dieren in gevangenschap hebben onderzocht.

Het doel van dit onderzoek is om voorkeuren te identificeren voor verrijkmethode en hoe dit toegepast kan worden bij elasmobranchen die in aquaria gehouden worden. Hiervoor is de volgende onderzoeksvraag opgesteld: Op welke manier kan gedragsverrijking worden toegepast bij elasmobranchen?

Om antwoord te kunnen geven op de onderzoeksvraag zijn gedragsexperimenten uitgevoerd waarbij is gekeken naar het activiteitenpatroon, de interactie met verrijkingselementen en het effect van gedragsverrijking op stereotypisch gedrag. De onderzoeksresultaten zijn geanalyseerd met MANOVA, one-way-ANOVA en gewone *t*-toetsen. Uit deze resultaten is gebleken dat elasmobranchen een voorkeur tonen voor nutritionele gedragsverrijking over sensorische gedragsverrijking, en dat het implementeren van gedragsverrijking geen positieve of negatieve invloed heeft op het vertonen van stereotypisch gedrag.

Op basis hiervan is geconcludeerd dat elasmobranchen interesse hebben in verschillende vormen van gedragsverrijking, maar dat de onderzochte verrijkingselementen geen invloed hebben op het vertonen van stereotypisch gedrag. Eventuele vervolgonderzoeken zouden zich kunnen focussen op andere vormen van gedragsverrijking of zich specifieker kunnen richten op haaien of roggen, in plaats van globaal elasmobranchen.

ABSTRACT

Elasmobranchs, better known as sharks, rays, and skates, are commonly kept in aquariums around the world. Very little research has been conducted on aquarium welfare compared to the welfare of terrestrial animals in captivity. Although they are widely kept, few published studies have researched the welfare of these animals in captivity.

The aim of this study is to identify preferences for enrichment methods and how this can be applied to elasmobranchs kept in aquaria. Therefore, the following research question was formulated: How can behavioural enrichment be applied to elasmobranchs?

To answer the research question, behavioural experiments which looked at the activity pattern, the interaction with enrichment elements and the effect of behavioural enrichment on stereotypical behaviour, were conducted. The results were analysed using MANOVA, one-way-ANOVA, and *t*-tests. These showed that elasmobranchs prefer nutritional enrichment over sensory enrichment, and that implementing behavioural enrichment has no positive or negative influence on displaying stereotypical behaviour.

Therefore, it was concluded that elasmobranchs are interested in different forms of behavioural enrichment, but that the enrichment elements studied do not influence the display of stereotypical behaviour. Possible follow-up studies could focus on other forms of behavioural enrichment or target sharks, rays, or skates more specifically, rather than elasmobranchs in general.

1. INLEIDING

De internationale wetgeving en richtlijnen voor vissen onder professionele zorg worden steeds gedetailleerder en erkennen vaak dat verrijking nodig kan zijn om een goed welzijn te garanderen (Bull, 2002; Smith & O'Connell, 2014; Batt et al., 2005; Johansen et al., 2005; Kihlslinger & Nevitt, 2006; Arechavala-Lopez et al., 2019). Aquariumwelzijn is onder bestudeerd in vergelijking met terrestrische dieren in gevangenschap en er zijn weinig studies naar het welzijn en de omgevingsverrijking van elasmobranchen in gevangenschap (Näslund & Johnsson, 2016), wat de schaarste weerspiegelt van welzijnsstudies in aquaria als geheel. Elasmobranchii (haaien en roggen) worden algemeen gehouden in aquaria over de hele wereld. Hoewel ze op grote schaal worden gehouden, zijn er maar weinig gepubliceerde studies die het welzijn van deze dieren in gevangenschap hebben onderzocht.

De definitie van welzijn is omstreden en de meeste definities vallen uiteen in drie verschillende benaderingen: gebaseerd op gevoelens, functies of natuur (Huntingford et al., 2006). Volgens Spruijt et al. (2001) is welzijn de door het dier waargenomen dynamische balans van positieve en negatieve ervaringen. Andere auteurs, zoals Mellor (2016), stellen dat het de algemene doelstelling is om mogelijkheden te bieden voor dieren om te gedijen, en niet alleen om te overleven. In veel definities is er een overeenkomst dat hoe het dier de kwaliteit van zijn leven ervaart centraal staan.

Het wordt algemeen aanvaard dat goed welzijn niet alleen de afwezigheid van negatieve affectieve toestanden¹ omvat, maar ook de aanwezigheid van positieve, en dat er daarom behoefte is aan het identificeren en valideren van positieve welzijnsindicatoren (Miller et al., 2020). Hoewel het concept van gedragsdiversiteit niet is gevalideerd als een positieve indicator van welzijn, suggereert de review van Miller et al. (2020) dat het een belangrijke positieve indicator zou kunnen zijn voor het beoordelen van welzijn. Gedragsdiversiteit kan worden gedefinieerd als een maat voor zowel de rijkdom aan soortspecifiek gedrag (aantal gedragingen) als de gelijkmatigheid (frequentie van elk gedrag). Gedragsdiversiteit blijkt vaak hoger te zijn na het bieden van verrijking of het verhogen van de habitatcomplexiteit.

¹ Negatieve emoties en expressie, waaronder pijn, lethargie, angst en stress

Verrijking, wat opgedeeld kan worden in gedragsverrijking en omgevingsverrijking, is een principe wat ernaar streeft de kwaliteit van leven van in gevangenschap gehouden dieren te verbeteren. Dit wordt gedaan door het aanbieden van (nieuwe) prikkels (Shepherdson, 1998). De meeste studies naar verrijking hebben de invloed van verrijking op gedragsdiversiteit onderzocht, aangezien dit een van de oorspronkelijke doelstellingen was van verrijkingsprogramma's (Young, 2003); er zijn echter zeer weinig studies gedaan bij aquatische soorten.

Het is al geaccepteerd dat dieren die in aquaria worden gehouden omgevingsverrijking nodig hebben om hun welzijn te waarborgen (Colbachini et al., 2021). Daarnaast kan verrijking het algehele activiteitsniveau van het dier verhogen (Reihling, 2001); het bieden van afwisseling in het zoeken en vinden van voedsel zou ook kunnen leiden tot een beter welzijn van de dieren (Näslund & Johnsson, 2016).

Het verhogen van de complexiteit van leefomgevingen met omgevingsverrijking kan een natuurlijke leefomgeving bevorderen, wat meer foerageergedrag kan stimuleren (Näslund & Johnsson, 2016; Kuppert, 2013). Het gebruik van verrijking verschilt per soort, leeftijd, geslacht en voortplantingstoestand. Idealiter wordt rekening gehouden met de behoeften van het individuele dier in plaats van een one size fits all-benadering die wordt toegepast op een populatie of reeks van soorten (Corcoran, 2015).

Van elasmobranchen wordt vaak ten onrechte gedacht dat ze zich beperken tot instinctieve reacties en simplistisch gedrag maar het wordt steeds duidelijker dat ze in staat zijn om te leren en complexe gedragsrepertoires uit te voeren (Fuller & Trychta, 2015). De sterk ontwikkelde zintuigen van elasmobranchen hebben een belangrijke invloed op hun gedrag en leervermogen. Elasmobranchen hebben dezelfde zintuigen als de mens (gezichtsvermogen, gehoor, chemoreceptie en mechanoreceptie) en daarnaast nog een extra zintuig (elektroreceptie) (Sabalones et al., 2004). Het gebruik van verrijkingselementen zoals voederbuizen voor roggen (*Raja clavata*, *R. montagui* en *R. undulata*) is nuttig gebleken om hun zintuigen te stimuleren en foerageergedrag aan te moedigen dat zij ook in hun natuurlijke leefomgeving zouden vertonen (Clark & King, 2008; Corcoran, 2015; Colbachini et al., 2021). Tijdens het gebruik van dit verrijkingselement werd de verwachte reactie

consequent waargenomen en geregistreerd, en wordt geadviseerd deze verrijking toe te passen wanneer het resulterende gedrag wordt nagestreefd (Monreal-Pawlowsky et al., ter perse). Het aandeel van de aquaria die elasmobranchen opzettelijk trainen of conditioneren is in de loop van de tijd geleidelijk toegenomen. Er is een duidelijke stijging te zien in de afgelopen jaren van 34,1% in 1993, tot 46,4% in 2003, tot 88,8% in 2013 (Janse et al., 2004; Janssen et al., 2017).

Het optreden van abnormale stereotype gedragingen wordt vaak gebruikt om stress aan te tonen bij dieren in gevangenschap en wordt gedefinieerd als herhaalde opeenvolgingen van abnormale gedragingen die geen functie of geen duidelijk nut lijken te hebben voor het dier (Dawkins, 1988; Waples & Gales, 2002; Mason et al., 2007). Er wordt gesuggereerd dat stereotypieën kunnen ontstaan wanneer het dier wordt geconfronteerd met een omgeving waarvoor het niet is geëvolueerd (bijvoorbeeld beperkte leefruimte), wat een bepaalde gedragsrespons uitlokt en constante stress veroorzaakt die de hersenfunctie beïnvloedt (Mason et al., 2007; Clubb & Mason, 2007). Stereotypieën die bij elasmobranchen worden waargenomen zijn surface breaking behaviour (SBB), bobbing (BOB) en spiralling (SP). SBB wordt omschreven als het zwemmen met de kop/snuit boven het wateroppervlak. BOB is het herhaaldelijk op en neer bewegen langs de zijkant van het bassin terwijl het individu verticaal rust. SP wordt beschreven als horizontaal of verticaal rond een centraal punt zwemmen in een back flip beweging. SBB, BOB en SP zijn abnormale gedragingen die vaak worden waargenomen bij elasmobranchen in gevangenschap en kunnen geassocieerd worden met voederschema's (Casamitjana, 2004): de gedragingen kunnen worden verminderd door veranderingen in de toediening van voedsel (Scott et al., 1999), door het verstrekken van voedsel op de bodem van het bassin in plaats van drijvend aan het oppervlak. SBB/BOB komt bij roggen echter niet altijd voor in de buurt van voedertijden (Grossman, 2005; Villacis, 2020), wat suggereert dat het gedrag stereotype kan zijn geworden.

Voor veel elasmobranchen is de natuurlijke leefomgeving vaak vrij dynamisch (Sabalones et al., 2004; Sims et al., 2005). Daarom kan het toevoegen van nieuwe objecten een verrijkende waarde hebben. Hoewel haaien en roggen waarschijnlijk geen spelgedrag vertonen (zoals bij zeezoogdieren), kunnen nieuwe objecten - drijvend aan de oppervlakte, in het water of liggend op de bodem - stereotype zwempatronen verstoren. Naast het ontwerp van de

bassins kunnen ook andere factoren (bijvoorbeeld voedertechnieken, lichtregimes, et cetera) het gedrag in gevangenschap beïnvloeden en dus mogelijkheden bieden voor verrijking. Het kan een uitdaging zijn om elasmobranchen te verrijken en natuurlijk gedrag te bereiken of de frequentie hiervan te verhogen. Wat natuurlijk gedrag voor elasmobranchen precies inhoudt, is vaak subjectief en vatbaar voor discussie. Roggen zijn epibenthische² elasmobranchsoorten die vaak worden gezien in openbare aquaria over de hele wereld (Greenway et al., 2016). In het wild brengen ze het grootste deel van hun tijd gedeeltelijk ingegraven in substraten door (Dehart, 2004; Nottage & Perkins, 1983) en hun leefomgeving wordt enigszins gerepliceerd in gevangenschap. Roggen zijn hinderlaagpredators of benthische aaseters (Wearmouth et al., 2014) en de vaak waargenomen SBB en BOB stereotypes zijn waarschijnlijk niet natuurlijk gezien hun evolutionaire geschiedenis en gedragsecologie. Het breken van de oppervlakte kan zelfs ongewild worden aangemoedigd door aquaria omdat het publiek de dieren dan kan zien en in sommige collecties kan aanraken (via touchpools (Biasetti et al., 2020)).

Onderzoeken naar aquariumwelzijn zijn ondervertegenwoordigd in vergelijking met onderzoeken naar terrestrische dieren in gevangenschap. Uit de studies die uitgevoerd zijn is gebleken dat dieren die in aquaria worden gehouden omgevingsverrijking nodig hebben om hun welzijn te waarborgen. Het gebruik van verrijkingselementen en het verhogen van de complexiteit van leefomgevingen is nuttig gebleken om de zintuigen van elasmobranchen te stimuleren. Dit moedigt hen aan tot het uitvoeren van natuurlijk- en foerageergedrag dat zij ook in hun natuurlijke leefomgeving zouden vertonen. Wat natuurlijk gedrag voor elasmobranchen precies inhoudt, is vaak subjectief en vatbaar voor discussie. Voor veel elasmobranchen is de natuurlijke leefomgeving vaak vrij dynamisch. Daarom kan het toevoegen van nieuwe objecten een verrijkende waarde hebben en hoewel haaien en roggen waarschijnlijk geen spelgedrag vertonen, kunnen nieuwe objecten stereotype zwempatronen verstoren. Verder zijn er weinig studies naar het welzijn en de omgevingsverrijking van elasmobranchen in gevangenschap gedaan. Om bij te dragen aan de kennis over welzijn en omgevingsverrijking van elasmobranchen is deze studie uitgevoerd. Welzijnsverbeteringen zijn noodzakelijk om de fysieke en mentale gezondheid van elasmobranchen te garanderen (Näslund & Johnsson, 2016). Het doel van deze studie is om via gedragsexperimenten te onderzoeken welke verrijkingsmethode het meest effectief is om stereotype gedragingen te

² Organismen die leven op of net boven de bodemafzettingen in een waterlichaam.

verminderen. De resultaten van dit onderzoek kunnen gebruikt worden door dierenparken, dolfinaria en aquaria om het welzijn van hun elasmobranchen te verbeteren.

De hoofdvraag van deze studie en de ondersteunde deelvragen zijn als volgt opgesteld:

- Op welke manier kan gedragsverrijking worden toegepast bij elasmobranchen?
- Wat is het activiteitenpatroon van elasmobranchen in verschillende levensstadia (pasgeboren, juveniel, volwassen) die in aquaria gehouden worden?
- Aan welk type gedragsverrijking (nutritioneel of sensorisch) geven elasmobranchen de voorkeur?
- Wat is het effect van gedragsverrijking op het vertonen van stereotypisch gedrag bij elasmobranchen?

Om antwoord te geven op de onderzoeksvragen wordt er gedragsonderzoek gedaan aan de hand van een ethogram en een kwantitatieve data-analyse. De verwachting is dat het activiteitenpatroon tussen levensstadia significant zal verschillen, en dat volwassen elasmobranchen meer stereotypisch gedrag vertonen. Dit zal kunnen komen doordat pasgeboren elasmobranchen, en juveniele tot een bepaalde mate, meer de ruimte krijgen om hun natuurlijke gedrag te vertonen. Verder wordt er verwacht dat elasmobranchen een voorkeur hebben voor nutritionele gedragsverrijking over sensorische gedragsverrijking. Nutritionele verrijking heeft een groot voordeel over sensorische verrijking, namelijk de aanwezigheid van voedsel. Bij voedselgerichte dieren betekent dit dat de aandacht dus sneller gegrepen is met nutritionele verrijking dan met sensorische verrijking. Hierbij wordt er dus tevens ook verwacht dat elasmobranchen voedselgericht zullen zijn. Als laatste wordt er verwacht dat gedragsverrijking het vertonen van stereotypisch gedrag significant zal verminderen. Deze verwachting komt voort uit de gedachtegang dat de dieren door het gebruik van gedragsverrijking zich minder in negatieve affectieve toestanden zullen bevinden en hierdoor minder stereotype gedrag zullen vertonen.

Het volgende hoofdstuk van deze scriptie gaat in op de onderzoeksmethode. Vervolgens beschrijft hoofdstuk 3 de kwantitatieve data-analyse en de resultaten hiervan. In hoofdstuk 4 wordt de discussie gepresenteerd. Ten slotte biedt hoofdstuk 5 de conclusie en aanbevelingen voor aquarianen.

2. MATERIAAL EN METHODE

2.1. ONDERZOEKSLOCATIE

De waarnemingen werden verricht in negen bassins in het Roggenrif van het Dolfinarium. Het onderzoek is verricht met negen bassins, zie figuur 2.1. De eerste drie bassins bevatte volwassen exemplaren (bassin 1, 2 en 3), drie andere bassins bevatten juvenielen (bassin 4, 5 en 6), en de laatste drie bassins bevatten pasgeboren dieren (bassin 7, 8 en 9). De bassins zijn hieronder beschreven en terug te vinden in tabel 2.1. Voor een uitgebreidere tabel van de bassins wordt doorverwezen naar bijlage A, tabel A.1.

Bassin 1:

Touchpool van 180.000 L met 64 volwassen hondshaaien (*Scyliorhinus canicula*), 12 kathaaien (*Scyliorhinus stellaris*), drie gevlekte gladde haaien (*Mustelus asterias*), 66 stekelroggen (*Raja clavata*), vier gevlekte roggen (*Raja montagui*), 32 kleinoogroggen (*Raja microocellata*) en 14 golfroggen (*Raja undulata*), samen met verschillende beenvissen. De dieren kunnen in contact komen met het publiek, bezoekers kunnen de haaien en roggen aanraken en voeren. Watertemperatuur varieerde van 12-14 °C.

Bassin 2:

Een volwassen pijlstaartrog (*Dasyatis pastinaca*) werd gehouden in een 24.000 L bassin, samen met verschillende beenvissen. Watertemperatuur werd op 16-17 °C gehouden.

Bassin 3:

Vijf volwassen hondshaaien werden gehouden in een 24.000 L bassin, samen met verschillende beenvissen. Watertemperatuur werd op 10-11 °C gehouden.

Bassin 4:

Dit bassin is ingesloten in de touchpool, maar de dieren hebben geen contact met het publiek. Het bassin huisvest 11 hondshaaien, twee kathaaien, vijf stekelroggen en twee kleinoogroggen, allen juveniel, en een volwassen gevlekte gladde haai, samen met verschillende beenvissen. Watertemperatuur varieerde van 12-14 °C.

Bassin 5:

Vijf juveniele kleinoogroggen en twee juveniele kathaaien worden in een 3.200 L bassin gehouden. Watertemperatuur varieerde van 12-13 °C.

Bassin 6:

Een juveniele golfrog en twee juveniele stekelroggen worden in een 450 L bassin gehouden. Watertemperatuur varieerde van 12-13 °C.

Bassin 7:

In dit 270 L bassin bevonden zich tien pasgeboren hondshaaien. De watertemperatuur varieerde van 12-13 °C.

Bassin 8:

In dit 120 L bassin bevonden zich vier pasgeboren roggen, waarvan twee stekelroggen, een gevlekte rog en een kleinoogrog. De watertemperatuur werd op 16-17 °C gehouden.

Bassin 9:

In dit 85 L bassin werden twee pasgeboren kathaaien gehouden. De watertemperatuur werd op 16-17 °C gehouden.

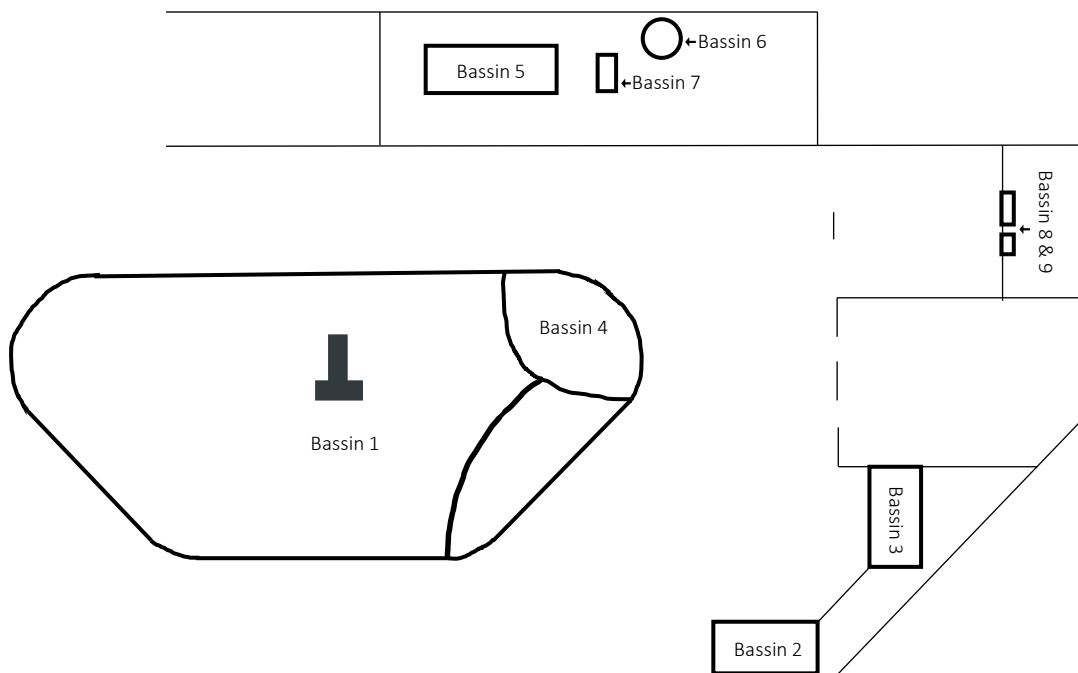
TABEL 2.1

INDELING BASSINS MET HET VOLUME EN AANTAL DIEREN

Bassin	Volume (L)	Aantal dieren
1	180.000	195
2	24.000	1
3	24.000	5
4	4.000	21
5	3.200	7
6	450	3
7	270	10
8	120	4
9	85	2

FIGUUR 2.1

INDELING VAN DE BASSINS OP HET ROGGENRIF



2.2. GEDRAGSOBSERVATIES

Om de onderzoeksvragen te beantwoorden is er een ethogram opgesteld met gedragingen die gedefinieerd zijn door Greenway et al. (2016) en Dogu et al. (2011) en door de auteur zijn waargenomen, te zien in tabel 2.2. Een groot deel van deze beschreven gedragingen komen bij zowel haaien als roggen voor. (Verticaal) ingraven en spiralling zijn gedragingen die alleen worden uitgevoerd door roggen, en tail-wagging wordt alleen bij haaien waargenomen.

TABEL 2.2
ETHOGRAM VAN DE ELASMOBRANCHEN GEDRAGINGEN

Gedrag	Beschrijving	Afkorting	Definitie
Rusten	Horizontaal Rusten	HR	De buikzijde raakt de bodem van het bassin, geen of zeer weinig beweging
	Ingraven	HI	Lichaam oscilleren om zich snel met zand te bedekken
	Staart bewegen	HS	De staart heen en weer bewegen terwijl de rest van het lichaam stilligt

Gedrag	Beschrijving	Afkorting	Definitie
Locomotief	Kruipen	KR	Ventraal bewegend met behulp van buikvinnen om zand langs de bodem van het bassin te duwen
	Zwemmen	ZW	Bewegen door het water zonder het wateroppervlak of de bodem van het bassin aan te raken
	Jetting	J	Wanneer een individu zich snel voortbeweegt om weg te gaan van een stimulus
	Graven	GR	Gebruikt snuit en vinnen om substraat te verplaatsen
	Schudden	SCH	Snel bewegen van het lichaam (met de kop/snuit voorop) van links naar rechts. Dit kan verticaal, horizontaal of tijdens een zwembeweging
Thigmotaxis	Verticaal Rusten	VR	Buikligging tegen de wand van het bassin, geen of zeer weinig beweging
	Verticaal Zwemmen	VZ	Zwemmen terwijl ze ventraal de wand van het bassin raken
	Verticaal Ingraven	VI	Lichaam oscilleren terwijl ze ventraal de wand van het bassin raken
Stereotypisch Gedrag	Bopping	BOP	Terwijl het individu verticaal rust, beweegt het herhaaldelijk op en neer langs de zijkant van het bassin
	Spiralling	SP	Horizontaal en verticaal rond een centraal punt zwemmen in een back flip beweging
	Surface Breaking Behaviour	SBB	Zwemmen met kop/snuit boven het wateroppervlak
	Back Splashing	BS	Zwemmen met buikzijde aan wateroppervlakte en water spetteren door klapbewegingen van de vinnen

Gedrag	Beschrijving	Afkorting	Definitie
	Tail-wagging	TW	Op de staart 'lopen' om te weg te gaan van een stimulus

2.2.1. ACTIVITEITENPATROON

Om de eerste deelvraag te beantwoorden is er een activiteitenpatroon vastgesteld voor elke bassin om te bepalen wat het gebruikelijke gedrag is van de dieren. Bij het observeren van bassin 1 is er een tweede observator ingezet, gezien de grootte van het bassin en de hoeveelheid individuen. Het activiteitenpatroon werd bepaald op basis van twee opeenvolgende dagen observatie, met drie intervallen van 30 minuten, waarbij met behulp van het ethogram een scan sampling is uitgevoerd. Hierbij is de gehele groep dieren snel gescand, met regelmatige tussenpozen, en elke gedraging wordt geregistreerd. Eén scan duurde 30 seconden. Bij de scan is de frequentie van de vooraf vastgestelde gedragingen genoteerd. Vanwege de omvang van bassin 1 is er een tweede observator gebruikt bij het noteren van het activiteitenpatroon.

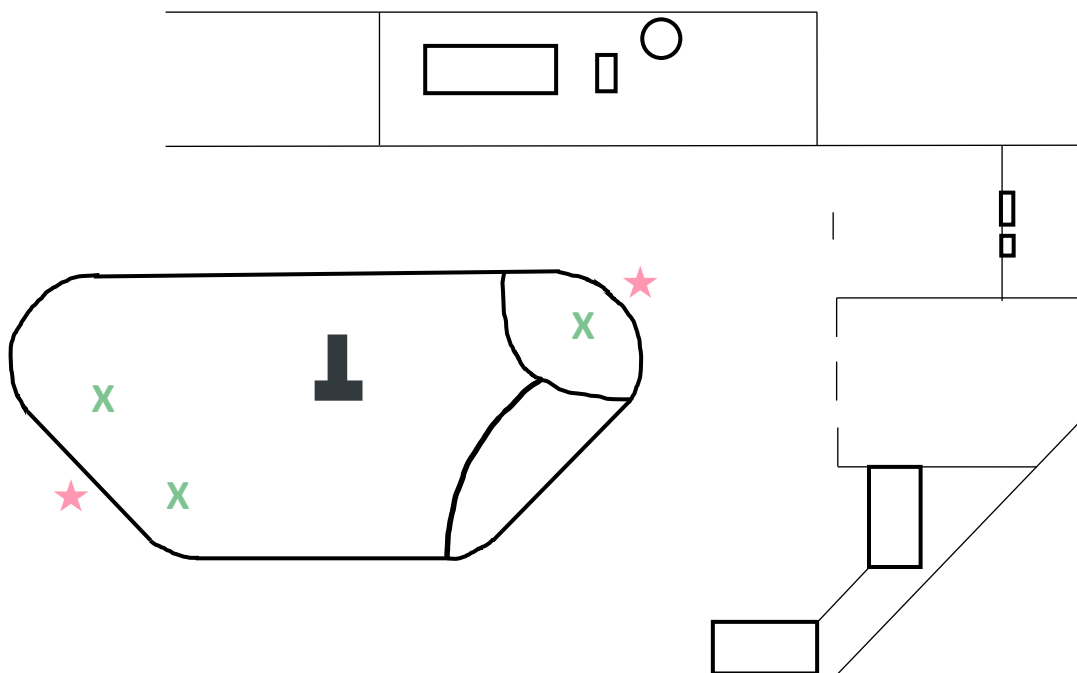
2.2.2. VERRIJKING

Om de tweede en derde deelvraag te beantwoorden zijn er verschillende soorten verrijkmethode onderzocht. Het verrijkingsonderzoek is alleen uitgevoerd bij bassins 1 en 4, met volwassen en juveniele individuen. Bassin 2 is niet gebruikt omdat de pijlstaartrog snel in de stress raakt bij het toevoegen en verwijderen van de verrijkingselementen. In bassin 3 zwom naast de vijf hondshaaien ook een volwassen kabeljauw. Zij heeft de neiging om alles proberen op te eten en veel van de gebruikte verrijkingselementen zouden een risico vormen voor haar. In bassins 5, 6, 7, 8 en 9 zaten pasgeborenen of jonge juvenielen, waarbij het testen van verrijkingselementen te veel stress zou veroorzaken. Vooral bij de pasgeboren individuen was dit een risico, gezien te veel stress voor een hogere mortaliteit kan zorgen. Bij bassin 1 is het verrijkingselement voedingsbal niet gebruikt, wegens de beperkte beschikbaarheid van de ballen. Twee voedingsballen op ongeveer 200 dieren zou waarschijnlijk voor verdringing zorgen en als gevolg onnodige stress veroorzaken.

De interacties met de verrijkingselementen werden via observatiepunten waargenomen, zoals weergegeven in figuur 2.2. Deze observatiepunten waren gebaseerd op de mogelijkheid om de dieren duidelijk te zien tegen de schittering over het water veroorzaakt door de bovenlichten. Elk verrijkingselement is 2 keer getest per bassin. De nutritionele verrijkingselementen zijn enkel in de middag gebruikt, enkele uren na de eerste voedingsronde. Dit was om te zorgen dat de dieren niet allemaal massaal op het verrijkingselement afkomen. Sensorische verrijking is zowel in de ochtend als middag getest.

FIGUUR 2.2

BESCHRIJVING VAN DE BASSINS. DE ROZE STERREN STELT DE POSITIE VAN DE ONDERZOEKER VOOR. DE GROENE X'EN GEVEN AAN WAAR DE VERRIJKING IS GEPLAATST IN HET BASSIN



Voorafgaand aan de verrijking is er voor 15 minuten een behavioural sampling uitgevoerd, waarbij de frequentie van stereotype gedragingen genoteerd is. Na de toegewezen 15 minuten waren verstreken, is onmiddellijk een nutritioneel of een sensorisch verrijkingselement (tabel 2.3 en 2.4) voor 60 minuten toegevoegd aan het bassin. Om de frequentie van interacties te bepalen is er een behavioural sampling uitgevoerd, hierbij werd het totale aantal interacties met het verrijkingselement gemeten binnen een interval van twee minuten; in totaal werden dus 30 meetpunten verzameld gedurende 60 minuten

observatie. Interacties werden gedefinieerd als het aanraken van een onderdeel van het verrijkingselement. Hierbij is niet gedistingeerd of er veel interacties waren door een enkel individu of door meerdere dieren die een enkele keer gebruik maakten van het verrijkingselement. De reden hiervoor is dat op enkele individuen na de dieren moeilijk individueel herkenbaar zijn. Nadat de 60 minuten waren verstreken werd er weer voor 15 minuten een behavioural sampling uitgevoerd waarbij de frequentie van stereotype gedragingen genoteerd is.

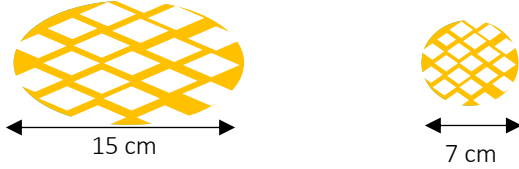
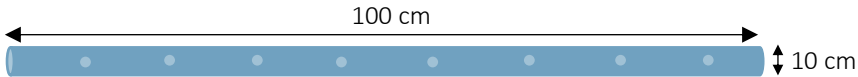
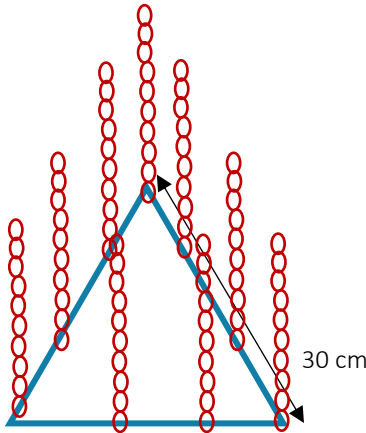
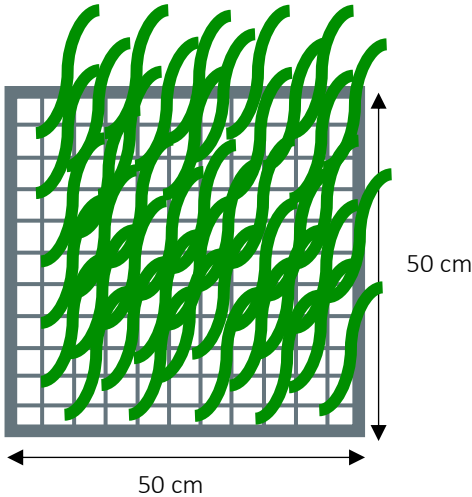
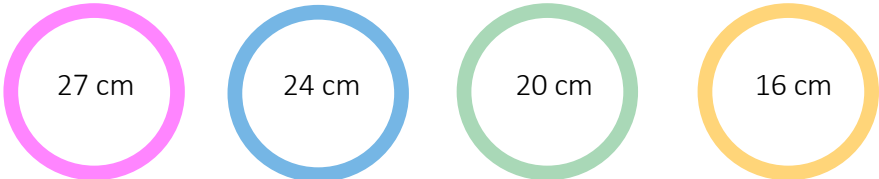
TABEL 2.3

BESCHRIJVING VAN DE GEBRUIKTE VERRIJKINGSELEMENTEN, GECATEGORISEERD ALS NUTRITIONELE OF SENSORISCHE VERRIJKING

Categorie	Verrijkingselement	Beschrijving
Nutritioneel	Voedingsbal	Voedsel wordt in een bal met gaatjes gedaan. Eén bal is genoeg voor een groep van vijf dieren, meer ballen zijn nodig indien er meer dieren aanwezig zijn. Ze worden op de bodem van het bassin geplaatst, zo ver mogelijk van elkaar
	Voedingspijp	Een geperforeerde PVC-pijp (100x10 cm) gevuld met voedsel. Eén pijp is genoeg voor een groep van twintig dieren, meer pijpen zijn nodig indien er meer dieren aanwezig zijn. Ze worden op de bodem van het bassin geplaatst, zo ver mogelijk van elkaar
Sensorisch	Ketting	Een driehoekige constructie van PVC-pijp waaraan rood/witte plastic kettingen zijn bevestigd, de kettingen drijven omhoog wanneer ze in water worden geplaatst waar de dieren doorheen kunnen zwemmen
	Zeegras	Draadrooster (50x50cm) met groen lint bevestigd imiteert zeegras waar de dieren doorheen kunnen zwemmen
	Hoepel	Kleurrijke ringen (diameter 27, 24, 20 en 16 cm) die verticaal op de bodem liggen

TABEL 2.4

AFBEELDING EN FORMATEN VERRIJKINGSELEMENTEN

Verrijkingselement	Beschrijving
Voedingsbal	
Voedingspijp	
Ketting	
Zeegras	
Hoepel	

2.3. DATA-ANALYSE

Om de eerste deelvraag te beantwoorden is het activiteitenpatroon van de verschillende levensstadia geanalyseerd. Met behulp van de software SPSS (IBM SPSS Statistics 28) is er een multivariate ANOVA (MANOVA) uitgevoerd, hierbij is de afhankelijke variabele alle gedragingen en de onafhankelijke variabele de levensstadia. Er is hierbij alleen gedistingeerd tussen levensstadia en geen rekening gehouden met de verschillende hoeveelheid individuen en soorten in de verschillende bassins. Er is een post-hoc-Tukey-toets uitgevoerd om de verschillen tussen levensstadia te analyseren. Er is een gewone *t*-test gebruikt voor het beantwoorden van de tweede deelvraag, waarbij er geanalyseerd is of er een statistisch verschil bestond tussen de gemiddelde interacties met de nutritionele en sensorische verrijkingselementen. Ten slotte voor het beantwoorden van de derde deelvraag is het gedragspatroon van de twee baselines geanalyseerd. Met een one-way-ANOVA is er getest of er een statistisch verschil is in het gedragspatroon tussen de metingen voor en na de verrijking, met als afhankelijke variabele de stereotypische gedragingen.

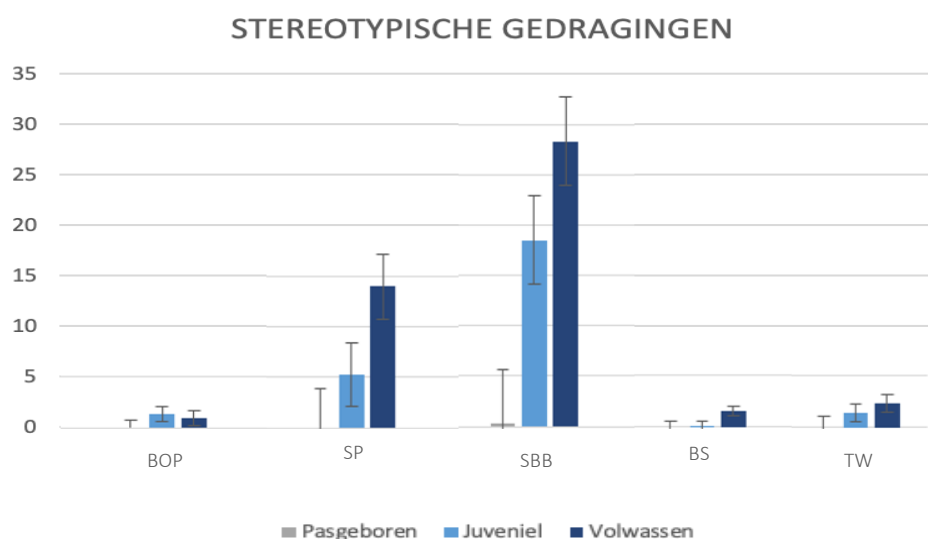
3. RESULTATEN

3.1. ACTIVITEITENPATROON

De resultaten van de gedragsobservaties zijn te lezen in bijlage B, tabel B.1 tot en met B.8. Uit de MANOVA is gebleken dat volwassen elasmobranchen hun meeste tijd spenderen met horizontaal rusten ($M = 41.778$; $SD = 3.867$) en zwemmen ($M = 37.556$; $SD = 5.186$). Juvenielen zitten het vaakst horizontaal te rusten ($M = 60.000$; $SD = 3.867$) en kruipen ($M = 37.000$; $SD = 5.668$). Pasgeboren elasmobranchen spenderen de grootste tijd door horizontaal te rusten ($M = 60.000$; $SD = 4.736$) en daarna met kruipen ($M = 17.083$; $SD = 6.941$). De volledige lijst met de gemiddelden van alle gedragingen van de drie levensstadia is te vinden in bijlage C, tabel C.1. De stereotypische gedragingen van de verschillende levensstadia zijn ook geanalyseerd, te zien in figuur 3.1. Het meest getoonde stereotypische gedrag bij volwassen is surface breaking behaviour ($M = 28.333$; $SD = 4.414$), gevolgd door spiralling ($M = 14.000$; $SD = 3.190$), tail-wagging ($M = 2.333$; $SD = .859$) en back splashing ($M = 1.556$; $SD = .468$). Bopping is niet waargenomen bij volwassenen. Bij juvenielen is surface breaking behaviour eveneens het meest getoonde stereotypische gedrag ($M = 18.500$; $SD = 4.414$), gevolgd door spiralling ($M = 5.278$; $SD = 3.190$), bopping ($M = 1.444$; $SD = .720$), tail-wagging ($M = 1.389$; $SD = .859$) en back splashing ($M = .056$; $SD = .468$). Pasgeboren elasmobranchen toonden qua stereotype gedrag alleen surface breaking behaviour ($M = .250$; $SD = 5.407$).

FIGUUR 3.1

GEMIDDELDEN ($\pm$ STANDAARD DEVIATIE) VAN DE STEREOTYPISCHE GEDRAGINGEN VAN ALLE LEVENSSSTADIA



In tabel 3.1 is te zien dat met behulp van een MANOVA een significant verschil gevonden is in negen gedragingen tussen de drie levensstadia. Van de non-stereotypische gedragingen zijn dit: horizontaal rusten ($F(2,45) = 6.939$; $p = .002$), horizontaal ingraven ($F(2,45) = 7.906$; $p = .001$), staart bewegen ($F(2,45) = 6.004$; $p = .005$), zwemmen ($F(2,45) = 12.085$; $p < .001$), graven ($F(2,45) = 6.145$; $p = .004$) en verticaal zwemmen ($F(2,45) = 8.545$; $p < .001$). Tevens zijn er drie stereotypische gedragingen waarbij significante verschillen zijn gevonden: spiralling ($F(2,45) = 4.152$; $p = .022$), surface breaking behaviour ($F(2,45) = 8.126$; $p < .001$) en back splashing ($F(2,45) = 8.126$; $p = .046$).

TABEL 3.1

RESULTATEN VAN DE MANOVA MET DE SIGNIFICANTE VERSCHILLENDE GEDRAGINGEN

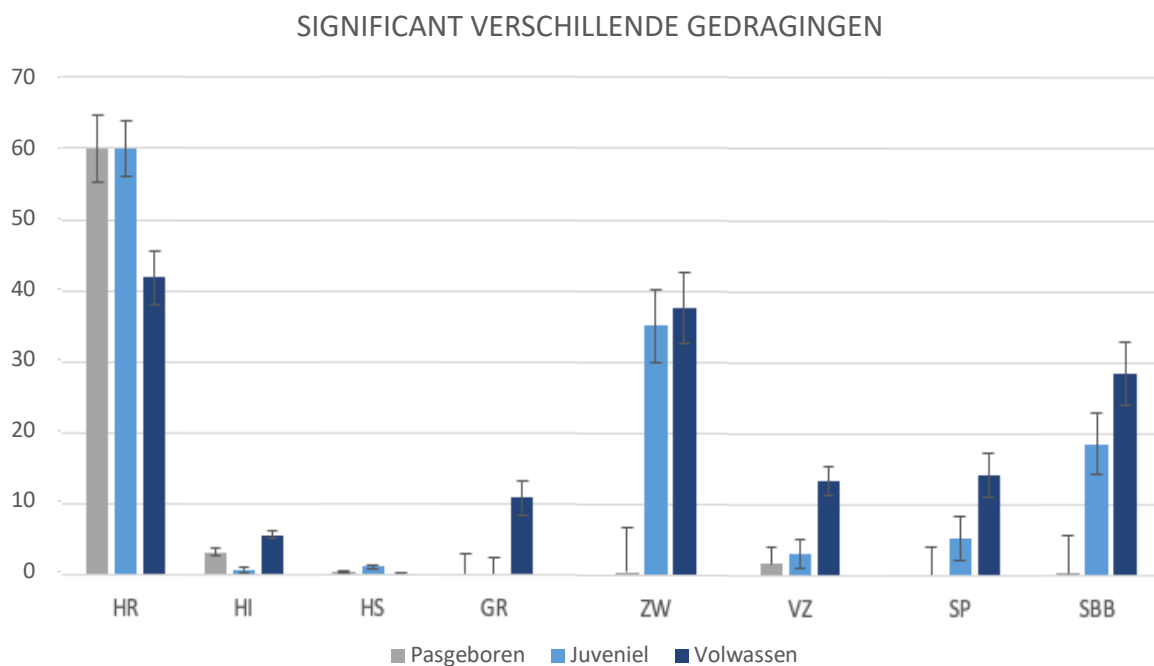
Gedrag		F-waarde met vrijheidsgraden	Sig.
Horizontaal rusten	(HR)	$F(2,45) = 6.939$	$p = .002$
Horizontaal ingraven	(HI)	$F(2,45) = 7.906$	$p = .001$
Staart bewegen	(HS)	$F(2,45) = 6.004$	$p = .005$
Zwemmen	(ZW)	$F(2,45) = 12.085$	$p < .001$
Graven	(GR)	$F(2,45) = 6.145$	$p = .004$
Verticaal zwemmen	(VZ)	$F(2,45) = 8.545$	$p < .001$
Spiralling	(SP)	$F(2,45) = 4.152$	$p = .022$
Surface Breaking Behaviour	(SBB)	$F(2,45) = 8.126$	$p < .001$
Back Splashing	(BS)	$F(2,45) = 3.309$	$p = .046$

De post-hoc Tukey-toets, zie figuur 3.2, toont significante verschillen in HR tussen volwassenen en pasgeborenen ($p = .013$) en tussen volwassenen en juvenielen ($p = .005$). Bij HI zitten er significante verschillen tussen pasgeborenen en juvenielen ($p = .009$) en tussen pasgeborenen en volwassenen ($p = .001$). HS heeft een significant verschil tussen volwassenen en juvenielen ($p = .004$). Bij ZW zitten er significante verschillen tussen pasgeborenen en juvenielen ($p < .001$) en tussen pasgeborenen en volwassenen ($p < .001$). GR heeft significante verschillen tussen volwassenen en pasgeborenen ($p = .020$) en tussen volwassenen en juvenielen ($p = .008$). Er zitten significante verschillen in VZ tussen volwassenen en pasgeborenen ($p = .003$) en tussen volwassenen en juvenielen ($p = .003$). Bij SP zit er een significant verschil tussen volwassenen en pasgeborenen ($p = .021$). SBB heeft

significante verschillen tussen pasgeborenen en juvenielen ($p = .032$) en tussen pasgeborenen en volwassenen ($p < .001$). Zie bijlage C, tabel C.2 voor de volledige post-hoc Tukey-toets.

FIGUUR 3.2

SIGNIFICANTE VERSCHILLENDE GEDRAGINGEN (GEMIDDELDE $\pm$ STANDAARD DEVIATIE) VOLGENS DE POST-HOC TUKEY-TOETS

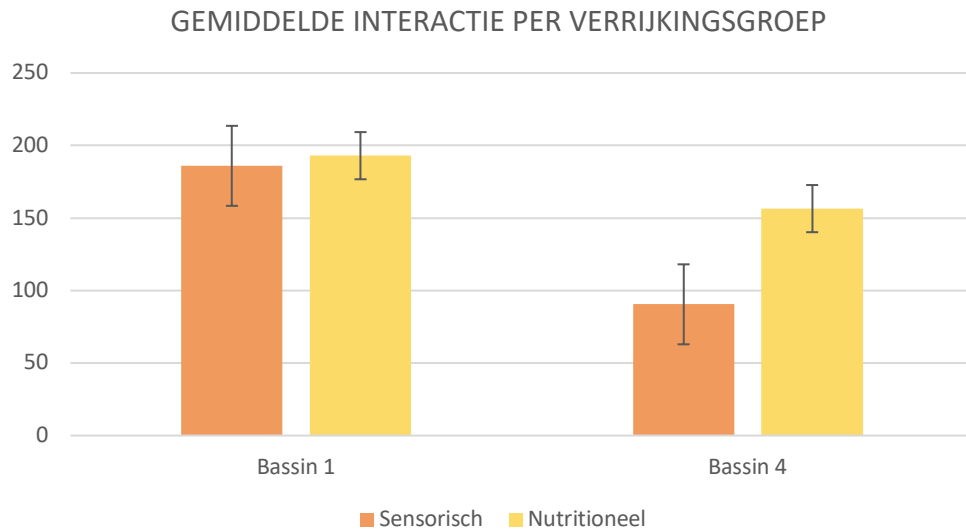


3.2. VERRIJKING

De resultaten van de gedragsobservaties zijn te lezen in bijlage B, tabel B.9 tot en met B.12. De one-way ANOVA resultaten zijn te vinden in Bijlage C, tabel C.3 en C.4. Bij juveniele elasmobranchen was de gemiddelde interactie met sensorische verrijking ($M = 186.000$; $SD = 31.113$) lager dan die met nutritionele verrijking ($M = 193.000$; $SD = 14.142$). Dit verschil was significant ($t(1) = 19.30$, $p = .016$). Bij de volwassen elasmobranchen was er ook een verschil in interactie tussen sensorische verrijking ($M = 90.500$; $SD = 27.577$) en nutritionele verrijking ($M = 156.500$; $SD = 16.263$), dit verschil was echter niet significant ($t(1) = 13.609$, $p = .135$). De gemiddelde interactie per verrijkingsgroep, sensorisch en nutritioneel, is tevens visueel afgebeeld in figuur 3.3. In figuur 3.4 is de gemiddelde interactie per verrijkingselement visueel afgebeeld.

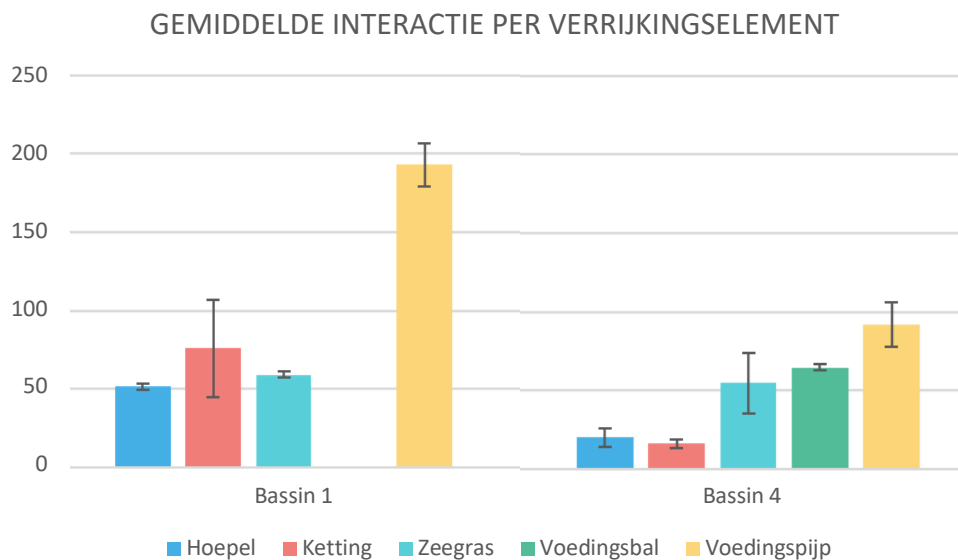
FIGUUR 3.3

GEMIDDELDE ($\pm$ STANDAARD DEVIATIE) INTERACTIE MET SENSORISCHE EN NUTRITIONELE VERRIJKING, VAN BASSIN 1 (VOLWASSENEN) EN BASSIN 4 (JUVENIELEN)



FIGUUR 3.4

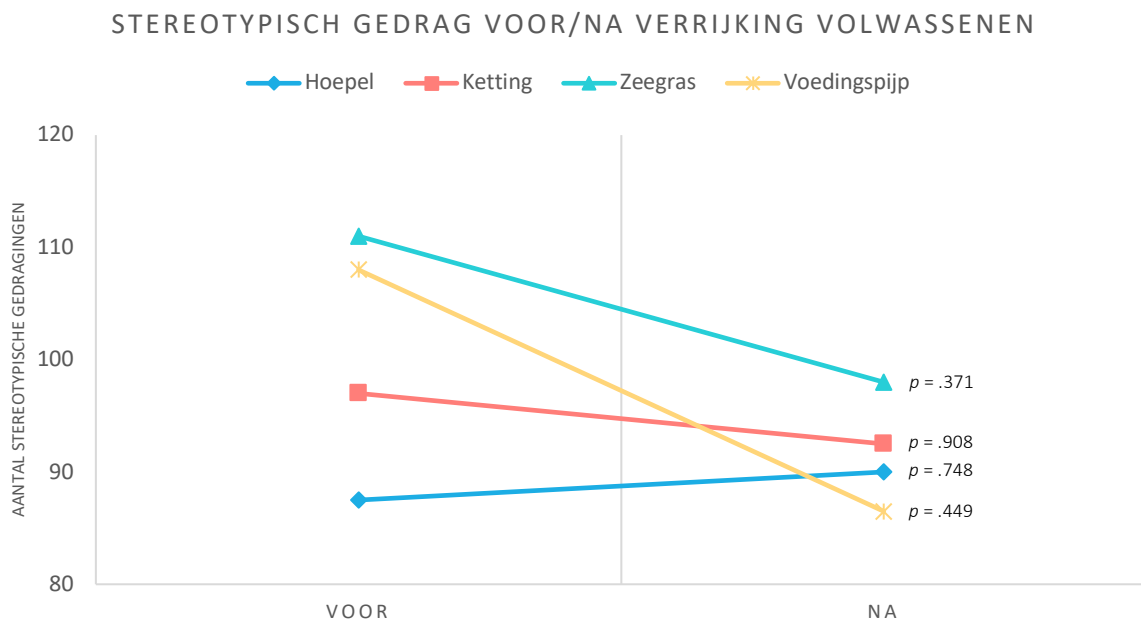
GEMIDDELDE ($\pm$ STANDAARD DEVIATIE) INTERACTIE PER VERRIJKINGSELEMENT VAN BASSIN 1 (VOLWASSENEN) EN BASSIN 4 (JUVENIELEN)



Geen enkele van de verrijkingselementen zorgde voor een significant verschil in stereotype gedrag bij zowel volwassen als juveniele elasmobranchen, zoals te zien is in figuur 3.5 en 3.6.

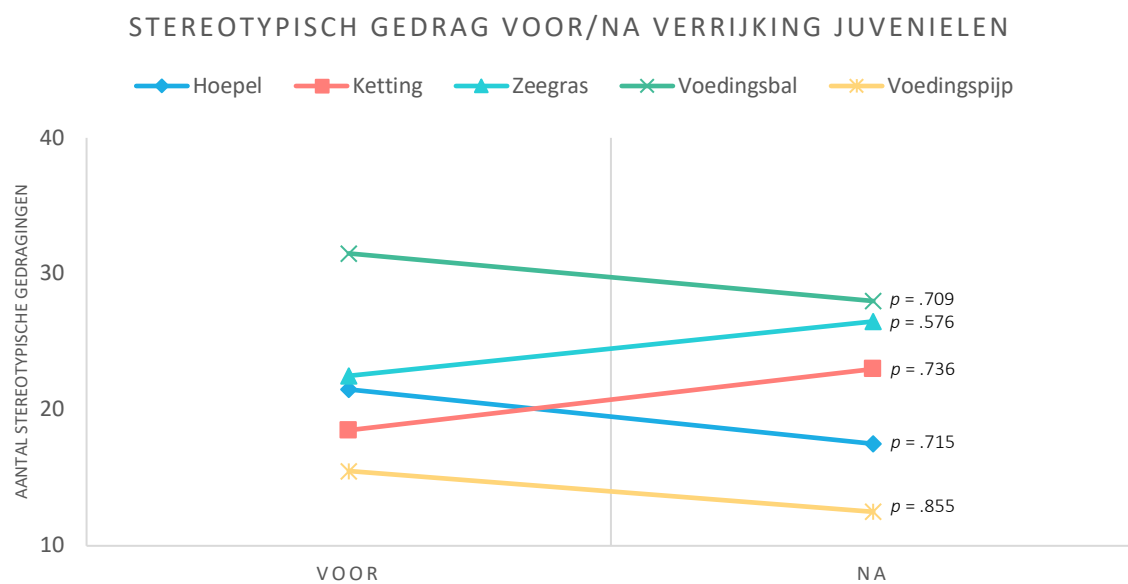
FIGUUR 3.5

EFFECT VAN GEDRAGSVERRIJKING OP HET STEREOTYPISCH GEDRAG VAN VOLWASSEN ELASMOBRANCHEN, MET SIGNIFICANTIE (p)



FIGUUR 3.6

EFFECT VAN GEDRAGSVERRIJKING OP HET STEREOTYPISCH GEDRAG VAN JUVENIELE ELASMOBRANCHEN, MET SIGNIFICANTIE (p)



4. DISCUSSIE

Om het activiteitenpatroon te bepalen is gebruik gemaakt van scan sampling. Deze techniek is nuttig om het gedrag van meer individuen in minder tijd vast te leggen, maar gaat ten koste van een aantal details. Het is een methode die het meest geschikt is voor het registreren van gedragstoestanden, omdat gebeurtenissen waarschijnlijk worden gemist. Het bemonsteringsinterval is bepaald door het aantal van de individuen die werden gescand en het aantal gedragingen dat werd geregistreerd. Bij bassin 1 is vanwege de grootte van het bassin en de grote groep dieren, een tweede observator gebruikt. Ondanks deze extra observator was een deel van het bassin niet goed zichtbaar. Hierdoor is het mogelijk dat bepaalde gedragingen vaker uitgevoerd werden dan initieel gedacht en invloed hebben gehad op het uiteindelijke activiteitenpatroon. Er is geen activiteitenpatroon vastgesteld bij bassin 9, dit komt doordat de pasgeboren kathaaien die hierin waren gehuisvest overleden voordat dit onderzocht kon worden. Volwassen elasmobranchen tonen significant minder vaak het gedrag horizontaal rusten, al is dit wel bij alle levensstadia het meest getoonde gedrag. Pasgeboren elasmobranchen spenderen ook significant minder tijd door te zwemmen in vergelijking met juvenielen en volwassenen. Een interessante bevinding is dat juveniele en volwassen roggen zich significant minder vaak ingraven in het substraat. In het wild brengen ze het grootste deel van hun tijd gedeeltelijk ingegraven in substraten door (Dehart, 2004; Nottage & Perkins, 1983) en dit aangeboren gedrag is bij roggen. Het is opmerkelijk dat ze dit gedrag in gevangenschap minder vertonen naarmate ze ouder worden. Mogelijk wordt dit bij oudere dieren minder getoond door overpopulatie van de bassins. Uit de post-hoc Tukey-toets bleek dat er twee stereotypische gedragingen waren met significante verschillen, namelijk surface breaking behaviour en spiralling. Volwassenen tonen significant meer spiralling dan pasgeborenen, en meer surface breaking behaviour vergeleken met juvenielen en pasgeborenen. Uit de MANOVA kwam naar voren dat er een significant verschil was in back splashing, maar uit de post-hoc Tukey-toets is hier verder niks uitgekomen. Uit eerdere studies is gebleken dat er significante toename is van stereotypisch gedrag bij toenemende aantallen individuen (Greenway et al., 2016) en in lage bassins zoals touchpools (Grossman, 2005). Dit komt overeen met dit onderzoek, waarbij stereotypisch gedrag vooral gezien is in bassin 1, de touchpool, waar een groot aantal individuen wordt gehouden.

Verder is gekeken naar de interactie en invloed van nutritionele en sensorische gedragsverrijking bij elasmobranchen. Er zijn verrijkingselementen gebruikt bij bassins 1 en 4, de overige bassins zijn niet gebruikt bij dit deel van het onderzoek. Aan de hand van een two-tailed *t*-test is de gemiddelde interactie met nutritionele en sensorische interactie geanalyseerd, waaruit blijkt dat elasmobranchen nutritionele verrijking prefereren. Uit onderzoek van Fuller en Trychta (2015) is ook gebleken dat roggen een voorkeur hebben voor nutritionele verrijking. Echter als het voer in het verrijkingselement opgegeten was werd het element behandeld als een sensorische verrijking door de roggen. Dit is bij dit onderzoek niet waargenomen, een verschil tussen de twee studies is dat Fuller en Trychta (2015) alleen gebruik hebben gemaakt van voedingsballen waar het voer makkelijker opgegeten kan worden. Uit de studie van Bacue en Hotz (2021) is tevens gebleken dat roggen een hogere gemiddelde interactie hadden met witte verrijkingselementen dan met kleurrijke verrijkingselementen. Veel van de gebruikte verrijkingselementen, vooral sensorische, waren kleurrijk, mogelijk dat dit van invloed is geweest op gemiddelde interactie. Om de invloed van gedragsverrijking op stereotypisch gedrag te onderzoeken is voor en na het gebruik van een verrijkingselement een behavioural sampling uitgevoerd. Bij behavioural sampling wordt naar de hele groep gekeken en elk optreden van een bepaald gedrag geregistreerd. Deze techniek wordt vooral gebruikt voor het registreren van zeldzame maar significante gedragingen waarbij het belangrijk is om elk gedrag te registreren. Dit is met een one-way-ANOVA geanalyseerd, waaruit is gebleken dat geen enkel van de verrijkingselementen een significant verschil in stereotype gedrag gaf. Dit betekent dat er zowel geen positief als negatief effect was bij zowel volwassen als juveniele elasmobranchen.

Voor dit onderzoek is globaal gekeken naar elasmobranchen. Hierbij is geen onderscheid gemaakt tussen haaien en roggen of tussen soorten onderling. Dit kan mogelijk van invloed zijn geweest op de resultaten. Er kan niet gezegd worden of stereotypisch gedrag meer is gezien bij haaien of roggen. Tevens kan er niet gezegd worden of de specifieke soorten een voorkeur hebben voor bepaalde verrijkingsmethoden. Om een volledig beeld hiervan te krijgen, is aanvullend onderzoek nodig die zich specificeert op haaien of roggen.

5. CONCLUSIE & AANBEVELINGEN

In dit onderzoek is gezocht naar een antwoord op de vraag: 'Op welke manier kan gedragverrijking worden toegepast bij elasmobranchen?'. Hiervoor is een gedragsonderzoek uitgevoerd aan de hand van een ethogram en een kwantitatieve data-analyse. Het doel van de huidige studie was om via gedragsexperimenten voorkeuren te identificeren voor verrijkingsmethoden hoe dit toegepast kan worden bij elasmobranchen die in aquaria gehouden worden.

Uit de resultaten is gebleken dat pasgeboren, juveniele en volwassen elasmobranchen de meeste tijd spenderen met rusten in of op het substraat. Pasgeborenen en juvenielen gebruiken kruipen het vaakst voor locomotie, waarin tegen volwassenen vaker gebruik maken van zwemmen. Het meest getoonde stereotypisch gedrag voor alle levensstadia is surface breaking behaviour.

Uit het verrijkingsonderzoek is gebleken dat elasmobranchen interactie hebben met zowel nutritionele als sensorische gedragverrijking, maar een significante voorkeur geven aan nutritionele gedragverrijking. Hieruit is ook gebleken dat de gedragverrijking, ongeacht of het sensorisch of nutritioneel was, geen positief of negatief effect heeft op het vertonen van stereotypisch gedrag bij volwassenen en juveniele elasmobranchen.

Op basis van de onderzoeksresultaten kan worden geconcludeerd dat elasmobranchen interesse hebben in verschillende vormen van gedragverrijking, maar dat de onderzochte verrijkingselementen geen invloed hebben op het vertonen van stereotypisch gedrag. Aangezien elasmobranchen het voornaamste deel van de dag op de bodem rusten wordt aanbevolen om verrijkingselementen te gebruiken die hierop inspelen, zoals gebruikt in dit onderzoek. Gezien de preferentie voor nutritionele verrijking worden aquarianen geadviseerd om zulke verrijkingselementen te implementeren in hun aquaria. Hiervoor kunnen de verrijkingselementen van dit onderzoek gebruikt worden, maar er wordt ook aanbevolen om andere toepassing te vinden die geïmplementeerd kunnen worden.

Verder onderzoek is noodzakelijk om de meer duidelijkheid te krijgen over een mogelijke verbinding tussen verrijking en verbeterd welzijn bij elasmobranchen, en om te bepalen wat de precieze effecten van gedragsverrijking is van zowel haaien als roggen. Er zijn nog veel vragen onbeantwoord over het effect van gedragsverrijking buitenom stereotypisch gedrag. Om een volledig beeld hiervan te krijgen, is aanvullend onderzoek nodig die zich specificeert op haaien of roggen. Vervolgonderzoek zou kunnen focussen over andere vormen van gedragsverrijking, de vijf onderzochte verrijkingselementen zijn maar een klein deel van de mogelijkheden die gebruikt kunnen worden op het verrijkingsvlak. Elasmobranchen zijn in staat om te leren en complexe gedragsrepertoires uit te voeren. De sterk ontwikkelde zintuigen van elasmobranchen hebben een belangrijke invloed op hun gedrag en leervermogen en dit kan toegepast worden bij onderzoeken naar nieuwe verrijkingsmethoden.

6. BIBLIOGRAFIE

- Arechavala-Lopez, P., Diaz-Gil, C., Saraiva, J., Moranta, D., Castanheira, M., Nuñez-Velázquez, S., Ledesma-Corvi, S., Mora-Ruiz, M. & Grau, A. (2019). Effects of structural environmental enrichment on welfare of juvenile seabream (*Sparus aurata*). *Aquaculture Reports*, 15, 100224. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2019.100224>
- Bacue, M. & Hotz, G. (2021). Impact of a Colorful Enrichment item versus a White Enrichment item in *Rhinoptera bonasus* and *Dasyatis americana*. *Rhodes Journal of Biological Science*, 10–14. https://www.rhodes.edu/sites/default/files/2021-06/RJBS_2021_Final_version.pdf#page=11
- Batt, J., Bennet-Steward, K., Coutourier, C., Hammell, L., Harvey-Clark, C., Kreiberg, H., Iwama, G., Lall, S., Litvak, M., Rainnie, D., Stevens, D., Wright, J. & Griffin, G. (2005). *CCAC Guidelines on the Care and Use of Fish in Research, Teaching and Testing*. Ottawa, ON: Canadian Council on Animal Care.
- Biasetti, P., Florio, D., Gili, C. & de Mori, B. (2020). The Ethical Assessment of Touch Pools in Aquariums by Means of the Ethical Matrix. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 33(2), 337–353. <https://doi.org/10.1007/s10806-020-09823-2>
- Casamitjana, J. (2004). *Aquatic zoos: a critical study of UK public aquaria in the year 2004*. Captive Animals' Protection Society.
- Clark, F. & King, A. J. (2008). A Critical Review of Zoo-based Olfactory Enrichment. *Chemical Signals in Vertebrates* 11, 391–398. https://doi.org/10.1007/978-0-387-73945-8_37
- Clubb, R. & Mason, G. J. (2007). Natural behavioural biology as a risk factor in carnivore welfare: How analysing species differences could help zoos improve enclosures. *Applied Animal Behaviour Science*, 102(3–4), 303–328. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.05.033>
- Colbachini, H., Pizzutto, C. S., de Souza Mesquita, L. M. & Gadig, O. B. F. (2021). Environmental enrichment effects on the reproductive behavior of captive nurse

- sharks *Ginglymostoma cirratum*. *Environmental Biology of Fishes*, 104(4), 471–488. <https://doi.org/10.1007/s10641-021-01087-7>
- Corcoran, M. (2015). Environmental Enrichment for Aquatic Animals. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 18(2), 305–321. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2015.01.004>
- Dawkins, M. S. (1988). Behavioural deprivation: A central problem in animal welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, 20(3–4), 209–225. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(88\)90047-0](https://doi.org/10.1016/0168-1591(88)90047-0)
- Dehart, A. (2004). Chapter 2: Species selection and compatibility. In *The Elasmobranch Husbandry Manual: Captive Care of Sharks Rays and Their Relatives* (pp. 15–24). Ohio Biological Survey.
- Dogu, H., Wehman, S. & Fagan, J. M. (2011). *Touch Exhibits for Aquatic Animals*. Rutgers Universiteit. <https://rucore.libraries.rutgers.edu/rutgers-lib/38467/pdf/1/>
- Fuller, M. & Trychta, M. (2015). Cownose Stingrays (*Rhinoptera bonasus*) Enrichment Preference and Spatial Distribution Patterns Before, During, and After Enrichment. *Rhodes Journal of Biological Science*, 25–31. http://www.intabase.com/sites/default/files/Rhodes_Journal_of_Biological_Science_Vol_30_2015.pdf#page=26
- Greenway, E., Jones, K. S. & Cooke, G. M. (2016). Environmental enrichment in captive juvenile thornback rays, *Raja clavata* (Linnaeus 1758). *Applied Animal Behaviour Science*, 182, 86–93. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2016.06.008>
- Grossman, R. (2005). *Stereotypical surface breaking behaviour in captive rays (Genus: Raja) at the London aquarium*(pp. 175–187).
- Huntingford, F. A., Adams, C., Braithwaite, V. A., Kadri, S., Pottinger, T. G., Sandoe, P. & Turnbull, J. F. (2006). Current issues in fish welfare. *Journal of Fish Biology*, 68(2), 332–372. <https://doi.org/10.1111/j.0022-1112.2006.001046.x>
- Janse, M., Firchau, B. & Mohan, P. J. (2004). Chapter 14: Elasmobranch Nutrition, Food Handling, and Feeding Techniques. In *The Elasmobranch Husbandry Manual: Captive Care of Sharks, Rays and their Relatives* (pp. 183–200). Ohio Biological Survey.

- Janssen, J. D., Kidd, A., Ferreira, A. & Snowden, S. (2017). Chapter 21: Training and conditioning of elasmobranchs in aquaria. In *The Elasmobranch Husbandry Manual II: Recent Advances in the Care of Sharks, Rays and their Relatives* (pp. 209–221). Ohio Biological Survey.
- Johansen, R., Knudsen, G. & Smith, A. J. (2005). *Acts and regulations concerning the care and use of fish in Norwegian research*. Oslo: Norwegian Reference Centre for Laboratory Animal Science and Alternatives, Norwegian School of Veterinary Science. https://www.researchgate.net/profile/Adrian-Smith-19/publication/255611031_Acts_and_Regulations_concerning_the_Care_and_Use_of_Fish_in_Norwegian_Research/links/53f31cd90cf2da8797444c82/Acts-and-Regulations-concerning-the-Care-and-Use-of-Fish-in-Norwegian-Research.pdf
- Kihlslinger, R. L. & Nevitt, G. A. (2006). Early rearing environment impacts cerebellar growth in juvenile salmon. *Journal of Experimental Biology*, 209(3), 504–509. <https://doi.org/10.1242/jeb.02019>
- Kuppert, S. (2013). *Providing Enrichment in Captive Amphibians and Reptiles: Is It Important to Know Their Communication?* (Nr. 142). Smithsonian Herpetological Information Service. <https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/20448/2013.SHIS142.pdf?sequence=1>
- Mason, G., Clubb, R., Latham, N. & Vickery, S. (2007). Why and how should we use environmental enrichment to tackle stereotypic behaviour? *Applied Animal Behaviour Science*, 102(3–4), 163–188. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.05.041>
- Mellor, D. (2016). Updating Animal Welfare Thinking: Moving beyond the “Five Freedoms” towards “A Life Worth Living”. *Animals*, 6(3), 21. <https://doi.org/10.3390/ani6030021>
- Miller, L. J., Vicino, G. A., Sheftel, J. & Lauderdale, L. K. (2020). Behavioral Diversity as a Potential Indicator of Positive Animal Welfare. *Animals*, 10(7), 1211. <https://doi.org/10.3390/ani10071211>
- Monreal-Pawlowsky, T., Vaicekauskaitė, R., Palencia Membrive, G., Delfour, F. & Manteca, X. (2021). Goal-oriented behavioural and environmental enrichment in aquarium

- species. *Journal of Zoo and Aquarium Research*, 9(4), 273–280. <https://doi.org/10.19227/jzar.v9i4.588>
- Näslund, J. & Johnsson, J. I. (2016). Environmental enrichment for fish in captive environments: effects of physical structures and substrates. *Fish and Fisheries*, 17(1), 1–30. <https://doi.org/10.1111/faf.12088>
- Nottage, A. S. & Perkins, E. J. (1983). Growth and maturation of roker *Raja clavata* L. in the Solway Firth. *Journal of Fish Biology*, 23(1), 43–48. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1983.tb02880.x>
- Roest, B. (2021). *Stekelrog* [Foto].
- Sabalones, J., Walters, H. & Rueda, C. A. B. (2004). Chapter 13: Learning and behavioral enrichment in elasmobranchs. In *The Elasmobranch Husbandry Manual: Captive Care of Sharks, Rays and Their Relatives*(pp. 169–182). Ohio Biological Survey.
- Scott, G., Rollinson, D. & Hull, S. (1999). Modification in feeding regime reduces the performance of surface breaking behaviour in a population of captive rays (*Raja*). *Aquarium Sciences and Conservation*, 2(3), 171–174. <https://doi.org/10.1023/a:1009615322019>
- Shepherdson, D. J. (1998). Tracing the path of environmental enrichment in zoos. *Second nature: Environmental enrichment for captive animals*, 1–12.
- Sims, D., Southall, E., Wearmouth, V., Hutchinson, N., Budd, G. & Morritt, D. (2005). Refuging behaviour in the nursehound *Scyliorhinus stellaris* (chondrichthyes: elasmobranchii): preliminary evidence from acoustic telemetry. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 85(5), 1137–1140. <https://doi.org/10.1017/s0025315405012191>
- Smith, L. E. & O’Connell, C. P. (2014). The effects of neodymium-iron-boron permanent magnets on the behaviour of the small spotted catshark (*Scyliorhinus canicula*) and the thornback skate (*Raja clavata*). *Ocean & Coastal Management*, 97, 44–49. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2013.05.010>
- Spruijt, B. M., van den Bos, R. & Pijlman, F. T. (2001). A concept of welfare based on reward evaluating mechanisms in the brain: anticipatory behaviour as an indicator for the

- state of reward systems. *Applied Animal Behaviour Science*, 72(2), 145–171. [https://doi.org/10.1016/s0168-1591\(00\)00204-5](https://doi.org/10.1016/s0168-1591(00)00204-5)
- Villacis, C. Å. (2020). *Beteenden och hägnutnyttjande hos stingrockor (Dasyatis pastinaca) i fångenskap* (Scriptie, Zweedse Universiteit voor Landbouwwetenschappen). https://stud.epsilon.slu.se/15853/7/Aberg_Villacis_C_200607.pdf
- Waples, K. A. & Gales, N. J. (2002). Evaluating and minimising social stress in the care of captive bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*). *Zoo Biology*, 21(1), 5–26. <https://doi.org/10.1002/zoo.10004>
- Wearmouth, V. J., McHugh, M. J., Humphries, N. E., Naegelen, A., Ahmed, M. Z., Southall, E. J., Reynolds, A. M. & Sims, D. W. (2014). Scaling laws of ambush predator ‘waiting’ behaviour are tuned to a common ecology. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1782), 20132997. <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.2997>
- Young, R. J. (2003). *Environmental Enrichment for Captive Animals*. Hoboken, NJ: Blackwell Publishing.

BIJLAGEN

BIJLAGE A: AANWEZIGE DIEREN

TABEL A.1

INDELING BASSINS MET HET VOLUME, DE GEMIDDELDE TEMPERATUUR EN AANWEZIGE DIEREN (INCLUSIEF AANTAL EN LEVENSTADIUM)

Bassin	Volume	Temperatuur	Latijnse benaming	Nederlandse benaming	Aantal	Levensstadium
1	180.000	12 – 14 °C	<i>Scyliorhinus canicula</i>	Hondshaai	64	Volwassen
			<i>Scyliorhinus stellaris</i>	Kathaaï	12	Volwassen
			<i>Mustelus asterias</i>	Gevlekte gladde haai	3	Volwassen
			<i>Raja clavate</i>	Stekelrog	66	Volwassen
			<i>Raja montagui</i>	Gevlekte rog	4	Volwassen
			<i>Raja microocellata</i>	Kleinoogrog	32	Volwassen
			<i>Raja undulata</i>	Golfrog	14	Volwassen
2	24.000	16 – 17 °C	<i>Dasyatis pastinaca</i>	Pijlstaartrog	1	Volwassen
3	24.000	10 – 11 °C	<i>Scyliorhinus canicula</i>	Hondshaai	5	Volwassen

Bassin	Volume	Temperatuur	Latijnse benaming	Nederlandse benaming	Aantal	Levensstadium
4	4.000	12 – 14 °C	<i>Scyliorhinus canicula</i>	Hondshaai	11	Juveniel
			<i>Scyliorhinus stellaris</i>	Kathaai	2	Juveniel
			<i>Mustelus asterias</i>	Gevlekte gladde haai	1	Volwassen
			<i>Raja clavate</i>	Stekelrog	5	Juveniel
			<i>Raja microocellata</i>	Kleinoogrog	2	Juveniel
5	3.200	12 – 13 °C	<i>Scyliorhinus stellaris</i>	Kathaai	2	Juveniel
			<i>Raja microocellata</i>	Kleinoogrog	5	Juveniel
6	450	12 – 13 °C	<i>Raja clavate</i>	Stekelrog	2	Juveniel
			<i>Raja undulata</i>	Golfrog	1	Juveniel
7	270	12 – 13 °C	<i>Scyliorhinus canicula</i>	Hondshaai	10	Pasgeboren
8	120	16 – 17 °C	<i>Raja clavate</i>	Stekelrog	2	Pasgeboren
			<i>Raja montagui</i>	Gevlekte rog	1	Pasgeboren
			<i>Raja microocellata</i>	Kleinoogrog	1	Pasgeboren
9	85	16 – 17 °C	<i>Scyliorhinus stellaris</i>	Kathaai	2	Pasgeboren

BIJLAGE B: RESULTATEN

TABEL B.1

ACTIVITEITEN PATROON BASSIN 1

	1	2	3	4	5	6	Totaal
HR	60	60	60	60	60	60	360
HI							0
HS							0
KR	60	60	60	60	60	60	360
ZW	60	60	60	60	60	60	360
J	2	2	5	2	7	6	24
GR							0
SCH							0
VR							0
VZ							0
VI							0
BOP							0
SP	23	36	45	50	51	47	252
SBB	60	60	60	60	60	60	360
BS	8			3	5	11	27
TW	1	20	13	1	3	4	42

TABEL B.2

ACTIVITEITEN PATROON BASSIN 2

	1	2	3	4	5	6	Totaal
HR		4	2	9	2	15	32
HI							0
HS							0
KR	32	39	48	34	33	48	234
ZW	6	9	11		7	1	34
J	2	1					3
GR	16	43	36	42	22	34	193
SCH							0
VR	5			1			6

VZ	30	18	20	9	32	8	117
VI							0
BOP	4		1		13		18
SP							0
SBB	22	2	12	2	30	1	69
BS					1		1
TW							0

TABEL B.3

ACTIVITEITEN PATROON BASSIN 3

	1	2	3	4	5	6	Totaal
HR	60	60	60	60	60	60	360
HI							0
HS							0
KR							0
ZW	60	60	59	28	60	15	282
J					1		1
GR							0
SCH			2		1		3
VR						2	2
VZ	39	26	16	5	28	7	121
VI							0
BOP		1					1
SP							0
SBB	9	35	11	7	13	6	81
BS							0
TW							0

TABEL B.4

ACTIVITEITEN PATROON BASSIN 4

	1	2	3	4	5	6	Totaal
HR	60	60	60	60	60	60	360
HI				1			1
HS	1		1				2

KR	53	50	57	54	49	48	311
ZW	60	60	60	59	60	59	358
J	2	1				1	4
GR							0
SCH							0
VR							0
VZ				1			1
VI							0
BOP							0
SP	12	7	5	14	12	13	63
SBB	30	23	33	14	16	7	123
BS		1					1
TW	5	6	3	7	4		25

TABEL B.5

ACTIVITEITEN PATROON BASSIN 5

	1	2	3	4	5	6	Totaal
HR	60	60	60	60	60	60	360
HI	2		4	1	3		10
HS					3		3
KR	53	60	60	49	52	59	333
ZW	34	36	43	51	4	43	211
J	5	2	5			6	18
GR							0
SCH							0
VR		2				1	3
VZ	7	13	5	1	2	3	31
VI							0
BOP	15	1		6	2	2	26
SP	18	5	3	5		1	32
SBB	15	43	45	53	5	39	200
BS							0
TW							0

TABEL B.6

ACTIVITEITEN PATROON BASSIN 6

	1	2	3	4	5	6	Totaal
HR	60	60	60	60	60	60	360
HI							0
HS	2	3	4	2		2	13
KR	2	3	1	5	2	9	22
ZW	1	23			38		62
J					3		3
GR							0
SCH		1					1
VR							0
VZ		5			17		22
VI							0
BOP							0
SP							0
SBB					10		10
BS							0
TW							0

TABEL B.7

ACTIVITEITEN PATROON BASSIN 7

	1	2	3	4	5	6	Totaal
HR	60	60	60	60	60	60	360
HI		1					1
HS		1		1			2
KR		5	2		5		12
ZW							0
J	2		2				4
GR							0
SCH			2				2
VR							0
VZ							0
VI							0

BOP	0
SP	0
SBB	0
BS	0
TW	0

TABEL B.9

ACTIVITEITEN PATROON BASSIN 8

	1	2	3	4	5	6	Totaal
HR	60	60	60	60	60	60	360
HI	11	10	5	5		5	36
HS			2				2
KR	40	37	33	29		54	193
ZW	4						4
J	1	3		2			6
GR							0
SCH		1	1	2			4
VR	2			5		4	11
VZ	2			9		8	19
VI				1			1
BOP							0
SP							0
SBB	1			2			3
BS							0
TW							0

TABEL B.9

INTERACTIE MET VERRIJKINGSELEMENT BASSIN 1

	Meting 2	Meting 2	Totaal
Hoepel	50	53	103
Ketting	98	54	152
Zeegras	60	57	117
Voedingspijp	203	183	386

TABEL B.10

INTERACTIE MET VERRIJKINGSELEMENT BASSIN 4

	Meting 2	Meting 2	Totaal
Hoepel	24	16	40
Ketting	18	14	32
Zeegras	68	41	109
Voedingsbal	66	63	129
Voedingspijp	102	82	184

TABEL B.11

STEREOTYPE GEDRAGING VOOR/NA VERRIJKING BASSIN 1

	Meting 1		Meting 2	
	VOOR	NA	VOOR	NA
Hoepel	94	92	81	88
Ketting	122	116	72	69
Zeegras	104	89	118	107
Voedingspijp	85	87	131	86

TABEL B.12

STEREOTYPE GEDRAGING VOOR/NA VERRIJKING BASSIN 4

	Meting 1		Meting 2	
	VOOR	NA	VOOR	NA
Hoepel	22	8	21	27
Ketting	29	18	8	28
Zeegras	17	24	28	29
Voedingsbal	26	22	37	34
Voedingspijp	30	12	1	13

BIJLAGE C: SPSS RESULTATEN

TABEL C.1
GEMIDDELDEN VAN DE GEDRAGINGEN PER LEVENSTADIA

Gedrag	Levensstadia	M	SD
HR	Pasgeboren	60.000	4.736
	Juveniel	60.000	3.867
	Volwassen	41.778	3.867
HI	Pasgeboren	3.083	.619
	Juveniel	.611	.506
	Volwassen	5.55	.506
HS	Pasgeboren	.333	.253
	Juveniel	1.000	.207
	Volwassen	.000	.207
KR	Pasgeboren	17.083	6.941
	Juveniel	37.000	5.668
	Volwassen	33.000	5.668
ZW	Pasgeboren	.333	6.352
	Juveniel	35.056	5.186
	Volwassen	37.556	5.186
J	Pasgeboren	.833	.558
	Juveniel	1.389	.456
	Volwassen	1.556	.456
GR	Pasgeboren	.000	2.961
	Juveniel	.000	2.418
	Volwassen	10.722	2.418
SCH	Pasgeboren	.500	.152
	Juveniel	.056	.124
	Volwassen	.167	.124
VR	Pasgeboren	.917	.349
	Juveniel	.167	.285
	Volwassen	.444	.285
VZ	Pasgeboren	1.583	2.541
	Juveniel	3.000	2.075
	Volwassen	13.222	2.075
VI	Pasgeboren	.083	.041
	Juveniel	.000	.034
	Volwassen	.000	.034
BOP	Pasgeboren	.000	.860
	Juveniel	1.444	.702
	Volwassen	1.056	.702

SP	Pasgeboren	.000	3.907
	Juveniel	5.278	3.190
	Volwassen	14.000	3.190
SBB	Pasgeboren	.250	5.407
	Juveniel	18.500	4.414
	Volwassen	28.333	4.414
BS	Pasgeboren	.000	.573
	Juveniel	.056	.468
	Volwassen	1.556	.468
TW	Pasgeboren	.000	1.053
	Juveniel	1.389	.859
	Volwassen	2.333	.859

TABEL C.2
POST-HOC TUKEY TOETS

Gedraging	(I) Levensstadia	(J) Levensstadia	M (I-J)	SD	Sig.
HR	Pasgeboren	Juveniel	.0000	6.11442	1.000
		Volwassen	18.2222*	6.11442	.013
	Juveniel	Pasgeboren	.0000	6.11442	1.000
		Volwassen	18.2222*	5.46890	.005
	Volwassen	Pasgeboren	-18.2222*	6.11442	.013
		Juveniel	-18.2222*	5.46890	.005
HI	Pasgeboren	Juveniel	2.4722*	.79968	.009
		Volwassen	3.0833*	.79968	.001
	Juveniel	Pasgeboren	-2.4722*	.79968	.009
		Volwassen	.6111	.71526	.671
	Volwassen	Pasgeboren	-3.0833*	.79968	.001
		Juveniel	-.6111	.71526	.671
HS	Pasgeboren	Juveniel	-.6667	.32710	.115
		Volwassen	.3333	.32710	.569
	Juveniel	Pasgeboren	.6667	.32710	.115
		Volwassen	1.0000*	.29257	.004
	Volwassen	Pasgeboren	-.3333	.32710	.569
		Juveniel	-1.0000*	.29257	.004

KR	Pasgeboren	Juveniel	-19.9167	8.96132	.078
		Volwassen	-15.9167	8.96132	.189
	Juveniel	Pasgeboren	19.9167	8.96132	.078
		Volwassen	4.0000	8.01525	.872
	Volwassen	Pasgeboren	15.9167	8.96132	.189
		Juveniel	-4.0000	8.01525	.872
ZW	Pasgeboren	Juveniel	-34.7222*	8.20043	<.001
		Volwassen	-37.2222*	8.20043	<.001
	Juveniel	Pasgeboren	34.7222*	8.20043	<.001
		Volwassen	-2.5000	7.33469	.938
	Volwassen	Pasgeboren	37.2222*	8.20043	<.001
		Juveniel	2.5000	7.33469	.938
J	Pasgeboren	Juveniel	-.5556	.72092	.723
		Volwassen	-.7222	.72092	.580
	Juveniel	Pasgeboren	.5556	.72092	.723
		Volwassen	-.1667	.64481	.964
	Volwassen	Pasgeboren	.7222	.72092	.580
		Juveniel	.1667	.64481	.964
GR	Pasgeboren	Juveniel	.0000	3.82310	1.000
		Volwassen	-10.7222*	3.82310	.020
	Juveniel	Pasgeboren	.0000	3.82310	1.000
		Volwassen	-10.7222*	3.41948	.008
	Volwassen	Pasgeboren	10.7222*	3.82310	.020
		Juveniel	10.7222*	3.41948	.008
SCH	Pasgeboren	Juveniel	.4444	.19598	.071
		Volwassen	.3333	.19598	.216
	Juveniel	Pasgeboren	-.4444	.19598	.071
		Volwassen	-.1111	.17529	.802
	Volwassen	Pasgeboren	-.3333	.19598	.216
		Juveniel	.1111	.17529	.802
VR	Pasgeboren	Juveniel	.7500	.45086	.230
		Volwassen	.4722	.45086	.551
	Juveniel	Pasgeboren	-.7500	.45086	.230
		Volwassen	-.2778	.40326	.771

	Volwassen	Pasgeboren	-.4722	.45086	.551
		Juveniel	.2778	.40326	.771
VZ	Pasgeboren	Juveniel	-1.4167	3.28014	.903
		Volwassen	-11.6389*	3.28014	.003
	Juveniel	Pasgeboren	1.4167	3.28014	.903
		Volwassen	-10.2222*	2.93385	.003
	Volwassen	Pasgeboren	11.6389*	3.28014	.003
		Juveniel	10.2222*	2.93385	.003
VI	Pasgeboren	Juveniel	.0833	.05319	.270
		Volwassen	.0833	.05319	.270
	Juveniel	Pasgeboren	-.0833	.05319	.270
		Volwassen	.0000	.04757	1.000
	Volwassen	Pasgeboren	-.0833	.05319	.270
		Juveniel	.0000	.04757	1.000
BOP	Pasgeboren	Juveniel	-1.4444	1.11026	.402
		Volwassen	-1.0556	1.11026	.611
	Juveniel	Pasgeboren	1.4444	1.11026	.402
		Volwassen	.3889	.99305	.919
	Volwassen	Pasgeboren	1.0556	1.11026	.611
		Juveniel	-.3889	.99305	.919
SP	Pasgeboren	Juveniel	-5.2778	5.04352	.552
		Volwassen	-14.0000*	5.04352	.021
	Juveniel	Pasgeboren	5.2778	5.04352	.552
		Volwassen	-8.7222	4.51106	.141
	Volwassen	Pasgeboren	14.0000*	5.04352	.021
		Juveniel	8.7222	4.51106	.141
SBB	Pasgeboren	Juveniel	-18.2500*	6.97985	.032
		Volwassen	-28.0833*	6.97985	<.001
	Juveniel	Pasgeboren	18.2500*	6.97985	.032
		Volwassen	-9.8333	6.24297	.267
	Volwassen	Pasgeboren	28.0833*	6.97985	<.001
		Juveniel	9.8333	6.24297	.267
BS	Pasgeboren	Juveniel	-.0556	.73993	.997
		Volwassen	-1.5556	.73993	.101

TW	Juveniel	Pasgeboren	.0556	.73993	.997
		Volwassen	-1.5000	.66181	.071
	Volwassen	Pasgeboren	1.5556	.73993	.101
		Juveniel	1.5000	.66181	.071
	Pasgeboren	Juveniel	-1.3889	1.35887	.567
		Volwassen	-2.3333	1.35887	.210
	Juveniel	Pasgeboren	1.3889	1.35887	.567
		Volwassen	-.9444	1.21541	.719
	Volwassen	Pasgeboren	2.3333	1.35887	.210
		Juveniel	.9444	1.21541	.719

TABEL C.3

EFFECT VAN GEDRAGSVERRIJKING OP HET STEREOTYPISCH GEDRAG VAN VOLWASSEN ELASMOBRANCHEN

Verrijkingselement	<i>F</i> -waarde met vrijheidsgraden	Sig.
Hoepel	$F(1) = .135$	$p = .748$
Ketting	$F(1) = .017$	$p = .908$
Zeegras	$F(1) = 1.300$	$p = .372$
Voedingspijp	$F(1) = .873$	$p = .449$

TABEL C.4

EFFECT VAN GEDRAGSVERRIJKING OP HET STEREOTYPISCH GEDRAG VAN JUVENIELE ELASMOBRANCHEN

Verrijkingselement	<i>F</i> -waarde met vrijheidsgraden	Sig.
Hoepel	$F(1) = .117$	$p = .715$
Ketting	$F(1) = .150$	$p = .736$
Zeegras	$F(1) = .438$	$p = .576$
Voedingsbal	$F(1) = .185$	$p = .709$
Voedingspijp	$F(1) = .043$	$p = .855$