



Vlaanderen
is wetenschap



Herkomstbepaling van Wilde eend in Vlaanderen

Io Deflem, Caroline Mouton, Thierry Onkelinx, Hannah Coburn, Koen Devos,
Thomas Cameron en Joachim Mergeay

INSTITUUT
NATUUR- EN BOSONDERZOEK

Auteurs:

[Io Deflem](#) , [Caroline Mouton](#) , [Thierry Onkelinx](#) , [Hannah Coburn](#) , Koen Devos, [Thomas Cameron](#) , [Joachim Mergeay](#) 

Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Reviewers:

Olivier Dochy

Het INBO is het onafhankelijk onderzoeksinstituut van de Vlaamse overheid dat via toegepast wetenschappelijk onderzoek, data- en kennisontsluiting het biodiversiteitsbeleid en -beheer onderbouwt en evalueert.

Vestiging:

Herman Teirlinckgebouw

INBO Brussel

Havenlaan 88, 1000 Brussel

vlaanderen.be/inbo

e-mail:

io.deflem@inbo.be

Wijze van citeren:

Deflem I, Mouton S, Onkelinx T, Coburn H, Devos K, Cameron T, Mergeay J (2026). Herkomstbepaling van Wilde eend (*Anas platyrhynchos*) in Vlaanderen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2026 (18). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
DOI: 10.21436/inbor.142401240

D/2026/3241/112

Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2025 (18)

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Hilde Eggermont

Foto cover:

Wilde eend (Yves Adams / Vilda)



Dit werk valt onder een [Creative Commons Naamsvermelding-GelijkDelen 4.0 Internationaal-licentie](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

HERKOMSTBEPALING VAN WILDE EEND (*ANAS PLATYRHYNCHOS*) VIA STABIELE ISOTOPEN

Io Deflem, Caroline Mouton, Thierry Onkelinx, Hannah Coburn, Koen Devos,
Thomas Cameron, Joachim Mergeay

10.21436/inbor.142401240

Dankwoord/Voorwoord

Dit onderzoek werd gefinancierd door het Agentschap Natuur en Bos (ANB). De Vlaamse stalen werden aangeleverd door verschillende natuurinspecteurs van het ANB. Daarnaast danken we prof. Steven Bouillon en Yannick Stroobandt (KU Leuven, Departement Aard- en Omgevingswetenschappen) voor de hulp bij de voorbereiding van de stalen en de uitvoering van de stabiele isotopenanalyses. Ook collega Emily Veltjen bedanken we voor de administratieve ondersteuning.

Samenvatting

Het uitzetten van jachtwild zoals de Wilde eend (*Anas platyrhynchos*) is in Vlaanderen sinds enkele decennia verboden. Toch worden nog regelmatig inbreuken op deze wetgeving vastgesteld. In dit onderzoek gingen we na of de analyse van stikstofisotopenverhouding in eendenveren de handhaving van illegale uitzettingen van in gevangenschap gekweekte dieren kan ondersteunen.

Stabiele isotopen zijn variaties van hetzelfde chemische element, zoals stikstof, koolstof en waterstof, verschillend in het aantal neutronen in de atoomkern. Deze variaties kan je gebruiken om de herkomst van een individu te bepalen: isotopen worden in het lichaam van dieren, afhankelijk van hun dieet en omgeving, in verschillende verhoudingen ingebouwd. Eerder werd aangetoond dat fazanten (*Phasianus colchicus*) en patrijzen (*Perdix perdix*) uit gevangenschap een andere stikstofisotopensamenstelling hebben (weergegeven als $\delta^{15}\text{N}$) dan vogels uit de vrije wildbaan. Een verschillend dieet tijdens de opgroeiperiode ligt aan de basis hiervan: Een plantaardig dieet (typisch voor gevangenschap) leidt tot een lager aandeel zware stikstofisotopen (en dus een lagere $\delta^{15}\text{N}$ -waarde). Een dieet met meer dierlijk materiaal resulteert in een hoger aandeel zware stikstofisotopen en een hogere $\delta^{15}\text{N}$ -waarde. In ons onderzoek testen we dit voor Wilde eenden. In de natuur opgegroeide Wilde eenden hebben een omnivoor dieet, met veel dierlijk materiaal, vooral in de eerste levensweken. Dit leidt tot een duidelijk onderscheid tussen dieren die in het wild zijn opgegroeid en dieren die in een kwekerij zijn grootgebracht. In dit onderzoek kozen we ervoor om handpennen te analyseren, omdat deze veren worden gevormd in de eerste levensweken, wanneer het dieetverschil het grootst is, en pas in het tweede levensjaar worden geruid. Hierdoor is het mogelijk om, wanneer we ervan uitgaan dat de dieren die worden uitgezet voornamelijk jonge dieren zijn, tot meer dan een jaar na het uitzetten vast te stellen of een individu in het wild dan wel in gevangenschap is opgegroeid.

Om de invloed van dieet op het stikstofisotopensignaal bij Wilde eenden te onderzoeken, werkten we samen met onderzoekers van de Universiteit van Essex. Zij verzamelden veerstalen op vier locaties in Engeland waar eenden uit kwekerijen systematisch worden uitgezet voor de jacht. Daarnaast werden ook stalen genomen van dieren uit een stedelijke omgeving, waar vermoedelijk vooral plantaardig en antropogeen voedsel beschikbaar is, en uit een natuurgebied, waaronder een deelgebied waar af en toe bijvoeding en uitzetting plaatsvinden. Deze keuze maakten we om de diversiteit aan omstandigheden waaronder wilde eenden voorkomen zo goed mogelijk weer te geven.

Veren van Wilde eenden die in gevangenschap waren opgegroeid hadden een lage verhouding tussen zware en lichte stikstofisotopen ($\delta^{15}\text{N} < 6,17 \text{ ‰}$), terwijl eenden uit het wild en uit steden een hoge verhouding hadden ($\delta^{15}\text{N} > 10 \text{ ‰}$). Deze resultaten stellen ons in staat om a posteriori op basis van veerstalen de herkomst (uit het wild versus uit gevangenschap) te bepalen van eenden van onzekere afkomst.

Deze methode werd verder ook toegepast op drie reeksen van Vlaamse stalen afkomstig van verschillende handhavingsacties van de Natuurinspectie van het Agentschap Natuur en Bos. De

Aanbevelingen voor beheer en/of beleid

De analyse van stikstofisotopen in handpennen toont een duidelijk onderscheid tussen gekweekte en wilde eenden. Eenden afkomstig uit kweek vertonen consistent lage $\delta^{15}\text{N}$ -waarden ($< 6,17 \text{ ‰}$), omdat ze een homogeen plantaardig dieet krijgen. Eenden die in het wild opgroeien vertonen daarentegen hogere $\delta^{15}\text{N}$ -waarden ($> 10 \text{ ‰}$), wat wijst op een gevarieerd dieet met een groter aandeel aan dierlijk materiaal. We vonden bij wilde vogels een grotere spreiding in $\delta^{15}\text{N}$, wat mogelijk te verklaren is door verschillen in geboortemoment, voedselaanbod en de snelheid waarmee veerweefsel wordt opgebouwd. Bij gekweekte eenden is de variatie over het algemeen lager, omdat ze gelijktijdig worden geboren en allemaal een plantaardig dieet op basis van granen krijgen. Volwassen eenden die massaal toegang hebben tot granen als voedsel kunnen echter ook een verlaagd $\delta^{15}\text{N}$ signaal vertonen. Daarom kunnen we enkel dieren met een $\delta^{15}\text{N} < 6,17 \text{ ‰}$ als afkomstig uit kweek aanwijzen.

Vanaf het tweede levensjaar, wanneer handpennen worden geruid, zal het isotopensignaal het veranderde dieet in het wild weerspiegelen. Hierdoor zal het onderscheid tussen eenden uit kweek en deze uit de vrije wildbaan vervagen. We kunnen dus enkel bij juveniele vogels, voor de tweede rui tijdens het tweede levensjaar, met hoge waarschijnlijkheid de herkomst bepalen op basis van isotopenanalyses. Tijdens de winterperiode is het daarnaast ook belangrijk rekening te houden met de aanwezigheid van zowel standvogels als trekvogels uit andere delen van Europa.

Voor toekomstige handhavingsacties wordt aanbevolen om veerstalen te verzamelen, waarbij het aantal te verzamelen stalen afhangt van de concrete vraagstelling. Bij het vermoeden van een recente massale uitzetting volstaat het om maximaal dertig individuen te bemonsteren, gezien de beperkte variatie binnen de gekweekte populatie. Systematisch stalen verzamelen bij de jacht kan waardevolle informatie opleveren over het aandeel gekweekte wilde eenden in de vrije wildbaan en bijdragen aan gerichte beleidsbeslissingen.

English abstract

The release of (captive bred) game species such as mallards (*Anas platyrhynchos*) has been prohibited in Flanders for several decades. Nonetheless, violations of this legislation are still regularly detected. In this study, we evaluated whether nitrogen stable isotope ratios in mallard feathers could serve as a reliable indicator to aid enforcement of wildlife release regulations.

Stable isotopes are non-radioactive variants of chemical elements, such as nitrogen, carbon, and hydrogen, that differ in their number of neutrons. These isotopic signatures can be used to infer the origin of individual animals, as the relative abundance of isotopes incorporated into tissues reflects diet and environmental conditions during growth. Previous research has demonstrated that captive-reared pheasants and partridges exhibit distinct isotopic compositions compared to wild-born individuals, primarily due to differences in diet during early development. A plant-based diet, typical of captive conditions, results in lower proportions of heavy nitrogen isotopes (i.e. lower $\delta^{15}\text{N}$ values), whereas diets containing higher amounts of animal-derived protein yield elevated $\delta^{15}\text{N}$ values.

This study tested whether the same principle applies to mallards, an omnivorous species with a diet rich in animal material during the early stages of life. The resulting dietary differences between wild-reared and captive-reared individuals were hypothesised to produce measurable differences in feather $\delta^{15}\text{N}$ values. Primary feathers were selected for analysis, as these are formed during the early post-hatching period, when diet-driven isotopic differences are most pronounced, and are not moulted until the second year of life. Assuming that released individuals are predominantly juveniles, this allows for retrospective determination of rearing origin more than a year post-release.

To investigate the effect of early diet on feather $\delta^{15}\text{N}$ values in mallards, we collaborated with researchers from the University of Essex. Feather samples were collected at five locations in England where captive bred mallards are systematically released for hunting purposes. Additional samples were obtained from urban populations, which are assumed to rely mainly on anthropogenic and plant-based food sources, and from a nature reserve, including a subarea where supplementary feeding and occasional releases occur. This sampling strategy was intended to capture the full range of ecological and dietary conditions under which mallards may occur.

Captive-reared mallards consistently exhibited low $\delta^{15}\text{N}$ values ($< 6,17\text{ ‰}$), whereas wild-reared and urban mallards showed markedly higher values ($> 10\text{ ‰}$). These findings demonstrate the feasibility of using nitrogen stable isotope analysis to discriminate between wild and captive origins in mallards of unknown provenance.

The method was subsequently applied to three sets of feather samples obtained during enforcement actions carried out by the Nature Inspection Division of the Agency for Nature and Forests. The first set, collected in early summer 2024, originated from recently released juvenile mallards. These samples uniformly exhibited $\delta^{15}\text{N}$ values below 6,17 ‰, consistent with a captive origin. The second set, collected in August 2024, comprised individuals of uncertain but

suspected captive origin and likewise showed uniformly low $\delta^{15}\text{N}$ values. The third set, collected in winter 2025, also comprised birds of unknown origin. In this case, both low and high $\delta^{15}\text{N}$ values were observed, suggesting a mixture of captive- and wild-reared individuals.

Inhoudstafel

Dankwoord/Voorwoord	2
Samenvatting	3
Aanbevelingen voor beheer en/of beleid	5
English abstract	6
Lijst van figuren	9
Lijst van tabellen	9
1 Inleiding	10
1.1 Achtergrond	10
1.2 Stabiele isotopen	11
1.2.1 Het gebruik van stabiele isotopen in ecologisch onderzoek	11
1.2.2 De impact van dieet op isotopensamenstelling	12
1.2.3 Selectie van veren voor isotopenanalyse	13
1.2.4 De impact van migratie en herkomst op isotopensamenstelling.....	13
1.3 Doelstellingen	14
2 Werkwijze	15
2.1 Staalname	15
2.2 Analyses	16
2.3 Dataverwerking.....	16
3 Resultaten	17
3.1 Overzicht.....	17
3.2 Clustering.....	18
3.3 Stikstof	19
3.3.1 Verenigd Koninkrijk	19
3.3.2 Vlaanderen	20
3.4 Koolstof.....	20
4 Discussie	21
4.1 Resultaten Verenigd Koninkrijk	21
4.2 Resultaten Vlaanderen	22
4.3 Aanbevelingen	23
Referenties	25

Lijst van figuren

Figuur 1 Boxplots die de variatie in $\delta^{15}\text{N}$ -waarden (‰) tonen voor elk van de locaties. De grenswaarden voor de clustering zijn aangegeven in stippellijn. 17

Figuur 2 Boxplots die de variatie in $\delta^{13}\text{C}$ -waarden (‰) tonen voor elk van de locaties. 17

Lijst van tabellen

Tabel 1 Het aantal geanalyseerde stalen (N), de gemiddelde waarde, standaarddeviatie (SD) en bereik voor $\delta^{15}\text{N}$ (‰) en $\delta^{13}\text{C}$ (‰) voor elk van de locaties. 18

Tabel 2 Aantal stalen (N), gemiddelde, standaarddeviatie (SD), minimale en maximale waarde en 95%-betrouwbaarheidsinterval voor $\delta^{15}\text{N}$ per cluster op basis van de hiërarchische clusteranalyse. 18

Tabel 3 Aantal individuen en percentage per cluster voor elke locatie. Clusters zijn gebaseerd op hiërarchische clustering van $\delta^{15}\text{N}$ -waarden. Het percentage tussen haakjes geeft het aandeel van de locatie in die cluster. 19

1 INLEIDING

1.1 ACHTERGROND

Ondanks een verbod op het uitzetten van jachtwild (Jachtdecreet van 24 juli 1991), worden Wilde eenden (*Anas platyrhynchos*) afkomstig uit kwekerijen nog regelmatig waargenomen in het wild in Vlaanderen. In veel Europese landen is dit wel nog steeds legaal. Het uitzetten van gekweekte eenden kan nochtans een grote impact hebben op de wilde populatie. Hoewel de soort nog steeds algemeen voorkomt, is de populatie in Europa de afgelopen decennia sterk afgenomen. In Vlaanderen zou dit gaan om een afname bijna 20 % sinds 2007 (Onkelinx et al. 2020).

Jaarlijks worden volgens schattingen drie miljoen gekweekte Wilde eenden legaal vrijgelaten in Europa, terwijl de totale broedpopulatie ongeveer 4,5 miljoen dieren bevat (BirdLife International 2004; Champagnon et al. 2013; Madden 2021). Het vrijlaten van in gevangenschap gekweekte eenden gebeurt vooral in Groot-Brittannië (Aebischer 2024) en Frankrijk (Champagnon et al. 2009), waar het aantal gekweekte dieren de natuurlijke populatie zelfs zou overstijgen. Verschillende wetenschappelijke studies onderzochten de overleving en ecologische impact van gekweekte eenden op de wilde populatie in Europa en in de Verenigde Staten. Hieronder volgt een samenvatting van de voornaamste conclusies.

Gekweekte Wilde eenden hebben over het algemeen een **lagere overlevingskans** en een **verminderd voortplantingssucces** in het wild. Uit verschillende studies blijkt dat slechts een beperkt aandeel van de uitgezette dieren de voortplantingsleeftijd bereikt, met schattingen die variëren van minder dan 10 % tot 23 % (Osborne et al. 2010; Champagnon et al. 2011, 2012, 2016; Söderquist et al. 2021). In vergelijking met wilde individuen is de overlevingskans van gekweekte eenden duidelijk lager. Gekweekte individuen die lang genoeg overleven, kennen bovendien een lager voortplantingssucces (Dubovsky & Kaminski 1994; Osborne et al. 2010).

Naast verschillen in overleving en voortplantingssucces, vertonen gekweekte eenden ook duidelijke **afwijkingen in morfologie, fysiologie en gedrag** ten opzichte van wilde individuen. Deze kenmerken zijn vaak nadelig in het wild en verklaren deels de lage overlevingskansen van gekweekte dieren in het wild. Zo wijzen meerdere studies op duidelijke verschillen in snavelmorfologie tussen Wilde en gekweekte eenden (Champagnon et al. 2010, 2012; Söderquist et al. 2014; Halligan et al. 2025). Gekweekte dieren hebben snavels die meer aangepast zijn aan het pikken van korrels dan aan filtervoederen (Champagnon et al. 2010; Söderquist et al. 2014; Halligan et al. 2025). Ook is er een verschil aangetoond in de samenstelling van hun spijsverteringsorganen (Champagnon et al. 2011). Qua gedrag vertonen gekweekte eenden onder andere een verminderd antipredatiegedrag, afwijkend schuilgedrag, gewijzigde sociale interacties en afwijkende eet- en migratiepatronen (Osborne et al. 2010; Söderquist et al. 2014). Daarnaast hebben gekweekte eenden een sterkere voorkeur voor antropogeen voedsel (Champagnon et al. 2016). Deze morfologische, fysiologische en gedragsaanpassingen limiteren mogelijks de capaciteit van gekweekte eenden om voldoende

////////////////////////////////////

voedingsreserves op te bouwen voor overleving en voortplanting in het wild. Dit kan bijdragen aan de lagere lichaamsconditie die vaak bij deze dieren wordt vastgesteld (Champagnon et al. 2016).

Ondanks de hoge kans op sterfte overleven in Europa jaarlijks tienduizenden gekweekte eenden, alleen door het grote aantal dat wordt vrijgelaten (Champagnon et al. 2016). Verschillende studies tonen inderdaad aan dat er voldoende gekweekte eenden overleven om zich voort te planten met wilde soortgenoten (Davis et al. 2022; Lavretsky et al. 2020, 2023). In bepaalde regio's, zoals Centraal-Europa en het oosten van Noord-Amerika, bestaat een groot deel van de populatie dan ook uit kruisingen van gekweekte en wilde dieren (Lavretsky et al. 2020, 2023; Schummer et al. 2023). Deze genetische vermenging kan de fitness van de gehele populatie verlagen, wat vervolgens kan leiden tot een achteruitgang van de wilde populatie in Europa (Champagnon et al. 2012, 2016; Söderquist et al. 2013, 2021; Schummer et al. 2023). Het aandeel gekweekte individuen en hybriden binnen de wilde populatie in Vlaanderen is momenteel niet gekend.

Naast de rechtstreekse impact op de Wilde eendenpopulatie kan de aanwezigheid van grote aantallen gekweekte Wilde eenden ook **bredere ecologische gevolgen** hebben. Deze effecten kunnen zowel direct zijn, bijvoorbeeld door competitie met wilde soortgenoten en andere soorten of de overdracht van pathogenen, als indirect zijn, via veranderingen in het voedselweb of via abiotische veranderingen, zoals eutrofiëring ten gevolge van verhoogde nutriëntenbelasting (Noer et al. 2008; Söderquist et al. 2021).

Het uitzetten van grote aantallen in gevangenschap gekweekte eenden kan dus grote ecologische gevolgen hebben, wat het belang van **effectieve handhaving** benadrukt. In de praktijk blijkt het echter moeilijk om illegale uitzettingen te vervolgen, aangezien dit enkel mogelijk is wanneer de overtreder op heterdaad wordt betrapt. In dit onderzoek wordt nagegaan of handhaving in de toekomst kan worden ondersteund door indirecte methoden, zoals de analyse van **stabiele isotopen**. Bij andere soorten jachtwild, waaronder fazant en patrijs, is in eerder onderzoek aangetoond dat isotopenanalyse toelaat om in het wild opgegroeide individuen te onderscheiden van dieren afkomstig uit gevangenschap (Deflem et al. 2022; Jensen et al. 2012).

1.2 STABIELE ISOTOPEN

1.2.1 Het gebruik van stabiele isotopen in ecologisch onderzoek

Chemische elementen, zoals waterstof (H), stikstof (N) en koolstof (C), komen voor in verschillende vormen. Elke vorm of isotoop verschilt in het aantal neutronen dat in de atoomkern aanwezig is. Het aantal protonen blijft daarbij wel gelijk, aangezien dit aantal bepaalt om welk element het gaat. De verhouding tussen lichte (minder neutronen) en zware (meer neutronen) isotopen van hetzelfde element wordt vaak gebruikt in ecologische studies om de herkomst, het trofisch niveau en het dieet van individuen, populaties en soorten te bestuderen.

De meest gebruikte isotopen voor ecologische studies zijn de zware en lichte vorm van waterstof (^2H en ^1H), stikstof (^{15}N en ^{14}N) en koolstof (^{13}C en ^{12}C). Hierbij wordt de verhouding tussen beide vormen van hetzelfde element gemeten, genoteerd als $\delta^{15}\text{N}$ (of $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$) en $\delta^{13}\text{C}$ (of $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$), met promille (‰) als eenheid.

Stabiele **stikstofisotopen** worden vaak gebruikt om de positie in de voedselketen te bepalen. Bij elke stap in de voedselketen neemt de verhouding tussen de zware (^{15}N) en lichte (^{14}N) stikstofisotoop toe, aangezien lichtere isotopen sneller worden uitgescheiden. Bij herbivore soorten of individuen wordt dan ook een lagere $\delta^{15}\text{N}$ -waarde verwacht dan bij omnivore of carnivore individuen die hoger in de voedselketen staan. In tegenstelling tot stikstof blijft de verhouding tussen **koolstofisotopen** ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) relatief stabiel doorheen het voedselweb. De $\delta^{13}\text{C}$ -waarde geeft voornamelijk informatie over de gebruikte koolstofbron tijdens de fotosynthese aan de basis van de voedselketen en kan onder meer verschillen tussen terrestrische en aquatische systemen of tussen C3- en C4-plantenvegetaties weergeven. Voor deze studie is $\delta^{13}\text{C}$ vooral informatief voor het type granen waarmee gevoederd wordt: mais is een C4-plant, en accumuleert meer ^{13}C dan tarwe, wat een C3-plant is (O'Leary 1988). Ten slotte geeft de verhouding tussen **waterstofisotopen** ($^2\text{H}/^1\text{H}$) het isotopensignaal van de waterbron die door het organisme is opgenomen weer. Dit signaal varieert geografisch, onder invloed van onder meer neerslagpatronen, en wordt met wisselend succes gebruikt om migratiepatronen van vogels te reconstrueren (Inger & Bearshop 2008; Hobson & Wassenaar 2019; Van Dijk et al. 2014).

Bij Wilde eend werd isotopenonderzoek onder andere al toegepast in de Verenigde Staten (Szymanski et al. 2007) en in Canada (Palumbo et al. 2019) om de herkomst van individuen te bepalen en om variatie in het dieet tussen verschillende habitattypes te analyseren (English et al. 2017). Naast het bepalen van de **regionale herkomst en het dieet** kan isotopenonderzoek, en meer specifiek de **verhouding** van **stikstofisotopen**, ook worden gebruikt voor de detectie van vogels die zijn opgegroeid in gevangenschap. Voor Wilde eend is dit type onderzoek nog niet uitgevoerd, maar de methode is met succes toegepast bij andere soorten jachtwild, zoals fazant (Jensen et al. 2012) en patrijs (Deflem et al. 2022). Bij deze soorten is het dieet in kwekerijomstandigheden zo goed als volledig plantaardig, terwijl wilde individuen een omnivoor dieet hebben. Dit verschil vertaalt zich in duidelijk uiteenlopende $\delta^{15}\text{N}$ -waarden tussen beide herkomsten. Bij Wilde eend is de situatie complexer, onder andere door een meer gevarieerd dieet, migratiegedrag en een ander ruipatroon. Aangezien deze factoren de interpretatie van isotopenwaarden kunnen beïnvloeden, worden ze hieronder in meer detail besproken.

1.2.2 De impact van dieet op isotopensamenstelling

Aangezien de samenstelling van stikstofisotopen informatie kan opleveren over de trofische positie (bijvoorbeeld omnivoor versus herbivoor, aandeel plantaardig versus dierlijk materiaal), is inzicht in het dieet van wilde eenden van belang voor handavingsdoeleinden.

Net als patrijzen en fazanten zijn **Wilde eenden** tijdens de eerste levensweken sterk afhankelijk van een **proteïnerijk dieet bestaande uit ongewervelden**. Bij gekweekte individuen bestaat het dieet daarentegen vrijwel uitsluitend uit eiwitrijk plantaardig materiaal. Aangezien omnivore

Bij een **eerdere isotopenstudie** bij Wilde eend varieerde de isotopenverhouding van stikstof bij wilde dieren tussen 7 en 11 ‰ (Szymanski et al. 2007). Deze variatie valt in dezelfde grootteorde als eerder geobserveerde variaties bij patrijs (Deflem et al. 2021) en fazant (Jensen et al. 2012). Bij gekweekte patrijzen daarentegen werd een aanzienlijk lager $\delta^{15}\text{N}$ -signaal waargenomen, met waarden tussen 2 en 3 ‰. Op basis van deze eerdere bevindingen wordt verwacht dat ook bij wilde eend een onderscheid kan worden gemaakt tussen wilde en gekweekte individuen op basis van de verhouding tussen stikstofisotopen.

Het isotopesignaal $\delta^{15}\text{N}$ wordt in dierlijk weefsel vastgelegd op het moment van de vorming van dat specifieke weefsel. Aangezien veren na hun vorming metabolisch inactief zijn, reflecteert $\delta^{15}\text{N}$ het dieet tijdens de periode waarin die veer werd gevormd. Bij eenden worden de vleugelveren (op de schouderveren en tertiaire veren na), die gevormd worden in de eerste twee levensmaanden, behouden tot in het najaar van het daaropvolgende jaar (Mouronval 2016). Daardoor is dit type veer geschikt om het dieet van een individu in zijn opgroEIFase weer te geven. Wij kozen specifiek voor een analyse van de isotopen uit de handpennen. In principe is het mogelijk om tot ruim 1 jaar na geboorte (tot de tweede zomer) een onvolwassen eend te onderscheiden van een volwassen eend, aan de hand van het slijtagepatroon van de vleugelveren. In de praktijk vergt dit, vooral na de eerste lichaamsrui die loopt tot december van het eerste jaar, een zeer gedegen kennis, een geoefend oog en vergelijkingsmateriaal in de hand (Mouronval 2016).

In tegenstelling tot patrijzen, waarvan de migratie vaak beperkt blijft tot enkele kilometers, zijn Wilde eenden veel mobieler. De meerderheid van de in Vlaanderen broedende Wilde eenden verblijft jaarrond in de regio, terwijl een kleiner deel in de winter wegtrekt, vooral in westelijke of zuidwestelijke richting (Frankrijk, Groot-Brittannië). Juveniele vogels die in Vlaanderen geboren zijn, vertonen na het broedseizoen een dispersie die tot in de buurlanden reikt, voornamelijk Nederland en Frankrijk.

noordelijker gelegen landen die grenzen aan de Noordzee en Oostzee en uit Europees Rusland. Een deel van deze vogels is hier slechts op doorreis en trekt verder door naar overwinteringsgebieden in Frankrijk of Engeland. Een connectiviteitsanalyse uitgevoerd door EURING en gebaseerd op migratiedata definieert tevens één Wilde eendencluster in Europa (EURING Migration Atlas n.d.).

Dispersie van juveniele Wilde eenden begint kort na het broedseizoen, vooral vanaf augustus. De seizoenale trek komt vooral vanaf september op gang en wordt zeker in de meest noordelijke Europese regio's in belangrijke mate aangestuurd door de dalende temperatuur. De resultaten van de maandelijkse watervogeltellingen in Vlaanderen (die lopen van oktober tot in maart) tonen een geleidelijke toename in oktober en november tot meestal een piek in december. Vaak vertonen de aantallen in januari reeds een lichte daling, behalve in strenge winters wanneer ook in januari en soms zelfs in februari een hoog niveau over een langere periode wordt aangehouden. In maart is het grootste deel van de overwinterende vogels alweer vertrokken.

Over het eventuele **trekgedrag** van gekweekte Wilde eenden is weinig bekend, want deze worden immers zelden of nooit geringd voor wetenschappelijk onderzoek. We kunnen aannemen dat deze vogels een minder uitgesproken trekdrang hebben en zeker in de periode na het loslaten in het wild lange tijd blijven rondhangen in de omgeving. Uit genetische analyses blijkt dat gekweekte vogels zich toch veelvuldig vermengen met vogels van wilde herkomst (Champagnon et al. 2013; Söderquist et al. 2017)

1.3 DOELSTELLINGEN

Dit project onderzoekt of we de **verhouding van stabiele stikstofisotopen** ($\delta^{15}\text{N}$) kunnen gebruiken om een onderscheid te maken tussen Wilde eenden (*Anas platyrhynchos*) die in gevangenschap of in het wild zijn opgegroeid. Het doel is om deze methode te gebruiken als instrument ter **ondersteuning van de handhaving op illegale uitzettingen**. Gelijktijdig wordt ook de verhouding van stabiele koolstofisotopen ($\delta^{13}\text{C}$) gemeten. Deze gegevens worden geanalyseerd en besproken wanneer ze relevante of aanvullende inzichten opleveren. We vergelijken hiervoor stalen van Wilde eenden met een gekende kweekachtergrond versus eenden die in een natuurlijke omgeving zijn opgegroeid.

2 WERKWIJZE

2.1 STAALNAME

Tussen augustus en november 2024 werden Wilde eenden gevangen in verschillende gebieden in de omgeving van Colchester (Verenigd Koninkrijk) en voorzien van een wetenschappelijke metalen ring in het kader van het doctoraatsonderzoek van Hannah Coburn (University of Essex). In Colchester werden locaties in een natuurgebied geselecteerd waar Wilde eenden zonder menselijke interventie broeden en opgroeien en gebieden waar jaarlijks grote aantallen eenden legaal worden uitgezet voor de jacht. De dieren die daar gevangen werden zijn grotendeels tot volledig afkomstig uit kwekerijen, waar ze een plantaardig dieet kregen. Daarnaast werden vogels gevangen in twee urbane parken, waarvan de herkomst van de eenden onbekend is, maar waar de dieren vermoedelijk een meer plantaardig dieet consumeren. Aanvullend verzamelden we veerstalen van Wilde eenden in Vlaanderen tijdens handhavingsacties van Natuurinspectie.

De stalen werden verzameld op volgende locaties:

- Vier locaties in Garisson (Kweek 1), Mersea Island (Kweek 2), Suffolk (Kweek 3) en Ardleigh (Kweek 4). De dieren vrijgelaten in de locaties in Garrison, Mersea Island en Suffolk (Kweek 1, Kweek 2 en Kweek 3) zijn vrijwel volledig afhankelijk van bijvoederen, met weinig toegang tot natuurlijke voedselbronnen. De locatie in Ardleigh (Kweek 4) is gelegen in een gebied met een groot aanbod aan natuurlijke voedselbronnen. Hier werden bovendien ook jonge dieren vrijgelaten waarvan de veren nog niet volledig ontwikkeld waren.
- Twee parken waaronder Castle Park in Colchester in een volledig urbane omgeving, en de campus van de Universiteit van Essex aan de periferie van Colchester, grenzend aan ruraal gebied (hierna aangeduid als Park 1 en Park 2).
- Het natuurgebied Abberton Reservoir ten Zuiden van Colchester, waar in het westelijke deel van het gebied geen bijvoeding of uitzetting plaatsvindt (Natuurgebied 1), terwijl in het oostelijke deel bijvoeding met voedertonnen gebeurt en af en toe gekweekte eenden worden vrijgelaten (Natuurgebied 2).
- Stalen van twee gedomesticeerde Wilde Eenden in gevangenschap kregen het label Controle.
- *Inspectie 1* betreft een handhavingsactie van Natuurinspectie en omvatte een groep juveniele eenden die net vliegvlug waren, en waarvan achteraf bevestiging was gekomen dat ze afkomstig waren uit een Franse kwekerij (juli 2024).
- *Inspectie 2* (augustus 2024) betreft een homogene groep juveniele eenden van onbekende herkomst, maar met een sterk vermoeden van een recente uitzetting.
- *Inspectie 3* (januari 2025) betrof een staalname op het tableau na een jacht, met dieren van onbekende herkomst, maar met een vermoeden dat er eerder uitgezette dieren bij betrokken waren.

ANALYSES

De verzamelde veren ($n = 219$) werden gereinigd met aceton en nadien grondig gespoeld met gedestilleerd water. De gewassen veren werden vervolgens 24 uur gedroogd in een oven bij een temperatuur van 40°C . Van elke gedroogde veer werd een stuk van de bovenste tip met een gewicht tussen 0,500 en 1,000 mg geselecteerd en afgewogen in een aluminium kroesje. De isotopenverhoudingen van stikstof en koolstof ($\delta^{15}\text{N}$ en $\delta^{13}\text{C}$) werden bepaald door verbranding met een elementanalysator (Thermo Flash HT/EA of EA 1110), gekoppeld aan een IRMS-systeem (Thermo Delta V Advantage) via een Conflo IV-interface (Thermo) aan het Departement Aard- en Omgevingswetenschappen van de KU Leuven. Beide ratio's werden tijdens dit proces standaard gemeten, hoewel de focus van dit onderzoek ligt op $\delta^{15}\text{N}$. De isotopenverhoudingen werden als volgt berekend en weergegeven:

$$\delta^{15}N(\text{‰}) = \left(\frac{{}^{15}N/{}^{14}N_{\text{staal}}}{{}^{15}N/{}^{14}N_{\text{standaard}}} - 1 \right) 1000$$

Waarbij de waarden van het staal vergeleken worden met een internationale standaard (Vienna Pee-Dee Belemniet voor $\delta^{13}\text{C}$ en atmosferische stikstof voor $\delta^{15}\text{N}$). De formule is analoog voor $\delta^{13}\text{C}$ waarbij de verhouding tussen $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ wordt gebruikt.

DATAVERWERKING

De statistische analyses werden uitgevoerd in RStudio (versie 4.4.2; R Core Team, 2024). Het isotopensignaal voor stikstof ($\delta^{15}\text{N}$) en koolstof ($\delta^{13}\text{C}$) werd per locatie grafisch weergegeven met behulp van boxplots en scatterplots. Daarnaast werden per locatie het gemiddelde, de standaarddeviatie, en de minimum- en maximumwaarden samengevat in een tabel.

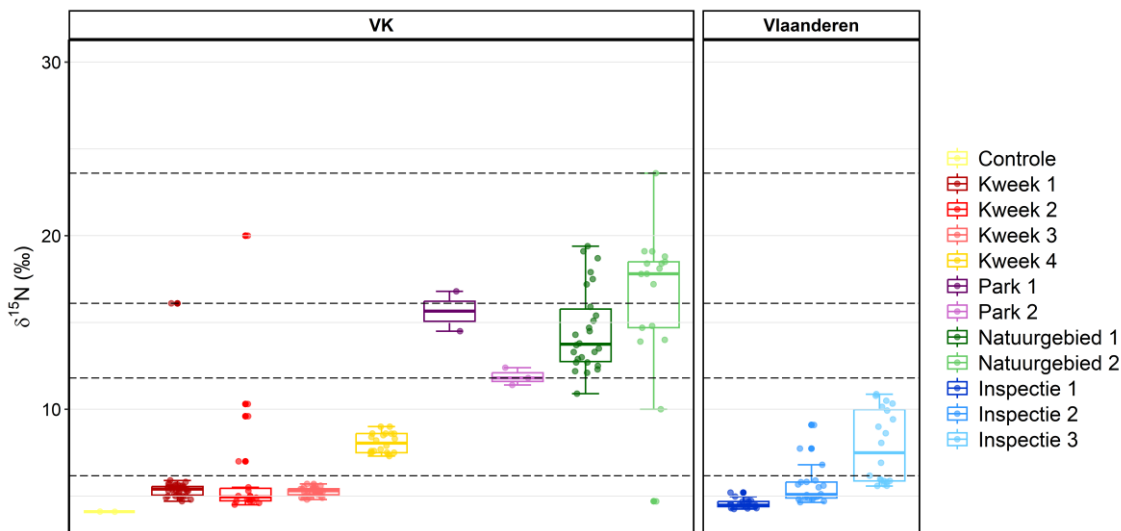
Vervolgens werd een hiërarchische clusteranalyse uitgevoerd op basis van de $\delta^{15}\text{N}$ -waarden. De clusteranalyse werd uitgevoerd met de functie `agnes` uit het R-pakket `cluster` versie 2.1.8.1 (Maechler et al. 2025) met de Ward-methode. Clusteringmethodes groeperen observaties gebaseerd op hun gelijkheid. Bij hiërarchische clustering worden stapsgewijs de meest gelijkende observaties samengevoegd. De Ward-methode kiest hierbij telkens de samenvoeging die de variatie binnen de clusters het minst vergroot. Op basis van de clustering werden met andere woorden verschillende groepen onderscheiden, waaraan alle individuen op basis van de stikstofisotopenverhouding werden toegewezen.

De variatie in $\delta^{15}\text{N}$ en $\delta^{13}\text{C}$ tussen de verschillende locaties werd hierna geëvalueerd aan de hand van een lineair model, waarbij locatie als verklarende variabele werd opgenomen. Paarsgewijze vergelijkingen tussen locaties werden vervolgens beoordeeld met een post-hoc Tukey-test om significante verschillen te identificeren.

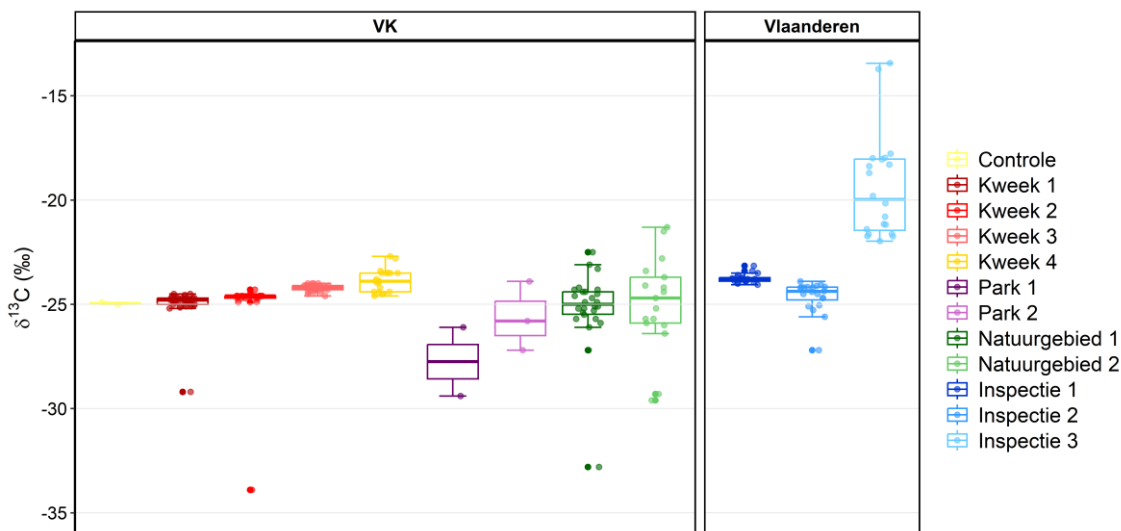
3 RESULTATEN

3.1 OVERZICHT

Het gemiddelde, de standaarddeviatie, en de minimum- en maximumwaarden van stikstofisotopenverhouding ($\delta^{15}\text{N}$) en koolstofisotopenverhouding ($\delta^{13}\text{C}$) worden per locatie weergegeven in **Tabel 1**. **Figuur 1** toont de resultaten voor de verschillende locaties voor $\delta^{15}\text{N}$, en **Figuur 2** voor $\delta^{13}\text{C}$.



Figuur 1 Boxplots die de variatie in $\delta^{15}\text{N}$ -waarden (‰) tonen voor elk van de locaties. De grenswaarden voor de clustering zijn aangegeven in stippellijn.



Figuur 2 Boxplots die de variatie in $\delta^{13}\text{C}$ -waarden (‰) tonen voor elk van de locaties.

Tabel 1 Het aantal geanalyseerde stalen (N), de gemiddelde waarde, standaarddeviatie (SD) en bereik voor $\delta^{15}\text{N}$ (‰) en $\delta^{13}\text{C}$ (‰) voor elk van de locaties.

Locatie	Land	N	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)			$\delta^{13}\text{C}$ (‰)		
			Gemiddelde	SD	Bereik	Gemiddelde	SD	Bereik
Controle	VK	2	4,10	0,00	-	-24,95	0,07	-25,0 – -24,9
Kweek 1	VK	39	5,61	1,75	4,7 – 16,1	-24,94	0,72	- 29,2 – -24,5
Kweek 2	VK	18	6,40	3,79	4,5 – 20,0	-25,15	2,19	33,9 – -24,3
Kweek 3	VK	32	5,26	0,25	4,8 – 5,7	-24,21	0,15	-24,6 – -24,0
Kweek 4	VK	20	8,07	0,57	7,3 – 9,0	-23,85	0,55	-24,6 – -22,7
Park 1	VK	2	15,65	1,63	14,5 – 16,8	-27,75	2,33	-29,4 – -26,1
Park 2	VK	3	11,87	0,50	11,4 – 12,4	-25,63	1,66	-27,2 – -23,9
Natuurgebied 1	VK	26	14,56	2,39	10,9 – 19,4	-25,17	1,84	-32,8 – -22,5
Natuurgebied 2	VK	17	16,41	4,24	4,7 – 23,6	-24,94	2,25	-29,6 – -21,3
Inspectie 1	België	20	4,54	0,25	4,3 – 5,2	-23,76	0,22	-24,1 – -23,2
Inspectie 2	België	20	5,59	1,13	4,6 – 9,1	-24,63	0,76	-27,2 – -23,9
Inspectie 3	België	20	7,85	2,09	5,6 – 10,9	-19,38	2,51	-21,9 – -13,4

3.2 CLUSTERING

Op basis van de hiërarchische clustering van het stikstofisotopensignaal werden **vier clusters** geïdentificeerd. Het gemiddelde, de standaarddeviatie en de minimum- en maximumwaarde per cluster worden samengevat in **Tabel 2**. De stalen van gekende wilde oorsprong clusteren nagenoeg allemaal in groepen 3 en 4. De stalen afkomstig uit Kweek 1 tot en met 3 vallen bijna allemaal in cluster 1, terwijl de stalen van Kweek 4 allen in cluster 2 vallen. De inspectiestalen waarvan we zekerheid hebben dat ze uit een Franse kwekerij kwamen (Inspectie 1) zitten ook duidelijk in cluster 1. De stalen uit Inspectie 2 en 3 zijn verdeeld over cluster 1 en 2 (**Tabel 3**).

Tabel 2 Aantal stalen (N), gemiddelde, standaarddeviatie (SD), minimale en maximale waarde en 95%-betrouwbaarheidsinterval voor $\delta^{15}\text{N}$ per cluster op basis van de hiërarchische clusteranalyse.

	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4
N	133	41	26	19
Gemiddelde	5,14	8,79	13,78	18,60
SD	0,46	1,33	1,16	1,47
Bereik	4,10 - 6,17	6,80 - 11,80	12,10 - 16,10	16,80 - 23,60

Tabel 3 Aantal individuen en percentage per cluster voor elke locatie. Clusters zijn gebaseerd op hiërarchische clustering van $\delta^{15}\text{N}$ -waarden. Het percentage tussen haakjes geeft het aandeel van de locatie in die cluster.

	N	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4
Controle	2	2 (100 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Kweek 1	39	38 (97,4 %)	0 (0 %)	1 (2,6 %)	0 (0 %)
Kweek 2	18	14 (77,8 %)	3 (16,7 %)	0 (0 %)	1 (5,6 %)
Kweek 3	32	32 (100 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Kweek 4	20	0 (0 %)	20 (100 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Park 1	2	0 (0 %)	0 (0 %)	1 (50 %)	1 (50 %)
Park 2	3	0 (0 %)	2 (66,7 %)	1 (33,3 %)	0 (0 %)
Natuurgebied 1	26	0 (0 %)	1 (3,8 %)	19 (73,1 %)	6 (23,1 %)
Natuurgebied 2	17	1 (5,9 %)	1 (5,9 %)	4 (23,5 %)	11 (64,7 %)
Inspectie 1	20	20 (100 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Inspectie 2	20	17 (85 %)	3 (15 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Inspectie 3	20	9 (45 %)	11 (55 %)	0 (0 %)	0 (0 %)

3.3 STIKSTOF

3.3.1 Verenigd Koninkrijk

De isotopenverhouding voor stikstof ($\delta^{15}\text{N}$) varieert significant tussen de verschillende locaties ($P < 0,001$; **Figuur 1**).

De twee **controlestalen** van gedomesticeerde eenden vertonen beide een $\delta^{15}\text{N}$ -waarde van 4,10 ‰. Voor de vier **kweeklocaties** liggen de gemiddelde $\delta^{15}\text{N}$ -waarden tussen 5,26 en 8,07 ‰, met individuele waarden variërend van 4,50 tot 20,00 ‰. Van de 109 geanalyseerde stalen werden er 84 toegewezen aan cluster 1. Alle stalen van Kweeklocatie 4 behoren tot cluster 2 en vertonen een significant hogere $\delta^{15}\text{N}$ -waarde dan zowel de controlestalen als de drie andere kweeklocaties. Ook bij Kweeklocatie 2 (waarden van 9,60 ‰, 10,30 ‰ en 20,00 ‰) en Kweeklocatie 1 (16,10 ‰) werden individuele waarden boven 6,17 ‰ waargenomen en werden dus enkele individuen aan cluster 2, 3 en 4 toegewezen. Tussen de andere kweeklocaties en de controlestalen onderling werden geen significante verschillen vastgesteld.

Bij de stalen uit **Park 1 en Park 2** ($N = 5$) varieert de $\delta^{15}\text{N}$ -waarde tussen 11,40 en 16,80 ‰. De gemiddelde waarde bedraagt 15,65 ‰ voor Park 1 en 11,87 ‰ voor Park 2. Deze waarden liggen significant hoger dan die van de vijf kweeklocaties ($P < 0,001$). Er werd geen significant verschil vastgesteld tussen beide parken, noch tussen de parken en de natuurgebieden. Het enige significante verschil werd vastgesteld tussen Park 2 en Natuurgebied 2 ($P = 0,037$). Twee stalen werden toegewezen aan cluster 2, twee aan cluster 3 en één aan cluster 4.

Het isotopensignaal voor stikstof in de **natuurgebieden** ligt significant hoger dan in de kweeklocaties ($P < 0,001$). De $\delta^{15}\text{N}$ -waarden binnen deze gebieden variëren sterk, met individuele waarden tussen 4,70 en 23,60 ‰. De gemiddelde $\delta^{15}\text{N}$ -waarde bedraagt 14,56 ‰ in Natuurgebied 1 en 16,41 ‰ in Natuurgebied 2. Slechts drie stalen vertoonden een waarde lager

////////////////////////////////////

4 DISCUSSIE

In dit onderzoek gebruikten we de **verhouding van stabiele stikstofisotopen ($\delta^{15}\text{N}$)** om na te gaan of er een detecteerbaar verschil aanwezig is in de isotopensamenstelling van de veren van Wilde eenden die in het wild zijn opgegroeid en een natuurlijk dieet hebben gehad, en Wilde eenden afkomstig uit kwekerijen, waarvan het dieet grotendeels uit plantaardige producten (granenmengsels) bestond. De stikstofisotopensamenstelling van veren weerspiegelt de trofische positie en dus het dieet van een individu op het moment van vorming van de veren. Voor Wilde eenden werd dit nog niet eerder onderzocht. Aangezien handpennen na vorming gedurende ongeveer één jaar behouden blijven, kunnen deze veren dieren als indicator van het type dieet waaraan het individu tijdens de veergroei was blootgesteld (overwegend plantaardig versus relatief dierlijk).

Om een goed contrast te bekomen, focusten we op Wilde eenden die afkomstig waren uit gebieden waar veelvuldig gekweekte eenden gelost werden (Kweek 1 tot 4), en Wilde eenden afkomstig uit natuurgebieden (Natuurgebied 1 en 2). Bijkomstig verzamelden we veerstalen van enkele vogels uit urbane en peri-urbane parken, waar het dieet intermediair zou kunnen zijn, en twee controlestalen van gedomesticeerde eenden met een volledig plantaardig dieet. Daarnaast verzamelden we in Vlaanderen ook veerstalen van dieren met een naderhand gekende kweekoorsprong (Inspectie 1), een vermoedelijke kweekoorsprong (Inspectie 2), en een niet nader bepaalde oorsprong (Inspectie 3). De resultaten bevestigen de hypothese. Eenden opgegroeid in het wild (Natuurgebied 1 en 2) hebben een hoger stikstofisotopensignaal dan dieren afkomstig uit gevangenschap.

4.1 RESULTATEN VERENIGD KONINKRIJK

Stalen uit het Verenigd Koninkrijk met bekende herkomst werden als referentie gebruikt voor de situatie in Vlaanderen, aangezien $\delta^{15}\text{N}$ -waarden het dieet van individuen weerspiegelen, in het bijzonder het aandeel plantaardig versus dierlijk materiaal. Britse stalen zijn geschikt als referentie doordat de Europese populatie één migratiecluster vormt (EURING Migration Atlas n.d.).

Door clusteringsanalyses konden de individuen opgedeeld worden in **vier clusters**. De bovengrens voor $\delta^{15}\text{N}$ -waarden van cluster 1 ligt bij 6,17 ‰, de waarden van cluster 2 liggen tussen 6,80 en 11,80 ‰, de waarden van cluster 3 tussen 12,10 en 16,10 ‰ en de waarden van cluster 4 hoger dan 16,80 ‰. De referentiedataset uit het VK bestaat uit stalen afkomstig van vier locaties waar grote aantallen **in gevangenschap gekweekte eenden** worden vrijgelaten. Van de 109 geanalyseerde stalen vertoonden slechts 25 een $\delta^{15}\text{N}$ -waarde hoger dan 6,17 ‰ en werden de meeste stalen dus aan cluster 1 toegewezen. Alle 20 stalen van Kweeklocatie 4 lagen boven deze drempel en maakten deel uit van cluster 2, met weinig variatie en een gemiddeld $\delta^{15}\text{N}$ -waarde van 8,07 ‰. De locatie in Ardleigh (Kweek 4) is gelegen in een gebied met een groot aanbod aan natuurlijke voedselbronnen. De veren van de vrijgelaten dieren waren nog niet

vollig ontwikkeld, in tegenstelling tot bij de andere locaties. Vermoedelijk is het isotopensignaal van de dieren uit deze locatie dus het gevolg van een meer omnivoor dieet. Daarnaast vertoonden in totaal vijf stalen van de andere kweeklocaties waarden hoger dan 6,80 ‰ (oplopend tot 20,00 ‰). Aangezien in desbetreffende locaties ook wilde dieren werden bemonsterd, is het mogelijk dat deze hoge waarden afkomstig zijn van wilde eenden, hoewel dit niet met zekerheid kan worden gesteld. Omdat de staalname in het Verenigd Koninkrijk gebeurde op dieren in de vrije wilddaan was er echter de mogelijkheid van vermenging van dieren tussen de staalnamegebieden: een Wilde eend geboren in het wild kan gevlogen zijn naar een gebied waar veel kweekdieren uitgezet worden en vice versa. De twee controlestalen, genomen van gekweekte dieren voor het vrijlaten, vertoonden bovendien beide een $\delta^{15}\text{N}$ -waarde van 4,10 ‰.

In het deel van **natuurgebied** waar geen gekweekte dieren worden vrijgelaten (d.i. Natuurgebied 1), variëren de $\delta^{15}\text{N}$ -waarden van 10,90 ‰ tot 19,40 ‰, met een gemiddelde van 14,56 ‰. Slechts één individu werd aan cluster 2 toegewezen, alle andere aan cluster 3 of 4. In het deel van het gebied waar dieren worden bijgevoerd en waar af en toe gekweekte dieren worden vrijgelaten (d.i. Natuurgebied 2), vertoonden alle dieren, met uitzondering van één, een isotopensignaal boven de 11,80 ‰. Dit geldt ook voor drie van de vijf dieren uit de parken. Twee parkindividuen werden toegewezen aan cluster 2. Door de kleine steekproef voor de parken blijven deze waarden echter indicatief en kunnen er geen conclusies getrokken worden.

Door het relatief grotere aandeel in de lichtere stikstofisotopen, lijken $\delta^{15}\text{N}$ -waarden **lager dan 6,17 ‰** over het algemeen te wijzen op een **(bijna) volledig plantaardig dieet**. Deze waarden liggen hoger dan bij het patrijzenonderzoek ($\delta^{15}\text{N}$ tussen 2 ‰ en 3 ‰; Deflem et al. 2023), maar vergelijkbare waarden werden teruggevonden bij gekweekte fazanten ($\delta^{15}\text{N}$ tussen 4 ‰ en 8 ‰; Jensen et al. 2012). Dit wijst erop dat er verschillen bestaan tussen soorten met een vergelijkbaar plantaardig dieet, waarschijnlijk door variaties in stofwisseling. Interpretatie van $\delta^{15}\text{N}$ -waarden moet daarom soortspecifiek gebeuren.

Wilde eenden uit Engelse natuurgebieden vertonen bijna altijd waarden boven 11,80 ‰, wat wijst op een dieet met een groot aandeel dierlijk materiaal. Eerdere isotopenstudies bij Wilde Eenden vonden waarden tussen 7‰ en 10‰ (Palumbo et al. 2019; Szymanski et al. 2007), lager dan in de natuurgebieden en overeenkomend met cluster 2 in onze analyses. Vermoedelijk gaat het hierbij om omnivore dieren met een dus gemengd dieet.

4.2 RESULTATEN VLAANDEREN

In een tweede fase werd de $\delta^{15}\text{N}$ -methode verder toegepast op drie reeksen van stalen afkomstig van drie handhavingsacties van de Natuurinspectie van het Agentschap Natuur en Bos. We gebruiken de waarden van de hiërarchische clustering om te bepalen of een dier afkomstig is uit kweek of niet. Hierbij gebruiken we de bovengrens van Cluster 1, waaronder zo goed als alle gekweekte vogels uit het Verenigd Koninkrijk vallen.

Bij **Inspectie 2** zijn de isotopenwaarden wat gevarieerder, al blijven ze over het algemeen laag (vooral cluster 1). Dit duidt erop dat de dieren op deze locatie ook afkomstig zijn uit kweekomstandigheden, met een dieet dat voornamelijk uit plantaardig materiaal bestond tijdens de eerste levensmaanden. Indien deze dieren op jonge leeftijd (tijdens de ontwikkeling van de vliegveren) reeds toegang hadden tot natuurlijk voedsel kan dat verklaren dat de $\delta^{15}\text{N}$ soms hoger ligt.

4.3 AANBEVELINGEN

Het onderscheid op basis van $\delta^{15}\text{N}$ -waarden is relevant voor verschillende handhavingsacties. Bij individuele dieren kan worden vastgesteld of ze afkomstig zijn uit kweek, waardoor systematisch

Pagina 24 van 27
10.21436/inbor.142401240
www.vlaanderen.be/inbo

Referenties

- Aebischer, N. J. (2024). Numbers, densities and distribution of mallards released for shooting in the UK over the last 20 years. *European Journal of Wildlife Research*, 70(4), 76.
- BirdLife International (2004). Birds in Europe: Population Estimates, Trends and Conservation Status. Cambridge: Birdlife International.
- Champagnon, J. (2011). Consequences of the introduction of individuals within harvested population: the case of the Mallard *Anas platyrhynchos* (Doctoral dissertation, Ph.D. thesis, University of Montpellier II, Montpellier. 2011. Available from: http://www.ducksg.org/wp-content/uploads/2014/06/CHAMPAGNON_2011_PhD.pdf).
- Champagnon, J., Crochet, P. A., Kreisinger, J., Čížková, D., Gauthier-Clerc, M., Massez, G., Pär Söderquist, T., Albrecht, T., & Guillemain, M. (2013). Assessing the genetic impact of massive restocking on wild mallard. *Animal Conservation*, 16(3), 295–305.
- Champagnon, J., Guillemain, M., Elmberg, J., Folkesson, K., & Gauthier-Clerc, M. (2010). Changes in Mallard *Anas platyrhynchos* bill morphology after 30 years of supplemental stocking. *Bird Study*, 57(3), 344–351.
- Champagnon, J., Guillemain, M., Elmberg, J., Massez, G., Cavallo, F., & Gauthier-Clerc, M. (2012). Low survival after release into the wild: assessing “the burden of captivity” on Mallard physiology and behaviour. *European Journal of Wildlife Research*, 58, 255–267.
- Champagnon, J., Guillemain, M., Gauthier-Clerc, M., Lebreton, J. D., & Elmberg, J. (2009). Consequences of massive bird releases for hunting purposes: Mallard *Anas platyrhynchos* in the Camargue, southern France. *Wildfowl*, 184–191.
- Champagnon, J., Legagneux, P., Souchay, G., Inchausti, P., Bretagnolle, V., Bourguemestre, F., ... & Guillemain, M. (2016). Robust estimation of survival and contribution of captive-bred Mallards *Anas platyrhynchos* to a wild population in a large-scale release programme. *Ibis*, 158(2), 343–352.
- Čížková, D., Javůrková, V., Champagnon, J., & Kreisinger, J. (2012). Duck’s not dead: does restocking with captive bred individuals affect the genetic integrity of wild mallard (*Anas platyrhynchos*) population? *Biological Conservation*, 152, 231–240.
- Davis, J. B., Outlaw, D. C., Ringelman, K. M., Kaminski, R. M., & Lavretsky, P. (2022). Low levels of hybridization between domestic and wild Mallards wintering in the lower Mississippi Flyway. *Ornithology*, 139(4), ukac034.
- Deflem, I., Mouton, C., De Regge, N., Van Breusegem, A., Neyrinck, S., & Mergeay, J. (2021). Genetische structuur en herkomst van patrijs (*Perdix perdix*) in Vlaanderen. *Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2021* (57). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. DOI: <https://doi.org/10.21436/inbor.62125143>
- Dessborn, L., Englund, G., Elmberg, J., & Arzél, C. (2012). Innate responses of mallard ducklings towards aerial, aquatic and terrestrial predators. *Behaviour*, 149(13–14), 1299–1317.
- Dubovsky, J. A., & Kaminski, R. M. (1994). Potential reproductive consequences of winter-diet restriction in mallards. *The Journal of Wildlife Management*, 780–786.

- Onkelinx, T. et al. (2021). Trends op basis van de Algemene Broedvogelmonitoring Vlaanderen (ABV). *Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2021 (14)*. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Osborne, C. E., Swift, B. L., & Baldassarre, G. A. (2010). Fate of captive-reared and released mallards on eastern Long Island, New York. *Human–Wildlife Interactions*, 4(2), 266–274.
- Palumbo, M. D., Tozer, D. C., & Hobson, K. A. (2019). Origins of harvested Mallards from Lake St. Clair, Ontario: a stable isotope approach. *Avian Conservation & Ecology*, 14(2).
- Rubenstein, D. R., & Hobson, K. A. (2004). From birds to butterflies: animal movement patterns and stable isotopes. *Trends in ecology & evolution*, 19(5), 256–263.
- Schummer, M. L., Simpson, J., Shirkey, B., Kucia, S. R., Lavretsky, P., & Tozer, D. C. (2023). Population genetics and geographic origins of mallards harvested in northwestern Ohio. *PLOS One*, 18(3), e0282874.
- Söderquist, P. (2015). Large-scale releases of native species: the mallard as a predictive model system (No. 2015: 25).
- Söderquist, P., Dessborn, L., Djerf, H., Elmberg, J., Gunnarsson, G., & Holopainen, S. (2021). Effects of released farmed mallards on species richness of breeding waterbirds and amphibians in natural, restored and constructed wetlands. *Wildlife Biology*, 2021(3), wlb-00846.
- Söderquist, P., Elmberg, J., Einarson, D., & Gunnarsson, G. (2024). Local movements of farmed-released versus wild mallards *Anas platyrhynchos* in fall. *Wildlife Biology*, 2024(5), e01259.
- Söderquist, P., Gunnarsson, G., & Elmberg, J. (2013). Longevity and migration distance differ between wild and hand-reared mallards *Anas platyrhynchos* in Northern Europe. *European Journal of Wildlife Research*, 59, 159–166.
- Söderquist, P., Gunnarsson, G., Elmberg, J., & Dessborn, L. (2021). Survival of wild and farmed-released mallards: the Swedish example. *European Journal of Wildlife Research*, 67, 1–12.
- Söderquist, P., Norrström, J., Elmberg, J., Guillemain, M., & Gunnarsson, G. (2014). Wild mallards have more “goose-like” bills than their ancestors: a case of anthropogenic influence? *PLOS One*, 9(12), e115143.
- Szymanski, M. L., Afton, A. D., & Hobson, K. A. (2007). Use of stable isotope methodology to determine natal origins of mallards at a fine scale within the upper Midwest. *The Journal of Wildlife Management*, 71(4), 1317–1324.
- Van Den Bremer, L., Schekkerman, H., van der Jeugd, H. P., van Roomen, M., van Winden, E., & van Turnhout, C. (2015). Populatieontwikkeling Wilde Eend, Krakeend, Kuifeend en Tafeleend in Nederland: wat weten we over de achtergronden?
- van Dijk, J. G., Meissner, W., & Klaassen, M. (2014). Improving provenance studies in migratory birds when using feather hydrogen stable isotopes. *Journal of Avian Biology*, 45(1), 103–108.