

Grote IJsduiker *Gavia immer* eet kleine visjes: een verdronken vogel geeft geheimen prijs

**Mardik F. Leopold¹,
Piet Wim van
Leeuwen¹,
Harry Horn² &
Kees (C. J.)
Camphuysen³**

¹Alterra-Texel, Postbus 167,
1790 AD Den Burg

²Staatsbosbeheer

Terschelling, Longway 28,
8881 CM West-Terschelling

³CSR Consultancy,
Ankerstraat 20,
1794 BJ Oosterend

IJsduikers zijn geheimzinnige vogels. In hun noordelijke broedgebieden leveren ze hun eigen bijdrage aan de mystiek van de eeuwig zingende bossen. Met hun grote lichaam – formaat Grauwe Gans- en hun enorme snavel – formaat Blauwe Reiger- houden ze zichzelf en hun kuikens in leven met kleine ongewervelden en visjes van het formaat stekelbaars. Van hun leven in de West-Europese wintergebieden is weinig méér bekend dan dat ze hier met enkele duizenden voorkomen en dat ze met een tries-te regelmaat omkomen in het kielzog van gezonken olietankers. Normaal gedrag en voedsel zijn zo goed als onbekend. Gedetailleerd maag- en darmonderzoek aan een vers dode vogel, aangespoeld op Terschelling, maakt het mogelijk een tip van de sluier op te lichten.

IJsduikers zijn in Europa met zo'n 6000 exemplaren vrij schaarse wintergasten (Heubeck *et al.* 1993). De soort broedt in Europa feitelijk alleen in IJsland, met een paar honderd paren. Verder zijn alleen incidentele broedgevallen vastgesteld in Schotland (Anonymus 1971) en op Bereneiland (Bakken *et al.* 2000). De hoofdmacht broedt in noordelijk Noord-Amerika, inclusief Groenland. De meeste vogels blijven ook in Amerikaanse wateren overwinteren, maar gezien de winteraantallen in Europa steekt een deel van de (Groenlandse?) vogels de Atlantische Oceaan over. In NW-Europa overwinteren IJsduikers vooral langs de rotsige kusten van IJsland, Noorwegen, de Britse eilanden en Bretagne. Nederland valt hiermee eigenlijk buiten het normale areaal van de soort, al zijn er sinds het begin van de jaren zeventig bijna 300 gevallen geregistreerd. De vogel is in Nederland in bijna alle maanden van het jaar aangetroffen, maar is toch vooral een wintergast (figuur 1).

Over het doen en laten van IJsduikers in Europa is weinig bekend. Eigenlijk vallen ze pas op bij grote olierampen in de 'goede' gebieden, zoals die van de Torrey Canyon (Cornwall, 1967), de Amoco Cadiz (Bretagne, 1978), de Esso Bernicia (Shetland, 1979), de Braer (Shetland, 1993) en de Erika (Bretagne, 1999). Bij al deze olierampen spoelden, vaak tot verbazing van de waarnemers, tientallen of zelfs honder-

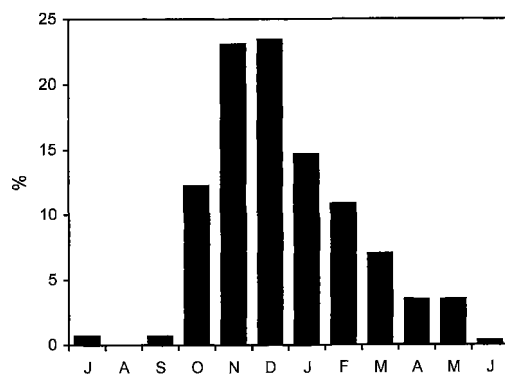
den IJsduikers aan. Bij leven zitten deze vogels verspreid in baaien langs moeilijk toegankelijke kusten, waar ze niet opvallen en bijzonder moeilijk te bestuderen zijn. De herkomst van de overwinteraars in Europa is onderzocht aan de hand van de biometrie van museum- (Weir *et al.* 1996) en vers materiaal (Heubeck *et al.* 1993), maar van de ecologie van deze vogels is bijzonder weinig bekend. Er is her en der in Europa wel eens gekeken naar duiktijden van enkele vogels (tot 97 seconden onder water; Carter 1976; Kinnear 1978) en incidenteel naar opgeviste prooien (ongedetermineerde krabben in Cornwall; King 1976) en Zeedonderpadden *Myoxocephalus scorpius* in IJsland (A. Gardarsson). In Nederland observeerde H. Schekerman een foeragerende juveniele IJsduiker tussen de pieren van IJmuiden op 25 februari 1978. Deze vogel kwam in een uur tijd boven met negen Alen *Anguilla anguilla* (geschatte lengtes tussen 15 en 30 cm; de grootste waren zeker Alen, de kleinste waren wellicht Botervis *Pholis gunnellus* en/of Puitaal *Zoarces viviparus*), een kleine (15 cm) Zeedonderpad en twee kleine (10 cm) ongedetermineerde platvissen. Duiktijden varieerden van 20 tot 45 seconden. In januari 2001 dook een juveniele IJsduiker in de NIOZ-haven op Texel meermalen op met Strandkrabben *Carcinus maenas*. Veel van deze waargenomen prooien hebben echter ge-

meen dat ze lastig te 'hannessen' zijn. Het is mogelijk dat juist dit soort prooien door de vogels naar het wateroppervlak worden gebracht, terwijl kleinere prooien wellicht onder water worden ingeslikt en dus bij directe waarnemingen worden gemist. Zo stelde Daub (1989) vast dat IJsdikers bij Rhode Island de meeste prooien onder water inslikten, maar dat ze soms boven kwamen met krabben en vissen die eerst 'gesloopt' werden alvorens ze werden ingeslikt. M. Poot zag tientallen IJsdikers in groepjes foerageren in Ierland, op een wijze die sterk deed denken aan de manier waarop Aalscholvers *Phalacrocorax carbo* in het IJsselmeer jagen op kleine, scholende rondvissen. Geen enkele IJsdiker kwam hierbij met een prooi boven. Voedsel dat onder water door duikers wordt ingeslikt, kan alleen bij maagonderzoek worden teruggevonden.

Maagonderzoek aan IJsdikers is echter zeldzaam. In de enige twee onderzochte magen van overwinteraars op zee rond IJsland zaten alleen een paar niet nader op soort te determineren resten van kabeljauwachtigen (A. Gardarsson). Voor zover bekend zijn verder alleen in Schotland twee pogingen gedaan om via maagonderzoek bij olieslachtoffers meer te weten te komen over het dieet van IJsdikers in Europa. De meeste magen bleken echter leeg of bevatten naast wat steentjes en plukjes wier slechts restjes van krabben of schelpdieren of slechts een enkele zwaar versleten otoliet (gehoorsteentje, zie onder) van kleine kabeljauwachtigen (Heubeck *et al.* 1993; Furness 1994). Een vondst van een schone, vrij verse, dode IJsdiker op Terschelling bood daarom een mogelijkheid nader onderzoek te doen aan het dieet van deze soort.

Methode

De vogel Op 28 november 1999 werd in de jachthaven van West-Terschelling een vrij verse, dode IJsdiker gevonden. De vogel was aangepikt door meeuwen of kraaien: er zat een gat in de huid en een deel van de borstspier was weggegeten (figuur 2). Met dit gebrek woog de vogel nog 4030 gram. Het betrof een exemplaar in tweede winterkleed; een vrouwtje dat nog geen eieren had gelegd, zo bleek bij sectie. De vogel had nog een *bursa fabricius* van c. 15x10x5 mm. Deze klier van maximaal enkele kubieke centimeters groot, gelegen tegen de wand van de cloaca (zie del Hoyo *et al.*



Figuur 1. Voorkomen van de IJsdiker in Nederland, in procenten van alle bekende waarnemingen per maand (N=286, 1972-98). *Monthly occurrence of Great Northern Divers in the Netherlands, 1972-98 as percentage of the total number of records (N=286).*

1992, p. 47), verdwijnt normaal in of kort na het tweede levensjaar. Er was geen vleugel- of staartrui en de standaard lichaamsmaten waren: snavel (culmen) 74.5 mm; tarsus 92.0 mm; vleugel 354 mm. Er waren geen zichtbare uit- of inwendige zaken die de dood konden verklaren; evenmin had de vogel olie op de veren. Alle organen waren in goede conditie en de vogel was behoorlijk vet, zowel onderhuids als tussen de ingewanden. De maag bleek vol te zitten met visbotjes, otolieten en vier onverteerde, gave garnalen. Dit wijst erop dat de vogel tot haar dood gezond was, mogelijk bij het foerageren verdronken in een net (vissernet, spooknet of fuik).

Dieetonderzoek Het maag-darmkanaal werd in zijn geheel uit de vogel gehaald, opengeknipt en uitgespoeld met water. Uit de aldus verkregen smurrie werd al het lichte materiaal zachtjes weggespoeld, waarna alle zwaardere en herkenbare prooiresten onder een binoculair werden verzameld. Dit betrof ruim 300 zogenaamde *otolieten*: gehoorsteentjes van vissen (figuur 3). Dit zijn de meest harde delen van een vis, die het langst in een vogelmaag of -darm als herkenbare delen bewaard blijven. Ze zijn bij iedere vissoort verschillend van vorm en bovendien is hun grootte een goede maat voor de lengte en het gewicht van de vis. Naast de otolieten werden ook enkele botjes verzameld, met name verschillende koponderdelen van platvissen. Hiervan waren met name de zogenaamde *urohyals* (zie Watt *et al.* 1997), bruikbaar voor determinatie. Er bleken 15 gave botjes van een

– blijkbaar kort voor de dood gegeten – kleine Griet *Scophthalmus rhombus* in de maag aanwezig. Al deze botten werden vergeleken met botten van een uitgekookte referentievis uit onze collectie waarvan de maten bekend waren, om zo tot een meervoudige schatting van de grootte van de gegeten vis te komen. Ook de overige aangetroffen urohyals en platvisotolieten werden herleid tot vissoort, – grootte en aantal. Niet verzameld werden c. 30 ook in de maag aanwezige zwaar versleten grondel- en/of platvis-otolieten. Deze waren niet meer te determineren en te meten en resteerden vermoedelijk van een eerdere maaltijd van de vogel; soms blijven otolieten langere tijd in plooiën van de maag hangen, wat leidt tot zwaardere slijtage.

Van iedere otoliet werd (zo mogelijk) lengte en breedte gemeten met behulp van een projectiemicroscop. Beide maten werden met behulp van regressievergelijkingen (Leopold *et al.* 2001) omgerekend naar visgrootte. Vervolgens werden de uitkomsten via lengte en breedte gemiddeld tot een maat voor de vis. Van gebroken otolieten werd waar mogelijk nog de breedte gemeten en steeds werd bepaald of het ging om een rechter- of linkerotoliet. Iedere vis heeft

twee van deze otolieten (elkaars spiegelbeeld) dus als er geen enkele verloren zou zijn gegaan (via de faeces of door vergruizing in de maag), zouden alle otolieten in paren aanwezig moeten zijn. Er werd echter vanwege het grote aantal aanwezige grondel-otolieten geen poging gedaan de paren bijeen te zoeken. In plaats daarvan werd van deze groep het maximum aan linker- of rechterotolieten aangehouden als het minimum aantal vissen. De otolieten van de platvissen konden wel worden gepaard.

Voordat de grootte van de vissen werd berekend, werd eerst nog de mate van slijtage van de otolieten bepaald. Zelfs de harde otolieten lossen langzaam maar zeker op in de zure vogelmaag; daarnaast kunnen ze worden vergruisd, mede door de vaak aanwezige maagstenen. Om de originele grootte van de otolieten te achterhalen, zijn deze ingedeeld in verschillende slijtage-classes. Een deel van de otolieten was ogenschijnlijk geheel gaaf (sleet 0), een groot aantal was licht versleten (sleet 1) en een relatief gering aantal veel zwaarder versleten (niet verzameld). De mediane maten van de eerste twee groepen werden vergeleken en de lengtes en breedtes van de licht versleten



Figuur 2. De onderzochte IJsdruiker, Terschelling, 28 november 1999 (foto H. Horn). *The Great Northern Diver examined in this study.*

groep werden vervolgens gecorrigeerd met respectievelijk 9 en 6% (tabel 1; zie voor verdere details Leopold & Winter 1997, Leopold *et al.* 1998, Leopold & van Damme 2000).

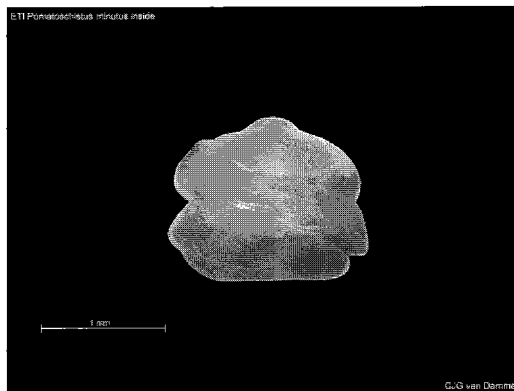
Resultaten

In de maag bevonden zich vier steentjes van 1.28, 0.53, 0.31 en 0.30 gram en vier nog onverteerde Garnalen *Crangon crangon* van ongeveer een halve gram versgewicht elk. Meer garnalen had de vogel kort voor haar dood niet gegeten; er werden verder geen garnalen-onderdelen gevonden (de klauwtjes blijven lang herkenbaar). In zowel maag als darm bevonden zich grote aantallen otolieten, met name van grondels en in de maag een veel geringer aantal kleine platvisotolieten. Daarnaast werden vele tientallen kaken van grondels gevonden, evenals graten en andere botten van enkele platvissen.

Grondels Gezien de maten van de otolieten behoorden ze tot de soort *Potamoschistus minutus*, het Dikkopje of *P. microps*, de Brakwatergrondel. Dit zijn ook de meest algemene soorten die in de Waddenzee en Noordzeekustzone voorkomen, maar zowel de vissen zelf als hun otolieten zijn lastig van elkaar te onderscheiden. De otolieten van beide soorten zijn vrijwel vierkant, maar die van het Dikkopje meestal iets langer dan breed en die van de Brakwatergrondel meestal iets breder dan lang (figuur 4). Een vergelijking van de lengte-breedte ratio's van de grondelotolieten uit de duiker, met die uit onze referentiecollectie laat zien, dat het merendeel van de gegeten vissen Dikkopjes moet zijn geweest. Dit is ook de meest algemene grondelsoort rond de waddeneilanden: de regressievergelijkingen voor deze soort zijn aangehouden voor berekeningen van visgroottes. Dikkopjes kunnen ongeveer 9 cm groot worden en een gewicht bereiken van c. 7 gram.

In de maag werden 205 grondelotolieten gevonden en in de darm 110 (tabel 2); in totaal 154 linker en 161 rechter otolieten. Er zijn dus tenminste 161 vissen vertegenwoordigd. De verdeling van vislengtes en visgewichten is gegeven in figuur 5. Gemiddeld waren de gegeten grondels 5.00 ± 0.63 (range 3.45-7.43) cm lang en 1.23 ± 0.50 (range 0.42-3.62) gram zwaar; tezamen goed voor c. 194 gram vis.

Platvissen Vijftien onverteerde botjes, waaron-



Figuur 3. Electronenmicroscop-opname van otoliet van Dikkopje *Potamoschistus minutus*, binnenzijde (foto C. van Damme). *Electron microscope image of a Sand Goby Potamoschistus minutus otolith (inside).*

der de diagnostische urohyal, in de maag van de vogel wezen op een kort voor de dood gegeten Griet van ongeveer 9 cm. Samen met de maten van de ook in de maag aanwezige otolieten van deze vis, wordt de lengte geschat op 8.5 cm en het gewicht op 8.45 gram. Behalve de Griet-otolieten die duidelijk bij de genoemde botjes hoorden, werden in de maag nog negen veel meer versleten, kleine platvisotolietjes gevonden, vermoedelijk van vijf 0-jarige Botten *Platichthys flesus*, variërend van 6.1-8.5 cm en van 2.4-8.5 gram. Deze visjes waren, gezien de slijtage aan de otolieten en de afwezigheid van veel herkenbare skeletdelen, relatief lang voor de dood gegeten. De resten van alle platvissen in de maag corresponderen samen met 24.8 gram vis.

Discussie

De gevonden IJsdruiker was gezond toen ze omkwam. Met haar 4030 gram, terwijl nog een deel van de borstspier ontbrak, was ze goed op gewicht: gerapporteerde gewichten voor vrouwtjes zijn 1468-5662 gram (McIntyre & Barr 1997). De vogel was ook behoorlijk vet. Onduidelijk is natuurlijk hoe lang de vogel haar goede conditie in Nederland had onderhouden en nog zou hebben kunnen onderhouden. Wel is duidelijk dat de laatste maaltijd bestond uit grondels, een paar platvisjes en een paar garnalen als toetje. De garnalen waren als enige geheel onverteerd en dus het laatst ingeslikt. Wellicht zaten deze aaseters rond een dood beest in een net dat mogelijk ook de IJsdruiker fataal werd. Dit zou dan tegen een gesleept vistuig pleiten

als doodsoorzaak. Gezien de maaginhoud moet de vogel dicht bij de vindplaats, de haven van Terschelling, gestorven zijn, maar dit kan zowel op de Waddenzee als in de Noordzee-kustzone zijn gebeurd. De gevonden prooien komen alle in beide gebieden veelvuldig voor.

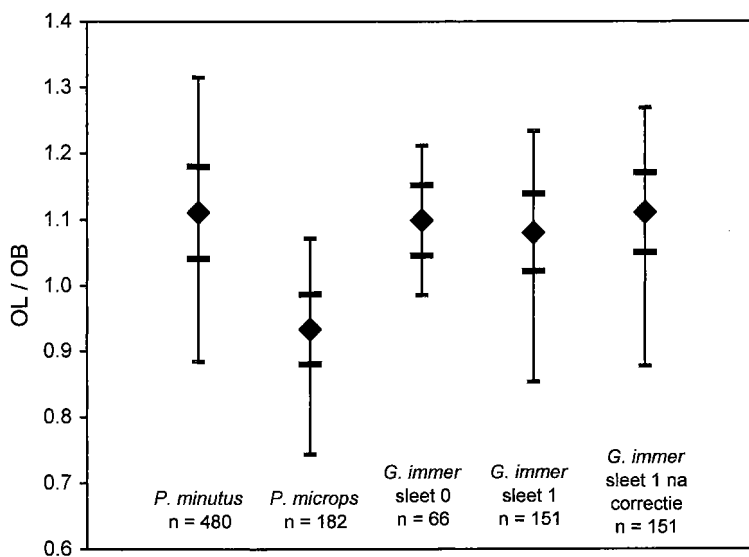
Als de vogel tijdens het foerageren onverhoeds omkwam, is het gereconstrueerde dieet een goede afspiegeling van wat een gezonde IJsdruiker in de Nederlandse kustwateren at: in hoofdzaak kleine, bodembewonende visjes. Gezien het dieet moet de vogel bij het voedselzoeken steeds tot aan de bodem zijn gedoken. Dat is op zich verrassend omdat bodemfoerageren eerder wordt toegeschreven aan Roodkeel- *G. stellata* en Geelsnavelduikers *G. adam-sii*, vanwege hun opgewipte snavels: dit zou beter 'passen' bij het laag over de bodem zwemmen (Storer 1978).

Over het voedsel van IJsdruikers in de overwinteringsgebieden is bijzonder weinig bekend, ook in Amerika. Op trek, in de Grote Meren en langs de Atlantische kust worden in hoofdzaak haring- en baarsachtigen gegeten: de meest algemene vissoorten ter plaatse, die bovendien in scholen voorkomen (McIntyre 1988, Spitzer 1993). Op zee zijn daar verder alleen incidenteel krabben, platvissen en ongedetermineerde vissen (die eerst uit elkaar getrokken werden alvorens ze konden worden ingeslikt) als prooi waargenomen, en voorafgaand aan massasterftes moeten veel krabben en garnalen zijn gegeten (McIntyre 1988, Daub 1989, Forrester *et al.*

1997). Daarnaast zag M. Poot in maart 1998 bij Long Island, New York, een IJsdruiker boven komen met een c. 5 cm groot tweekleppig schelpdier. In Europa zijn recent alleen magen beschreven van olievogels in Schotland: dit leverde slechts een paar otolieten op van kleine kabeljauwachtigen (Heubeck *et al.* 1993, Furness 1994). Madsen (1957) beschrijft de inhoud van de magen van drie Deense vogels. Een vogel van de Noordzeekust had alleen kleine Boten in de maag; twee vogels van de oostkust van Jutland hadden een meer gemengd dieet van kleine Kabeljauw *Gadus morhua*, Zeedonderpad, Puitaal, Paling (alle bodemvissen) en een paar Driedoornige Stekelbaarzen *Gasterosteus aculeatus*. 'In de literatuur' (niet nader aangeduid door Madsen) komen nog een aantal soorten voor, waaronder grondels. Onze vogel, met exclusief bodemvis, in dit geval grondels en platvissen (en garnaal, eveneens een bodembewoner), past dus in dit beeld.

De gevonden prooien lijken erg klein voor een vogel van het formaat van een IJsdruiker. Uit de IJslandse en Amerikaanse broedgebieden is echter bekend dat de vogels toe kunnen met stekelbaarzen, en ongewervelde kleine prooidieren, al kunnen ze ook veel grotere vissen aan, tot forellen van 50 cm (Gardarsson 1979, Magnússon 1992, McIntyre 1988, 1994, Rugles 1994). Vissen van het formaat stekelbaars worden in de Nederlandse kustwateren wel door meer grote viseters als stapelvoedsel benut, onder meer door Aalscholvers en Lepelaars

Figuur 4. De verhouding tussen lengte en breedte van otolieten van het Dikkopje *Pomatoschistus minutus* en van de Brakwatergrondel *P. microps* uit onze referentiecollectie, vergeleken met de otolieten uit maag en darm van de IJsdruiker. Zowel de onversleten als de licht versleten otolieten (zonder of met correctie voor sleet) komen goed overeen met die van Dikkopje. Per groep zijn aangegeven: gemiddelde, SD en range. Ratios of otolith length and otolith width in Sand Goby *Pomatoschistus minutus* and Common Goby *P. microps* from our reference collection, compared to the otoliths found in the diver (from center to right): pristine otoliths ('sleet 0'); slightly worn otoliths and the same slightly worn otoliths after correction for wear (see Tab. 1). In each case, mean, SD and range are given.



Tabel 1. Mediane otolietlengtes (OL) en –breedtes (OB) bij ogenschijnlijk geheel gave (sleet 0), licht versleten (sleet 1) en gebroken grondelotolieten en de daaruit berekende correctiefactoren. *Median otolith lengths (OL) and widths (OB) of apparently pristine (wear 0) and slightly worn (wear 1) goby otoliths and correction factors estimated from the ratios between these.*

	OL sleet 0 <i>OL wear 0</i>	OL sleet 1 <i>OL wear 1</i>	OB sleet 0 <i>OB wear 0</i>	OB sleet 1 <i>OB wear 1</i>	OB gebroken <i>OB broken</i>
Mediaan (mm) <i>Median</i>	1.391	1.275	1.250	1.179	1.175
Correctie <i>Correction</i>	1	1.09	1	1.06	1.06
Aantal <i>Number</i>	66	151	66	151	98

Platalea leucorodia (M. Leopold), dus op zich hoeft de geringe grootte van de gegeten prooi- en niet te wijzen op problemen bij het voedsel- zoeken. Wellicht zijn de gereconstrueerde ma- ten van de vissen, en daarmee ook de totaalschatting van 220 gram vis en garnaal overigens nog een kleine onderschatting: vrijlig- gende, ogenschijnlijk geheel gave otolieten in een vogelmaag kunnen toch (heel licht) ver-

weerd zijn (Leopold & Winter 1997). Vergelij- kingsmateriaal om de sleet 0 otolieten (en ook de sleet 1 otolieten nog iets meer) hiervoor te corrigeren ontbrak omdat geen intacte vissche- dels, met de otolieten er nog in, in de vogel aan- wezig waren. Een IJsdruiker moet per dag onge- veer 960 gram vis vangen (Barr 1996). De gereconstueerde 220 gram vis en garnaal ver- tegenwoordigen dus bijna een kwart van de



IJsdruiker met Zeedonderpad, IJmuiden 6 februari 1990 (Arnoud van den Berg) *Great Northern Diver Gavia immer with Bull Trout Myoxocephalus scorpius.*

dagbehoefte. De gevonden otolieten vormen slechts een momentopname: visetende duikers hebben een hoge doorvoersnelheid, waardoor het dagrantsoen nooit is vast te stellen aan de hand van één maag-darminhoud. Gezien de conditie van de vogel deed ze echter, tot haar verdrinking, goede zaken in de Nederlandse wateren. Als de vogel alleen gedurende daglicht (circa 10 uur) zou foerageren (McIntyre 1978), zouden de aangetroffen prooien corresponderen met ruim twee uur daglicht.

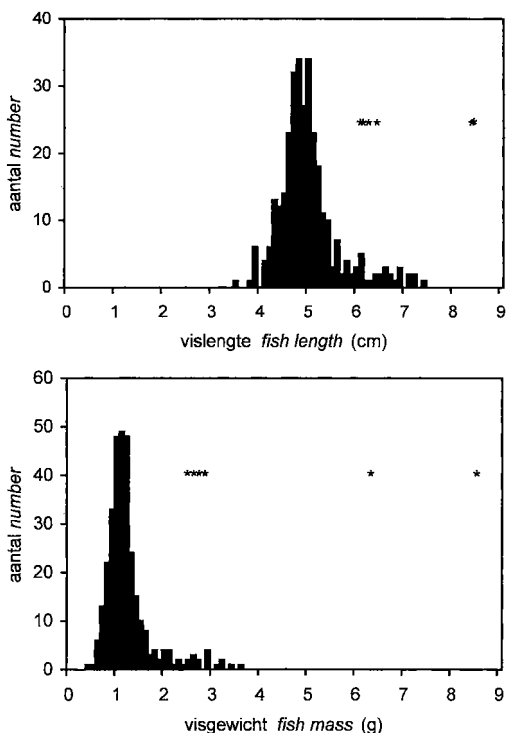
Het aantal gevonden prooi-resten in onze ene vogel overtreft alle prooi-resten van alle eerder onderzochte IJsduikers in Europa samen, en vermoedelijk wereldwijd in de winterkwartieren. Toch volstaat één vogel natuurlijk niet om het dieet van de soort voor Nederland te beschrijven. Samen met enkele zichtwaarnemingen van foeragerende vogels en maagonderzoek in Denemarken, Schotland en IJsland komt een redelijk consistent beeld naar voren. Het dieet van alle bekeken IJsduikers in Europa bestond voornamelijk uit kleine tot niet al te grote bodemvissen en krabben. De vraag hierbij blijft, waarom IJsduikers zo schaars zijn in Nederland, en Roodkeelduikers, met een vergelijkbare prooi-keuze (M. Leopold) zo algemeen. Uit het oogpunt van veiligheid (brekende olietankers!) zouden de vogels beter bij ons kunnen komen overwinteren. Mogelijk leven IJsduikers hier echter noodgedwongen op een 'roodkeelduikerdieet' omdat meer geschikte prooien niet beschikbaar zijn (Storer 1978). Alleen door vergelijkend dieetonderzoek in streken waar beide soorten talrijk voorkomen, met name in IJsland, Schotland en Frankrijk, kan worden uitgezocht wat nu werkelijk de voorkeursprooien van de IJsduiker in de Europese winterkwartieren zijn.

Dankwoord

Martin Poot hielp bij het vinden van oude literatuur en gaf zijn eigen waarnemingen aan foeragerende IJsduikers door. Ook Hans Schekkerman leverde aanvullende waarnemingen en leverde, samen met Joep de Leeuw, commentaar op ons eerste manuscript. Cindy van Damme maakte de foto's van de otolieten met de elektronenmicroscop.

Literatuur

Anonymus 1971. Great Northern Divers, Goldeneyes, Fieldfares and Wrynecks breeding in Scotland. British Birds 64: 75.



Figuur 5. De procentuele verdeling van vislengtes in cm (boven) en -gewichten in gram versgewicht (onder) voor de grondels in de IJsduiker. Iedere individuele otoliet (gaaf, versleten of gebroken, de laatste twee categorieën gecorrigeerd voor sleet) draagt bij aan de grafiek. De eveneens gegeten platvissen zijn aangegeven met sterretjes. Distribution of fish lengths (top panel, in cm) and fish masses (bottom pannel, in grams fresh mass), as calculated from all individual otoliths of gobies found in the diver. Sizes of worn otoliths were corrected for wear before calculating fish size. Six juvenile flatfishes that were also found in the stomach are indicated with stars.

Tabel 2. Aantallen linker- en rechterotolieten in verschillende slijtage-classes in maag en darm. Numbers of left and right goby otoliths retrieved from stomach and gut, in wear classes 0 (pristine) and 1 (slightly worn).

	Maag Stomach Links/Rechts Left/Right	Darm Gut Links/Rechts Left/Right
Sleet 0 Wear 0	20 / 19	13 / 14
Sleet 1 Wear 1	26 / 45	27 / 33
Gebroken Broken	40 / 35	8 / 15
Totaal Total	106 / 99	48 / 62

- Bakken V., Anker-Nilssen T., Strøm H. & Jaklin G. S. (eds.) 2000. The status of marine birds breeding in the Barents Sea region. Norsk Polarinstitut Rapportserie 113, Tromsø.
- Barr J. F. 1996. Aspects of Common Loon (*Gavia immer*) feeding biology on its breeding ground. *Hydrobiologia* 321: 119-144.
- Carter P. 1976. Diving rates of Great Northern Diver. *British Birds* 69: 495-497.
- Daub B. C. 1989. Behavior of Common Loons in winter. *Journal of Field Ornithology* 60: 305-311.
- del Hoyo J., Elliott A. & Sargatal J. 1992. Handbook of the birds of the world, Vol. 1. Lynx edicions, Barcelona.
- Forrester D. J., Davidson W. R., Lange R. E., Stroud R. K., Alexander L. L., Franson J. C., Haseltine S. D., Littell R. C. & Nesbitt S. A. 1997. Winter mortality of Common Loons in Florida coastal waters. *Journal of Wildlife Diseases* 33: 833-847.
- Furness R. W. 1994. Gizzard contents of seabirds collected after the Braer oil spill. *Seabird Group Newsletter* 67: 5-6.
- Gardarsson A. 1979. Waterfowl populations of Lake Myvatn and recent changes in numbers and food habits. *Oikos* 32: 250-270.
- Heubeck M., Richardson M.G., Lyster I.H.J. & McGowan R.Y. 1993. Post-mortem examination of Great Northern Divers *Gavia immer* killed by oil pollution in Shetland, 1979. *Seabird* 15: 53-59.
- King B. 1976. Winter feeding behaviour of Great Northern Divers. *British Birds* 69: 497-498.
- Kinnear P. K. 1978. Diving times of Great Northern Divers on the sea. *British Birds* 71:126-127.
- Leopold M. F. & Winter C. J. N. 1997. Slijtage van otolieten in de maag van een Aalscholver. *Sula* 11: 236-239.
- Leopold M. F., van Damme C. J. G. & van der Veer H. W. 1998. Diet of Cormorants and the impact of Cormorant predation on juvenile flatfish in the Dutch Wadden Sea. *Journal of Sea Research* 40: 93-107.
- Leopold M. F. & van Damme C. J. G. 2000. Voedsel van een Kuifaalscholver in de Nederlandse Waddenzee. *Het Vogeljaar* 48: 11-14.
- Leopold M. F., van Damme C. J. G., Philippart C. J. M. & Winter C. J. N. 2001. Otoliths of North Sea fish: interactive guide of identification of fish from the SE North Sea, Wadden Sea and adjacent fresh waters by means of otoliths and other hard parts. CD-ROM, ETI, Amsterdam.
- Madsen F. J. 1957. On the food habits of some fish-eating birds in Denmark. *Danish Review of Game Biology* 3: 19-83.
- Magnússon K. G. 1992. Birds of the Thingvallavatn area. *Oikos* 64: 381-395.
- McIntyre J. W. 1978. Wintering behavior of Common Loons. *Auk* 95: 396-403.
- 1988. The Common Loon: Spirit of Northern Lakes. Univ. Minnesota Press, Minneapolis.
- 1994. Loons in freshwater lakes. *Hydrobiologia* 279-280: 393-413.
- McIntyre J. W. & Barr J. F. 1997. Common Loon *Gavia*



De onderzochte Ijsduiker, Terschelling, 28 november 1999 (foto H. Horn). *The Great Northern Diver examined in this study.*

- immer*. In A. Poole & F. Gill (eds.), The Birds of North America No. 313. Academy of Natural Sciences, Philadelphia and American Ornithologists' Union, Washington D.C.
- Ruggles A. K. 1994. Habitat selection by loons in southcentral Alaska. *Hydrobiologia* 279/280: 421-430.
- Spitzer P. R. 1993. Processes that shape the distribution, abundance, and mortality of Common Loons during migration and winter with examples drawn from the mid-Atlantic coast region (New Jersey to South Carolina). In L. Morse, S. Stockwell & M. Pokras (eds.), The loon and its ecosystem: status, management, and environmental concerns. U.S. Wildlife Service, Concord, New Hampshire.
- Storer R. W. 1978. Systematic notes on the loons (Gaviidae: Aves). *Breviora - Museum of Comparative Zoology* 448: 1-8.
- Watt J., Pierce G. J. & Boyle P. R. 1997. Guide to the identification of North Sea fish using premaxillae van vertebrae. ICES Coop. Res. Report No. 220, International Council for the Exploration of the Sea, Copenhagen.
- Weir D. N., McGowan R. Y., Kitchener A. C., McOrist S. & Heubeck M. 1996. Effects of oil spills and shooting on Great Northern Divers which winter in Scotland. *Dansk Ornitologiske Forenings Tidsskrift* 90: 29-33.

Great Northern Diver *Gavia immer* eats small fish: a drowned bird reveals mysteries

Some 6000 Great Northern Divers in NW-Europe. They are elusive birds, living dispersed along the rocky shores of Iceland, Norway, the British Isles and Brittany. What the birds actually do there in winter is largely unknown. There are very few direct observations on feeding and these may be biased towards prey items that need long and awkward handling, such as broad-bodied flatfish, twisting Eel *Anguilla anguilla*, spiny, large-headed fish such as Bull-rout *Myoxocephalus scorpius* or crabs, rather than more regularly eaten prey that may be swallowed under water. Indeed, a few stomachs of shot birds around Denmark revealed a much wider prey spectrum, of mainly bottom-dwelling fish (Madsen 1957). Stomachs of tens of Great Northern Divers found in Shetland after two major oiling incidents were basically empty (Heubeck *et al.* 1993, Furness 1994). In contrast, a single stomach of an apparently drowned bird found at Terschelling, Netherlands at 28 November 1999, contained large numbers of fish otoliths that allowed a detailed reconstruction of its last meal.

A total of 305 otoliths of gobies, mainly of Sand Goby *Pomatoschistus minutus* (identification based on the size and the length/

width ratios of otoliths; Fig. 4) were retrieved from the stomach and gut. Also, bones and otoliths were found of one Brill *Scophthalmus rhombus* (total length 8.5 cm, 8.45 gram) and of five 0-group Flounders *Platichthys flesus*, (5.9-8.5 cm and 2.1-8.5 gram) and 4 shrimp *Crangon crangon* (0.5 gram each). The shrimp were undigested and apparently the last food items ingested.

The large number of goby otoliths and their relatively undamaged state allowed a good reconstruction of size and mass of the fish taken. Otoliths fell into two groups when wear was considered: apparently pristine otoliths and slightly worn ones (Tab. 1). The large sample sizes of both groups allowed for a correction for wear in the latter group. Median lengths and widths of the worn otoliths were compared to the medians of pristine ones, and sizes of worn otoliths were accordingly corrected before calculating fish size. Fish mass was then calculated from these fish lengths. Fish taken were small, on average 5 cm long and 1.23 gram (Fig. 5), but such small prey are not unusual for Great Northern Divers or indeed other large piscivorous birds in Dutch coastal waters. The bird was in good health and quite fat when it drowned and, based on an estimate of total daily needs and day length in November, it is calculated that the total represented prey mass of 220 gram could have been taken in about two hours of foraging.