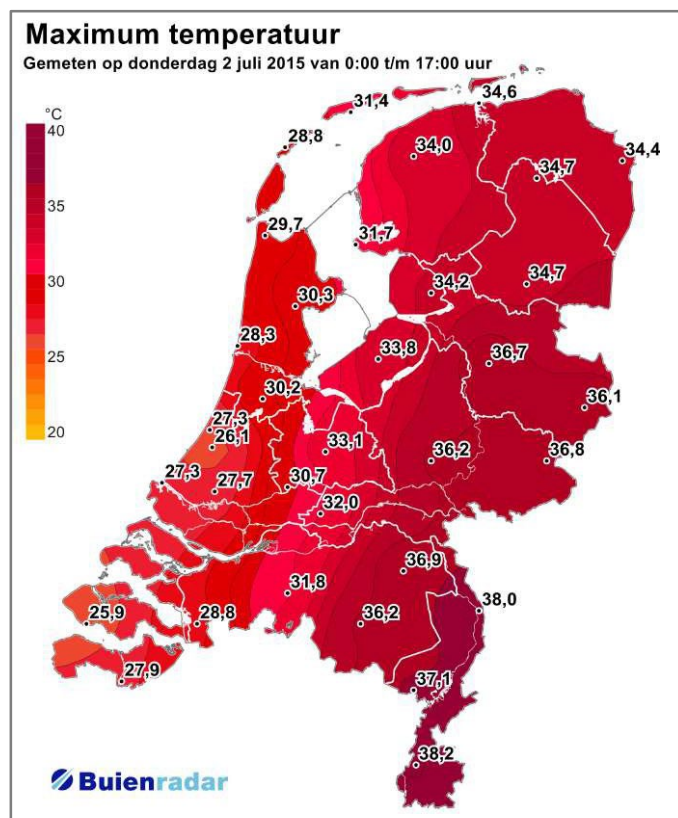


Hitteprotocol duivensport



Auteurs

A. Winkel, R. den Blanken, R. Reiling (WOWD)
Platform Transport
NPO Evaluatie commissie seizoen 2025

Dit document is opgesteld door de werkgroep
Wetenschappelijk Onderzoek Welzijn Duiven (WOWD)
i.s.m. het Platform Transport van de Nederlandse
Postduivenhouders Organisatie en NPO Evaluatie
commissie seizoen 2025



Website: www.wowd.nl

Copyright © WOWD. Alle rechten voorbehouden. Publicatie, vermenigvuldiging of overname van teksten op welke manier dan ook is niet toegestaan zonder voorafgaande toestemming van de auteurs.

Versie 2.2, maart 2026

De afbeelding op de omslag toont de maximum temperatuurkaart van Nederland van donderdag 2 juli 2015. Op deze tropische dag werd een maximumtemperatuur bereikt van 38,2 °C in Maastricht waarmee het landelijk record van 38,6 °C uit 1944 bijna werd verbroken. Om 06:00 uur werd in de Bilt een minimumtemperatuur in de nacht gemeten van 23,3 °C en in Arcen zelfs 24,1 °C. Dit is de hoogste minimumtemperatuur ooit in heel Nederland gemeten.

Versiebeheer

Versienummer	Datum	Toelichting
0.1	Maart 2019	Eindconcept tot stand gekomen door een projectgroep bestaande uit leden van de WOWD en het Platform Transport. Met dit concept is gewerkt in het seizoen 2019
1.0	Februari 2020	Eerste versie na evaluatie via een vragenlijst aan de Afdelingen. In deze versie zijn 4 kaarten toegevoegd die de maatregelen overzichtelijk samenvatten
1.1	Juli 2020	In deze versie is een kleine fout hersteld: abusievelijk stond vermeld dat het binnenwerkse oppervlak van de kleine Ruco-mand 7200 cm ² bedraagt. Dit is echter verbeterd naar het werkelijke 7533 cm ²
2.0	Februari 2021	Volledige update. O.a. kaarten met samenvattingen toegevoegd en overbodige tekst verwijderd.
2.1	Februari 2024	Sectionummering geupdate. Vervoerderskaart en Vlucht- en Organisatie kaart verduidelijkt. Sectie 3.2 "Criteria en verantwoordelijkheden in het protocol" geupdate. Sectie 3.3 "Hitteprotocol blijft soms maatwerk" uitleg over korte en al langer bestaande hitteperiode toegevoegd. Sectie 4.1 begrippen toegevoegd.
2.2	Maart 2026	Liefhebberskaart punt 5 verwijderd (overbodig). Vervoerderskaart punt 2 verwijderd: duiven hebben met ingang van 2026 altijd 350 cm ² ter beschikking. Minder duiven per mand niet langer relevant. Punt 3 toegevoegd, omdat enkele restduiven soms over de manden verdeeld worden. Bij punt 7 aangegeven dat drinken na 4½ uren rijden niet geldt bij 1 nacht mand. Duiven drinken 's nachts vrijwel niet en het is beter om zo vroeg mogelijk op de losplaats te zijn. Vlucht- en organisatiekaart verduidelijkt en punt 3 verwijderd (is RTL). Sectie 2 "Inleiding" tekstuele correcties en sensoren toegevoegd bij de uitrusting van de wagens

Voorwoord

Voor u ligt een hitteprotocol speciaal ontwikkeld voor de postduivensport.

In het najaar van 2020 heeft het Bestuur NPO gevraagd om op enkele punten verduidelijkingen door te voeren, zodat er in de praktijk heldere en duidelijke beslissingen genomen kunnen worden die niet aan interpretatie onderhevig zijn. Deze verduidelijkingen zijn opgenomen in de huidige versie 2.0.

Het hitteprotocol is een belangrijk document omdat het laat zien dat we duivensport zelf in staat zijn om het welzijn van onze duiven goed te regelen. Zelfregulering is pas overtuigend als er ook aandacht is voor de naleving (vinger aan de pols) en voor maatregelen als dat onverhoopt toch echt niet goed gaat (sancties). We willen nu we twee seizoenen praktijkervaring met het hitteprotocol hebben in het bijzonder wijzen op het soms toch geheel of gedeeltelijk vullen van de bovenste rij manden - in strijd met de regels - hetgeen de effectiviteit van andere maatregelen teniet doet. Het doet voorts afbreuk aan het beeld dat de maatregelen over het algemeen goed worden nageleefd. Wij adviseren daarom het bestuur om verder vorm en inhoud te geven aan de evaluatie van dit protocol juist ook voor wat betreft de naleving (en bijbehorende sancties) om het 'systeem' daadwerkelijk op peil te houden. Ook richting de overheid (die toeziet op zelfregulering) is bijvoorbeeld een jaarlijkse terugblik daarop en documentatie van de bevindingen een belangrijk communicatiemiddel.

De WOWD en het Platform Transport spreken de wens uit dat dit hitteprotocol mag bijdragen tot het zorgvuldig en diervriendelijk houden, vervoeren en lossen van postduiven in perioden met hoge temperaturen.

L.W. van der Waart
Voorzitter WOWD
Voorzitter projectgroep Hitteprotocol Duivensport

Inhoudsopgave

1	Protocol	1
	Liefhebberskaart	
	Verenigingskaart	
	Vervoerderskaart	
	Vlucht- en vluchtorganisatiekaart	
2	Inleiding	2
2.1	Aanleiding	2
2.2	Doel.....	2
2.3	Opbouw van dit hitteprotocol	3
3	Het hitteprotocol: werkwijze	4
3.1	Status van dit hitteprotocol.....	4
3.2	Criteria en verantwoordelijkheden in het protocol	4
3.3	Hitteprotocol blijft soms maatwerk	4
4	Wetenschappelijke onderbouwing	6
4.1	Overzicht van belangrijke begrippen	6
4.2	Inleiding in de warmtehuishouding (thermoregulatie) bij de postduif	6
4.2.1	Warmtehuishouding bij de postduif: in en rond het thuishok	6
4.2.2	Warmtehuishouding tijdens het vervoer	10
4.2.3	Warmtehuishouding tijdens het vliegen	13
5	Geraadpleegde bronnen	16

1 Protocol

De kernpunten van dit hitteprotocol zijn samengevat in de volgende kaarten:

- Liefhebberskaart
- Verenigingskaart
- Vervoerderskaart
- Vlucht- en vluchtorganisatiekaart

Liefhebberskaart

Hitteprotocol versie 2.2

1. Leer jonge duiven vroegtijdig drinken in de mand.
Bijvoorbeeld:
 - boots de achterkant van een transportmand na op het hok en hang hier drinkbakjes aan;
 - laat voor het eerste transport de jonge duiven tenminste 4 maal gedurende 24 uur in manden verblijven met drinkgoten achter alle drinkopeningen.
2. Zorg tijdens warme dagen voor extra drinkwater in het hok.
3. Laat duiven gewoon op warme momenten trainen, maar dwing ze niet te zeer.
4. Neem eventueel maatregelen om het hok te verkoelen.
Bijvoorbeeld:
 - scherm ramen af met een witte doek of rolluiken;
 - besproei het dak met een tuinslang en/of sproei water in het hok;
 - houdt indien aanwezig een ren toegankelijk voor de duiven.
5. Korf de duiven in met hooguit nog een klein beetje voer in de krop.
6. Vervoer de duiven in open, luchtige korven naar de vereniging en/of plaats minder duiven in de korven.
7. Zorg voor voldoende ventilatie als de korven met duiven in de auto naar de vereniging worden vervoerd.
8. Laat korven met duiven nooit in een dichte auto staan.

Verenigingskaart

Hitteprotocol versie 2.2

1. Stel de korven van duivenliefhebbers zodanig op tijdens het wachten op het inmanden dat de lichaamswarmte van de duiven kan ontsnappen.
2. Zorg voor voldoende ventilatie in het verenigingsgebouw.
Bijvoorbeeld:
 - gebruik mechanische ventilatie indien aanwezig;
 - zet ramen en deuren open;
 - plaats een zwenkventilator.
3. Plaats de stapels of handkarren met verzendmanden zo verspreid mogelijk op in het inkorfgedeelte van het verenigingsgebouw of plaats ze na het inmanden buiten (in de schaduw).
4. Laat een verticale kier van circa 5 cm open tussen opeengestapelde manden.
5. Plaats drinkbakjes achter de gehele breedte van elke mand zodat achter elke drinkopening gedronken kan worden.
6. Bij jonge duiven: mand eerst de duiven in tot de mand vol is. Giet pas daarna water in de drinkgoten en maak opzettelijk een klaterend geluid.

Vervoerderskaart

Hitteprotocol versie 2.2

1. Controleer voorafgaand aan het seizoen en eventueel nogmaals voorafgaand aan de zomerperiode of alle ventilatoren goed werken.
2. Laat minimaal de bovenste 25 cm (is gelijk aan 1 mand indien manden tot aan plafond) leeg. Daarna eventueel de één na bovenste, derde bovenste, enzovoort.
3. Zorg ervoor dat aantal duiven in wagen niet hoger is dan 25 x het aantal manden (grote Ruco manden) of 21 x het aantal manden (kleine Ruco manden) dat maximaal in de wagen past met de bovenste rij leeg *wanneer tijdens het inkorven, ophalen, aanvoeren, overladen en/of rijden naar de losplaats buitentemperaturen kunnen voorkomen van 25 °C of hoger.*
4. Controleer voor vertrek naar de losplaats de route op ongelukken, wegwerkzaamheden en files.
5. Vervoer de duiven 's nachts in een duistere wagen.
6. Parkeer de duivenwagens indien mogelijk in de schaduw.
7. Geef de duiven tijdens het vervoer extra drinkgelegenheid:
 - geef de duiven voor het vertrek naar de losplaats de gelegenheid om te drinken gedurende 1 uur alsook direct na aankomst op de losplaats tot aan/vlak voor de lossing;
wanneer tijdens het inkorven, ophalen, aanvoeren, overladen en/of rijden naar de losplaats buitentemperaturen kunnen voorkomen van 25 °C of hoger.
 - geef bij meer dan 1 nacht mand de duiven na elke 4½ uren rijden de gelegenheid om te drinken gedurende minimaal 1 uur; Beperk bij 1 nacht mand de rijtijd tot de losplaats tot 4½ uren.
bij een actuele temperatuur in de duivenwagen van 28 °C of hoger zoals gemeten door het meetsysteem in de wagen (Reglement Vervoer en Lossingen NPO, artikel 7.6) dan wel een buitentemperatuur tijdens het rijden van 25 °C of hoger.

Vlucht- en vluchtorganisatiekaart

Hitteprotocol versie 2.2

1. Kies indien mogelijk een alternatieve losplaats in een koelere regio of kies een alternatieve losplaats in een regio waar de duiven de wind meer mee hebben in overleg met NPO en de correspondent van de losplaats.
2. Kies voor een losplaats met een korte transportduur en vliegafstand.
Maximeer de vlucht voor jonge duiven tot:
 - een transportduur van één nacht mand;
 - een verwachte vliegduur van 3 uren (equivalent aan ongeveer 210 km bij kopwind of ongeveer 270 km bij staartwind beide hart afdeling);
*bij vluchten waarin jonge duiven mogen meedoen op een voorspelde vluchtdag met een maximumtemperatuur in het vlieggebied van 29 °C of hoger (het vlieggebied is het gebied tussen de losplaats en de vereniging/thuishokken van de deelnemende duiven, waarin de duiven zich op een bepaald moment tijdens het vervoer of na de lossing behoren te bevinden)*Maximeer de midfondvlucht of dagfondvlucht vlucht voor oude duiven tot:
 - een transportduur van twee nachten mand;
 - een verwachte vliegduur van 6-7 uren (equivalent aan de minimale dagfond afstand van 450 km bij kopwind dan wel ongeveer 600 km bij staartwind hart afdeling);
bij een midfondvlucht of dagfondvlucht op een voorspelde vlucht-dag met een maximumtemperatuur in het vlieggebied van 32 °C of hoger.
3. Reduceer het aantal losgroepen per Afdeling en losplaats.
Maximeer het aantal losgroepen tot 1 lossingstijdstip per Afdeling en per losplaats:
bij vluchten waarin jonge duiven mogen meedoen op een voorspelde vluchtdag met een maximumtemperatuur in het vlieggebied van 29 °C of hoger.
4. Afgelasting van de vlucht.
Gelast de vlucht bij voorbaat af:
 - *bij vluchten waarin jonge duiven mogen meedoen op een voorspelde vluchtdag met een maximumtemperatuur in het vlieggebied van 32 °C of hoger;*
 - *bij een midfond of dagfondvlucht op een voorspelde vluchtdag met een maximumtemperatuur in het vlieggebied van 35 °C of hoger;*
 - *bij een marathonvlucht op een voorspelde vluchtdag met een maximumtemperatuur in het vlieggebied van 41 °C of hoger.*

2 Inleiding

2.1 Aanleiding

Hoge temperaturen kunnen negatieve effecten hebben op mens en dier. Ter bescherming van ouderen, mensen in zorginstellingen, chronisch zieken en mensen met overgewicht bestaat er sinds 2007 een Nationaal Hitteplan, opgesteld in opdracht van het Ministerie van Volksgezondheid Welzijn en Sport (Hagens & Van Bruggen, 2015). Het Nationaal Hitteplan heeft als doel alle betrokken organisaties tijdig te waarschuwen voor aanhoudend warm weer en maatregelen aan te reiken waarmee negatieve gevolgen kunnen worden beperkt. Het criterium om het plan in werking te laten treden is vastgesteld op een verwachting van vier dagen aanhoudende hitte (≥ 28 °C).

Ook voor het transport van landbouwhuisdieren bestaan er hitteprotocollen. Voor het transport van o.a. gebruikspluimvee en slachtpluimvee bestaat er bijvoorbeeld het "Protocol pluimveetransport bij hoge / lage omgevingstemperaturen" (AVINED, 2015). Dit protocol beschrijft verschillende maatregelen die betrokkenen bij het pluimveetransport dienen te nemen bij drie verschillende condities: 1) bij een voorspelde periode van 4 aaneengesloten dagen met een maximumtemperatuur van ≥ 27 °C; 2) bij een voorspelde individuele dag met een maximumtemperatuur van ≥ 30 en < 35 °C; en 3) bij een actuele omgevingstemperatuur van ≥ 35 °C. Bij de laatste conditie wordt er in het geheel geen pluimvee meer geladen.

In de Nederlandse postduivensport worden postduiven in speciaal daarvoor ontworpen vrachtwagens vervoerd van lokale verenigingen naar losplaatsen in Nederland, België en Frankrijk om daar gelost te worden voor een wedstrijdvlucht naar huis.. Wedstrijdvluchten worden doorgaans georganiseerd door de 5 Afdelingen van de Nederlandse Postduivenhouders Organisatie. De Afdelingen hebben in totaal circa 100 duivenwagens in bezit welke allen dienen te beschikken over een keuringsbewijs van de NPO, uitgegeven na inspectie aan de hand van de eisen vastgelegd in het Reglement Vervoer en Lossingen NPO. De wagens beschikken over elektrische verlichting, sensoren voor temperatuur en CO₂, daglichttoetreding middels transparante dakluiken, een watertank met drinkgoten langs de mandenrijen of losse drinkbakjes aan iedere mand en mechanische ventilatie. Reeds in de dagen voorafgaand aan het vervoeren en lossen van de duiven analyseert het Instituut Wedvlucht Begeleiding (IWB) de meteorologische condities in het vlieggebied, daarbij ondersteund door meteodienst. Het IWB adviseert de wedvluchtorganiserende instanties of lossen verantwoord is en hoe laat de optimale lostijd is.

Ook voor de postduivensport geldt dat het vervoeren en lossen van dieren bij hoge temperaturen risico's geeft t.a.v. hun welzijn, conditie en thuiskomst. In het verleden is de WOWD geregeld door wedvluchtorganiserende instanties, zoals Afdelingsbesturen, om advies gevraagd welke maatregelen genomen zouden moeten worden om het duivenvervoer en de wedstrijdvlucht veilig te laten plaatsvinden wanneer er zich een periode van hitte aandient. In de loop der jaren is in de postduivensport een sterke behoefte ontstaan aan een praktisch uitvoerbaar en wetenschappelijk onderbouwd hitteprotocol waarop wedvluchtorganiserende instanties kunnen terugvallen. De WOWD is door Bestuur NPO gevraagd om in dit hitteprotocol te voorzien en up-to-date te houden. Om ook de kennis t.a.v. logistiek/transport en de verzorging van de duiven tijdens het transport in het protocol te betrekken, is het protocol opgesteld in samenwerking met het Platform Transport van de NPO en de Evaluatie commissie seizoen 2025

2.2 Doel

Het Hitteprotocol heeft tot doel om duivenhouders, verenigingen, vervoerders en wedvluchtorganiserende instanties maatregelen aan te reiken waarmee zij het verzorgen, vervoeren

en lossen van postduiven op zo'n manier kunnen vormgeven dat het welzijn en de conditie van de duiven wordt gewaarborgd en lossingen resulteren in onverstoorde thuiskomsten van de duiven.

2.3 Opbouw van dit hitteprotocol

Om het nut en het werkingsmechanisme van de veiligheidsmaatregelen uit dit protocol beter te kunnen begrijpen reikt dit protocol in hoofdstuk 3 ("Wetenschappelijke onderbouwing") de wetenschappelijke basiskennis aan rondom de thermoregulatie (warmtehuishouding) van de postduif. Deze basiskennis is aangevuld met kennis uit toepassingsgericht onderzoek naar de warmtehuishouding van duiven tijdens het vervoer en de wedstrijdvlucht naar huis. Het theoretisch kader functioneert tevens als de algemene wetenschappelijke onderbouwing voor de specifieke maatregelen in de kaarten aan het begin van dit protocol.

In de kaarten aan het begin van dit protocol worden veiligheidsmaatregelen aangereikt, ingedeeld in vier groepen:

- maatregelen voor duivenhouders t.a.v. de dierverzorging;
- maatregelen voor verenigingen t.a.v. het inkorfproces;
- maatregelen voor vluchtorganiserende instanties t.a.v. het vervoer;
- maatregelen voor vluchtorganiserende instanties t.a.v. vlucht en vluchtorganisatie.

In hoofdstuk 2 wordt samengevat hoe dit hitteprotocol dient te functioneren en bij wie welke verantwoordelijkheden liggen.

Het werken met een hitteprotocol is naar mening van de opstellers geen zaak voor de wedvluchtorganiserende instanties en vervoerders alleen. Het beschermen van duiven tegen hitte begint reeds bij de individuele duivenhouders en bij de verenigingen. Zij kunnen bij de dierverzorging en het inkorfproces al cruciale stappen zetten om de duiven weerbaar te maken en te beschermen tegen hitte, nog voordat vervoerders en lossingsfunctionarissen de verantwoordelijkheid over de duiven overnemen. Om die reden reikt dit protocol ook belangrijke veiligheidsmaatregelen aan voor duivenhouders en verenigingen.

Dit protocol sluit af met de lijst van geraadpleegde bronnen.

3 Het hitteprotocol: werkwijze

3.1 Status van dit hitteprotocol

De status van dit concept protocol is die van een adviesdocument. Tevens is het een groeidocument. Beoogd wordt dit protocol op basis van ervaring en voortschrijdend wetenschappelijk inzicht verder te verfijnen in toekomstige versies.

Met dit protocol wordt dezelfde procesgang beoogd als gevolgd is voor de Risico Tabel Lossingen van de WOWD. Voornoemde tool is in 2008 voor het eerst uitgegeven met de status van een adviesdocument aan lossingsfunctionarissen maar is na ruim tien jaar van gebruik en verfijning, juridisch verankerd in de reglementen van de NPO (Reglement Vervoer en Lossingen NPO, artikel 13.2). Ook dit hitteprotocol zal in de toekomst verankerd worden in de NPO reglementen.

3.2 Criteria en verantwoordelijkheden in het protocol

Dit protocol treedt als volgt in werking:

- de veiligheidsmaatregelen voor duivenhouders t.a.v. de dierverzorging zijn altijd van toepassing en worden één of meerdere malen per jaar door Bestuur NPO onder de aandacht gebracht bij alle basisleden, bijvoorbeeld via de digitale nieuwsbrief “Op (de) Hoogte” en de duiventijdschriften. Geadviseerd wordt dit tenminste te doen aan het begin van het zomerseizoen (mei/juni);
- de veiligheidsmaatregelen voor verenigingen t.a.v. inkorfproces treden in werking bij een voorspelde **inkorfdag met een maximumtemperatuur in het thuisgebied van 29 °C of hoger**. Het Instituut Wedvlucht Begeleiding signaleert een dergelijke voorspelling en brengt Bestuur/Bureau NPO hiervan op de hoogte. De laatste brengt vervolgens bij de verenigingen de maatregelen uit paragraaf 2.2 onder de aandacht;
- de maatregelen voor wedvluchtorganiserende instanties t.a.v. het vervoer en de wedvlucht/wedvluchtorganisatie treden in werking bij één of meerdere van de situaties genoemd bij de maatregelen op de Vervoerderskaart en Vlucht- en vluchtorganisatiekaart. Het Instituut Wedvlucht Begeleiding (op zijn beurt ondersteund door de meteoroloog van dienst) signaleert een dergelijke voorspelling en brengt de wedvluchtorganiserende instantie hiervan op de hoogte.

3.3 Hiteprotocol blijft soms maatwerk

Het Hiteprotocol Duivensport treedt niet per definitie landelijk in werking. Weersomstandigheden kunnen geografisch sterk uiteenlopen tussen bijvoorbeeld west- en oost-Nederland of tussen het Franse, Belgische en Nederlandse lossingsgebied. Het kan daarom voorkomen dat het Hiteprotocol van toepassing is voor sommige wedvluchtorganiserende instanties, regio's of wedvluchten terwijl andere geen rekening hoeven te houden met deze veiligheidsmaatregelen. Ook dient er rekening mee gehouden te worden dat een sinds kort (≤ 3 dagen voor het inkorven) bestaande hiteperiode risicovoller is voor de duiven dan een al langer bestaande hiteperiode. Wanneer de duiven 4 of meer dagen in de warmte hebben vertoefd en uitgevlogen dan mag verwacht worden dat gewenning is opgetreden.

Verder kan een Hiteprotocol niet in alle voorkomende situaties voorzien; het protocol zou dan te omvangrijk worden en zijn doel als praktische handzame tool voorbijschieten. Ook met het

Hitteprotocol in de hand blijft het nodig om kritisch te blijven nadenken, informatie af te wegen, en in redelijkheid en naar de geest van het protocol tot een beslissing te komen om al dan niet maatregelen toe te passen bij omstandigheden met hoge temperaturen. In er situaties waarin dit protocol niet voorziet beslist het NPO bestuur.

4 Wetenschappelijke onderbouwing

4.1 Overzicht van belangrijke begrippen

Zomerse dag

Een dag met een maximumtemperatuur van 25,0 °C of meer.

Tropische dag (in België: hittedag)

Een dag met een maximumtemperatuur van 30,0 °C of meer.

Hittegolf

Een periode van ten minste vijf dagen achtereenvolgend waarop de maximumtemperatuur 25,0 °C of meer bedraagt (zomerse dagen); waarbij ten minste op drie dagen de maximumtemperatuur 30,0 °C of meer bedraagt (tropische dagen).

Minimumtemperatuur

De laagst gemeten temperatuur op een dag. Deze wordt doorgaans gemeten 45-60 minuten , na zonsopkomst.

Maximumtemperatuur

De hoogst gemeten temperatuur op een dag. Deze wordt doorgaans gemeten aan het einde van de middag.

Vlieggebied

Het gebied tussen de losplaats en thuishokken van de deelnemende duiven waarin de overgrote meerderheid van de duiven zich op een bepaald moment na de lossing geacht wordt te bevinden. Duiven die hun thuishok bereikt hebben bevinden zich niet meer in het vlieggebied.

Er dient dus rekening mee gehouden te worden dat bij sluiting van het concours (1 op 3) nog 67% van de duiven zich ergens in het vlieggebied bevindt.

Geldigheid hitteprotocol

Het hitteprotocol geldt van inkorven tot aan de lossing. Daarna is de RTL van toepassing. Dit betekent dat het lossingsbesluit genomen wordt op basis van de RTL.

RTL

RTL staat voor risicotabel lossingen. De laatste versie staat altijd op wowd.nl.

4.2 Inleiding in de warmtehuishouding (thermoregulatie) bij de postduif

Om het nut en het werkingsmechanisme van de veiligheidsmaatregelen in hoofdstuk 2 beter te begrijpen, geeft dit hoofdstuk een samenvatting van de warmtehuishouding van de postduif.

4.2.1 Warmtehuishouding bij de postduif: in en rond het thuishok

Warmbloedigheid

Duiven zijn, net als alle vogels, warmbloedig. Dat betekent dat ze hun lichaamstemperatuur constant – d.w.z. “binnen nauwe grenzen” – moeten houden. De lichaamstemperatuur van de postduif bedraagt ongeveer 41 °C. Veel biochemische processen (d.w.z. chemische reacties in bijvoorbeeld spieren en

interne organen) in het lichaam van de postduif en andere warmbloedige dieren zijn temperatuurafhankelijk. Ze verlopen het beste (optimaal) bij een specifieke lichaamstemperatuur. Als de lichaamstemperatuur enkele graden zakt, of enkele graden stijgt, kunnen deze processen al niet meer goed verlopen. Temperatuurafwijkingen van 4 tot 6 °C zijn zelfs direct levensbedreigend.

Hypothermie

Een te lage lichaamstemperatuur wordt onderkoeling of *hypothermie* genoemd. Hypothermie is het gevolg van externe oorzaken, bijvoorbeeld (bij de mens) wanneer iemand in koud water terecht komt en “onderkoelt” raakt. Bij postduiven is hypothermie nooit aan de orde. Door hun isolerende en waterafstotende verenpak en het verhogen van de stofwisseling kunnen zij goed omgaan met bijvoorbeeld strenge vorst. Voor dit protocol kunnen we daarom hypothermie terzijde schuiven.

Hyperthermie

Een te hoge lichaamstemperatuur kan duiden op ofwel *koorts* of *hyperthermie*. Bij verhoging/koorts wordt de stijging van de lichaamstemperatuur veroorzaakt door ziekte of een infectie, oftewel: door een interne oorzaak. Ook dit is voor dit protocol niet van belang en schuiven we terzijde. Dit protocol richt zich alleen op *hyperthermie* waarbij stijging van de lichaamstemperatuur dreigt of optreedt door externe oorzaken.

Regulatie van lichaamstemperatuur via warmteproductie en warmteafgifte

Een postduif heeft een constante lichaamstemperatuur van ongeveer 41-42 °C terwijl zijn omgeving gemiddeld 10 °C is (langjarig gemiddelde buitentemperatuur, KNMI), en varieert tussen circa -10 °C op een strenge winterdag en maximaal circa 38 °C op een zeer warme tropische dag. Vrijwel altijd is het lichaam van de postduif dus warmer dan zijn omgeving. Dit betekent dat er continu een netto warmtestroom optreedt van de postduif naar zijn omgeving. Plaatst men een warme kruik in een bed dan zal men na enkele uren merken dat de kruik zijn warmte heeft verloren: de warmte is afgegeven aan de omgeving tot de temperatuur van kruik en bed ongeveer gelijk zijn. Toch koelt een postduif in zijn omgeving niet af. Dit komt doordat een postduif zelf een kacheltje is: hij produceert zijn eigen warmte.

Deze warmte is afkomstig uit de stofwisseling (metabolisme). De spieren en interne organen van de postduif verbranden voortdurend koolhydraten en vetten met behulp van zuurstof tot koolstofdioxide, water en energie om spierarbeid te verrichten. Het verbranden van koolhydraten en vetten in warmbloedigen is een chemisch proces dat inefficiënt is: maar 20 tot 25% van de energie uit koolhydraten en vetten komt beschikbaar als bewegingsenergie, de resterende 75 tot 80% als warmte. Warmbloedige dieren gebruiken dus de “restwarmte” uit hun stofwisseling om zichzelf te verwarmen. Via o.a. de bloedsomloop wordt de geproduceerde warmte vervolgens verdeeld over het lichaam.

De warmteproductie van duiven kan opgedeeld worden in twee posten: metabole warmte en activiteitswarmte. De metabole warmte is de “basale” hoeveelheid warmte die duiven produceren vanuit hun stofwisseling, ook als zij in rust zijn. Deze warmte is bijvoorbeeld afkomstig van de peristaltiek van spiermaag en darmen, het kloppen van het hart en de ademhalingsbeweging. De activiteitswarmte is de hoeveelheid warmte die zij bovenop de metabole warmte nog produceren door actief bewegen (pikken, lopen, vliegen, etcetera). Die warmte wordt vooral geproduceerd door de zogenaamde skeletspieren.

Uit het voorgaande volgt dat postduiven twee “knoppen” hebben waaraan zij kunnen draaien om de lichaamstemperatuur te “regelen” tot waarden binnen de nauwe grenzen: de processen van warmteproductie en warmteafgifte. Feitelijk werkt dit vergelijkbaar met het handhaven van een prettige temperatuur in een woning: men kan de warmteproductie beïnvloeden door de CV-ketel op een lager of hoger vermogen te laten stoken. En men kan de warmteafgifte uit de woning beïnvloeden door deuren en ramen open te zetten dan wel de woning zo goed mogelijk te isoleren.

Vier mechanismen van warmteafgifte

Zoals hierboven beschreven geven duiven onder vrijwel alle omstandigheden warmte af aan hun omgeving. Duiven doen dit door vier mechanismen:

1. Afgifte van warmte via straling (warmtestraling, infrarode straling). Alle materie of elk object warmer dan het absolute nulpunt (-273.15°C oftewel 0 Kelvin) zendt elektromagnetische straling uit. De hoeveelheid energie dat wordt uitgestraald, maar ook de golflengte van de straling wordt bepaald door de temperatuur van het object: naarmate een object warmer is zendt het meer straling uit en worden de golflengten van de straling korter. De meeste straling bevindt zich in het infrarode spectrum. Dit is dezelfde vorm van straling die ook voelbaar afstraalt van warmtepanelen (infraroodpanelen) of een haardvuur. Deze vorm van warmteafgifte is voor de situatie van postduiven min of meer constant en weinig te beïnvloeden. Hoewel dit een belangrijke vorm van warmteafgifte kan zijn, is deze daarom voor dit protocol minder belangrijk.
2. Afgifte van warmte via conductie (warmtegeleiding). Van conductie is sprake wanneer warmte afgevoerd wordt door direct contact met een vast object. De warmte wordt dan via geleiding langs het vaste object afgevoerd, zeer vergelijkbaar met de manier waarop elektriciteit door een koperdraad stroomt als er over de draad een spanning aanwezig is (d.w.z. een hoger elektrisch potentiaal aan één kant van de draad t.o.v. de andere kant). Dit is de vorm van warmteafgifte die voelbaar is wanneer men met blote voeten over onverwarmde tegels loopt. Er loopt een warmtestroom vanuit de warmere voeten naar de koudere tegels waardoor deze koud aanvoelen. Postduiven verliezen altijd enige warmte door het contact tussen hun poten en de ondergrond. Ook als postduiven tegen een zijwand van een koudere aluminium verzendmand staan of liggen stroomt er warmte uit hun lichaam naar het aluminium weg. Deze vorm van warmteafgifte is voor de situatie van postduiven echter minder belangrijk.
3. Afgifte van warmte via convectie (warmtestroming). Van convectie is sprake wanneer een gas (zoals gewone lucht) of een vloeistof (zoals water) langs de duif stroomt en daarbij warmte van de duif opneemt en afvoert. Deze vorm van warmteafgifte is bijvoorbeeld zichtbaar als een koe op een warme dag met haar poten in een riviertje staat of wanneer we als mensen een ventilator gebruiken om onszelf te koelen. Ook hier geldt dat dit alleen werkt als er een temperatuurverschil bestaat tussen de duif en de luchtstroom. In duivenwagens is dit een belangrijke vorm van warmteafgifte. Volgens artikel 7 van het Reglement Vervoer en Lossingen NPO moeten duivenwagens mechanisch geventileerd kunnen worden bij een verversingsniveau van eens per twee minuten. Dat betekent dat er in een duivenwagen van ongeveer 80 m^3 inhoud per uur ongeveer 2400 m^3 lucht moet worden geleid. Verder moet deze luchtstroom van inlaat naar uitlaat door of vlak langs de verzendmanden stromen om de door de duiven geproduceerde warmte en koolstofdioxide zo goed mogelijk af te voeren.
4. Afgifte van warmte via evaporatie (verdamping). Wanneer de omgevingstemperatuur toeneemt tot dichtbij de lichaamstemperatuur is het verschil tussen de lichaamstemperatuur en de omgevingstemperatuur zo klein dat de lichaamswarmte niet meer zo makkelijk “weg geleidt” of “wegstroomt”. In dit traject van de omgevingstemperatuur gaan duiven steeds meer water verdampen uit hun luchtwegen. Het verdampen van vloeibaar lichaamsvocht naar waterdamp kost warmte-energie dat aan het duivenlijf wordt onttrokken, zodat de lichaamstemperatuur daalt. Dit is het “zweetmechanisme” van de duif. Hoewel duiven wel enig vocht verliezen via de huid, hebben zij geen zweetklieren zoals mensen die hebben. Dat zou ook geen zin hebben omdat hun huid wordt “afgeschermd” van de omgeving door een verenpak. Je zou dus kunnen stellen dat duiven zweten via hun bek. Een belangrijk verschil met echte zweetklieren is dat duiven bij de verdamping alleen water en geen zouten verliezen. Het succes van dit mechanisme is o.a. afhankelijk van de luchtvochtigheid: hoe lager de luchtvochtigheid, hoe gemakkelijker de duiven vocht kunnen verdampen. Bij warm en vochtig (benauwd) weer hebben ook duiven moeite om hun warmte te verliezen.

Sensibele warmte, latente warmte en enthalpie

De warmte die een duif afgeeft via straling, geleiding en stroming (mechanismen 1 t/m 3) is direct voelbaar. Daarom wordt deze warmte “sensibele warmte” genoemd. De warmte die een duif afgeeft via verdamping (mechanisme 4) is niet voelbaar. Deze warmte doet ook de luchttemperatuur niet toenemen. De warmte zit na verdamping “verstopt” in de lucht in de vorm van een hoger vochtgehalte. Daarom wordt deze warmte “latente warmte” genoemd. Dat hogere vochtgehalte representeert een hogere energie-inhoud van de lucht: immers, het heeft de duif warmte gekost om zijn lichaamsvocht te laten verdampen tot waterdamp. Een ander woord voor energie-inhoud is enthalpie en wordt bijvoorbeeld uitgedrukt in Joule energie per kg lucht. Als duiven tijdens het vervoer bij hogere temperaturen veel lichaamsvocht gaan verdampen dan zal de temperatuur in de wagen niet meer sterk toenemen, maar het vochtgehalte en daarmee de enthalpie van de lucht wel. Dit is een belangrijk aspect om rekening mee te houden wanneer resultaten van temperatuurmetingen in duivenwagens bij hoge temperaturen worden beoordeeld. Bij dergelijke omstandigheden is het verschil tussen de binnentemperatuur en de buitentemperatuur vaak niet extreem hoog omdat de duiven hun warmte “verstopt” hebben afgegeven als waterdamp.

De concrete regelknoppen van de duif via warmteproductie en warmteafgifte

Concreet kunnen duiven het volgende doen om hun lichaamstemperatuur niet te laten stijgen wanneer de temperatuur stijgt.

Concrete regelknoppen t.a.v. warmteproductie:

- de warmteproductie vanuit de basaalstofwisseling neemt af tot het minimum. Dit mechanisme wordt via het autonome zenuwstelsel geregeld, d.w.z. het staat niet onder de wil;
- de duiven krijgen een verminderde eetlust en gaan daardoor minder eten: het verteren van voedsel in het maagdarmkanaal produceert namelijk veel warmte hetgeen duiven gaan verminderen;
- de duiven worden lomer, hun trainingslust neemt af en tijdens trainingen willen ze vaker zitten: hierdoor produceren de duiven minder activiteitwarmte;

Concrete regelknoppen t.a.v. warmteafgifte:

- de duiven houden hun verenkleed strak (i.p.v. “bol”) zodat de isolatiefunctie minimaal is en de warmteafgifte over het verenpak maximaal. Dit mechanisme staat onder de wil;
- de doorbloeding van de onbevederde poten neemt toe zodat meer warmte afgegeven wordt aan de ondergrond en de langsstromende lucht. Dit mechanisme wordt via het autonome zenuwstelsel geregeld, d.w.z. het staat niet onder de wil. Deze zenuwen regelen welke lichaamsdelen meer of minder bloed ontvangen door bloedvaten te vernauwen of te verwijden;
- de doorbloeding van de slijmvliezen van de bovenste luchtwegen neemt toe zodat meer warmte afgegeven wordt aan de uitgeademde lucht. Ook dit mechanisme wordt autonoom geregeld;
- de duiven houden de vleugels in opgevouwen toestand iets van het lijf af zodat langsstromende lucht zo veel mogelijk contact kan maken met het lijf en warmte kan afvoeren;
- de verdamping van vocht uit de luchtwegen neemt toe;
- de ademhalingsfrequentie neemt toe, de duiven gaan actief “hijgen” (“panting” genaamd in de Engelstalige literatuur). Hiermee wordt warmteafgifte via verdamping sterk gestimuleerd.

De Bovenste Kritieke Temperatuur (BKT)

Een belangrijk begrip in de thermoregulatie van dieren (naar: Mount, 1974) is de Bovenste Kritieke Temperatuur (BKT). De BKT is die omgevingstemperatuur waarbij alle regelknoppen rondom warmteproductie, conductie en convectie maximaal zijn ingezet. Rond de BKT draait het metabolisme al op de laagste stand. Verder is het verschil tussen de lichaamstemperatuur en de omgevingstemperatuur zo klein geworden dat de lichaamswarmte niet meer zo makkelijk “geleidt” naar een vast object en “wegstroomt” via lucht. Als de omgevingstemperatuur nog verder stijgt wordt

evaporatie de belangrijkste regelknop: duiven gaan dan steeds meer water verdampen via hun luchtwegen om zichzelf te koelen. Op een gegeven moment zullen duiven ook hun ademfrequentie verhogen en gaan "hijgen". Dit brengt op korte termijn verkoeling maar door de spieractiviteit wordt tegelijk weer extra activiteitswarmte geproduceerd. De BKT is ook de omgevingstemperatuur waarbij de warmteproductie (die minimaal was) juist weer toeneemt. Uit een promotieonderzoek aan Wageningen Universiteit in de jaren negentig is gebleken dat de BKT voor ongevoerde duiven in verzendmanden **28 °C** bedraagt (Gorssen & Koene, 1993). Temperaturen boven 28 °C mogen in duivenwagens alleen geaccepteerd worden als de duiven elke 4,5 uur gedurende minimaal 1 uur gelegenheid krijgen tot drinken (zie Reglement Vervoer en Lossingen NPO, artikel 7.6).

Nauwelijks risico's van hoge temperaturen in en rond het hok

In een rond het thuishok zullen postduiven zelden of nooit te maken krijgen met gevaarlijk hoge temperaturen. Al hun regelknoppen samen zijn afdoende om te voorkomen dat de lichaamstemperatuur stijgt. Zelfs bij tropische temperaturen kunnen zij hun vochtverlies telkens aanvullen uit de drinkpot in het duivenhok. Hoewel tropische temperaturen voor de duiven onder normale omstandigheden niet gevaarlijk zijn, is het voor hen – evenals voor de mens – niet altijd even prettig. Het is waarschijnlijk dat duiven die met open snavel zitten te hijgen en de vleugels van het lijf afhouden, veel drinken, minder eten, minder lust hebben om te trainen, enzovoort, zich niet comfortabel voelen.

4.2.2 Warmtehuishouding tijdens het vervoer

De basiskennis rondom de warmtehuishouding van de postduif zoals beschreven in paragraaf 2.2.1 is ook van toepassing op de situatie van het vervoer in de duivenwagens. Er zijn echter een aantal aandachtspunten waarmee rekening gehouden moet worden:

De temperatuur in de wagen: microklimaat

Tijdens het vervoer verblijven de duiven in aluminium verzendmanden. Deze manden "schermen de duiven af" van de rest van de wagen. Een duivenwagen kan gezien worden als een verzameling dozen met elk een klein "microklimaat". Figuur 1 foto toont een verzendmand zoals gefotografeerd met een hittecamera (Den Blanken, 2016). Uit de rode en witte kleur in de mand (zichtbaar door de drinkopeningen) is te zien dat het in de mand aanzienlijk warmer is dan buiten de mand (de blauwe kleur). De foto is genomen op de losplaats zonder dat de mechanische ventilatie aanstond die de manden koelt. Modernere modellen duivenwagens houden rekening met het aspect van het microklimaat en brengen (tijdens het rijden) de verse lucht tot in de manden. Oudere modellen duivenwagens ventileren met name door het gangpad langs de manden: vanuit een geperforeerde bodemplaat naar het plafond waar de afzuigventilatoren zitten. Convoyeurs dienen er rekening mee te houden dat de temperatuur in de manden tijdens het rijden 1 tot 5 (gem. 3) °C hoger is dan in het gangpad (Winkel & Van Stralen, 2012; Winkel & Van Stralen, 2013; Winkel & Van Iwaarden, 2018). Dit betekent dat meetsystemen waarvan de temperatuursensor zich in het gangpad bevindt de werkelijke temperatuur in de verzendmanden onderschatten en dient er tijdens het rijden gemiddeld 3 °C bij opgeteld te worden.



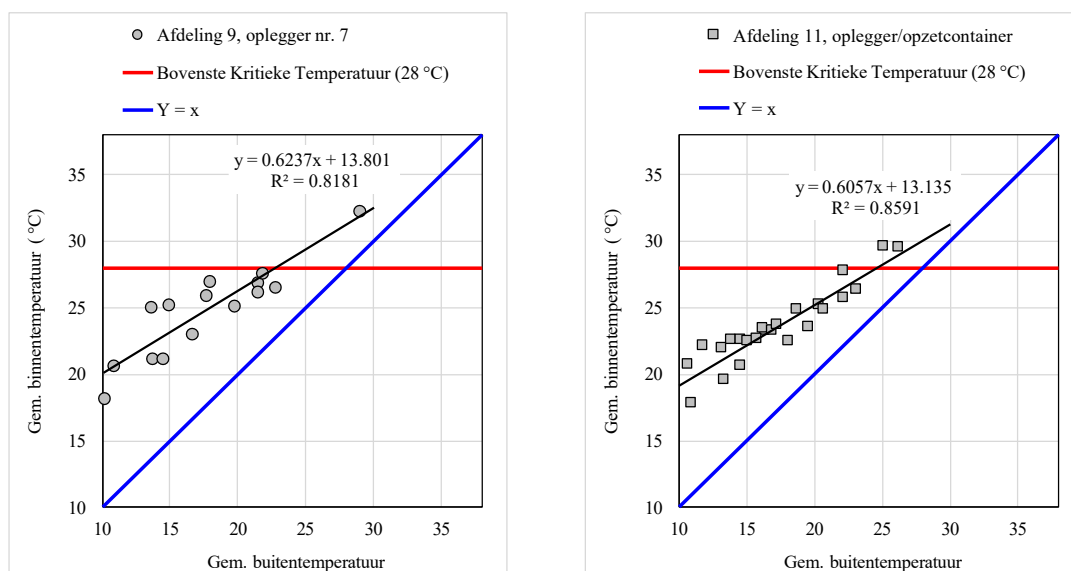
Figuur 1. Foto van een verzendmand in een duivenwagen tijdens het verblijf op de losplaats genomen met een infraroodcamera (Den Blanken, 2016).

De temperatuur in de wagen: verschil tussen binnen en buiten (ΔT)

Verder blijkt uit de meetcampagnes in de modellen duivenwagens van Afdeling 11 (Heetkamp & Schrama, 2000; Heetkamp & Schrama, 2001; Heetkamp & Schrama, 2002) en van Afdeling 9 (Winkel & Van Stralen, 2012; Winkel & Van Stralen, 2013; Winkel & Van Iwaarden, 2018) dat de temperatuur in de wagens door de warmteproductie van de duiven altijd hoger ligt dan de buitentemperatuur. Dit verschil wordt ook wel de delta T (ΔT) genoemd. De meetgegevens van bovenstaande rapportages zijn ten behoeve van dit Hitteprotocol in één dataset samengevoegd en geanalyseerd. De resultaten hiervan worden weergegeven in Figuur 2.

Uit Figuur 2 blijkt dat de gemiddelde ΔT hoog (ca. 10 °C) is bij lage buitentemperaturen en laag (ca. 3 °C) bij hoge buitentemperaturen. Met andere woorden: de ΔT neemt af met de buitentemperatuur en deze relatie is statistisch sterk (R^2 van ca. 0,8). De verklaring hiervoor is dat naarmate de omgevingstemperatuur stijgt de duiven steeds minder warmte kunnen verliezen via convectie en juist meer via verdamping, hetgeen niet tot een temperatuurstijging in de wagen leidt, maar tot een stijging van het vochtgehalte in de lucht.

Uit de relaties in Figuur 2 blijkt verder dat de Bovenste Kritieke Temperatuur van 28 °C (in de wagen) overschreden wordt bij een buitentemperatuur van ongeveer 23-24 °C (te zien aan de waarde op de x-as bij het snijpunt van zwarte regressielijn en rode BKT lijn). Wagens die niet beschikken over een meetsysteem voor temperatuur in de wagen welke afgelezen kan worden in de cabine, kunnen er op basis van deze sterke relaties vanuit gaan dat bij een buitentemperatuur van ongeveer 23-24 graden Celsius de temperatuur in de wagen gemiddeld ongeveer 28 °C zal zijn en de BKT dus is bereikt.



Figuur 2. De gemiddelde temperatuur in de wagen als functie van de gemiddelde temperatuur buiten. Links: voor het model duivenwagons van Afdeling 9 (meetgegevens afkomstig uit: Winkel & Van Stralen, 2012; Winkel & Van Stralen, 2013; Winkel & Van Iwaarden, 2018). Rechts: voor het model duivenwagons van Afdeling 11 (meetgegevens afkomstig uit: Heetkamp & Schrama, 2000; Heetkamp & Schrama, 2001; Heetkamp & Schrama, 2002). Elk bolletje/vierkantje in de figuren betreft een transport/vlucht. De meetgegevens betreffen alleen de perioden van het feitelijke rijden (exclusief pauzes en het verblijf op de losplaats).

Effecten van mandbezetting

Tijdens het vervoer verblijven de duiven in verzendmanden met andere duiven die zij niet kennen en waarmee zij geen rangorde vastgesteld hebben zoals dat wel het geval is bij soortgenoten op het thuishok. Ook zitten de duiven dichter op elkaar dan zij onder normale omstandigheden (uit vrije wil) zouden doen. Vergelijk dit met een rij vogels op een hoogspanningslijn: zij houden altijd een minimale afstand tot elkaar. Komen vogels dichter bij elkaar, dan lokt dit conflictgedrag uit. Uit onderzoek blijkt dat dit gedrag met name begint op te treden als duiven minder dan 350 cm² tot hun beschikking hebben (Gorssen & Schrama, 1994). Hogere aantallen duiven per mand leidt tot kettingreacties in gedrag, meer warmteproductie en meer pikwondjes aan neusdoppen en oogranden. Het aantal duiven per mand zou naar mening van de WOWD daarom nooit hoger mogen zijn dan circa 25 in een grote Ruco-mand dan wel 21 in een kleine Ruco of Oomens mand, zeker niet bij hoge temperaturen. De aantallen duiven die nu standaard op de kortere afstanden in de manden gaan zijn middels een amendement op de oorspronkelijke reglementstekst vastgesteld tijdens de Algemene Vergadering NPO in het najaar van 2003. De kiesmannen wilden om de kostprijs van vervoer zo laag mogelijk te houden destijds meer duiven in de mand dan wat zou mogen bij de voorgestelde 350 cm² per duif. Voor het hitteprotocol zijn wij echter van een minimum oppervlak per duif uitgegaan uit het oogpunt van welzijn en gezondheid en niet van de suboptimale oppervlaktes zoals vermeld in het Reglement Vervoer en Lossingen NPO.

Belang van drinken tijdens het vervoer

Het belangrijkste wapen van de duif tegen hoge temperaturen is het verdampen van vocht via de luchtwegen. Dit is een effectief koelmechanisme. Nadeel van dit mechanisme is dat de duiven snel vocht verliezen en in gewicht afnemen (tot wel 12% van het lichaamsgewicht in een etmaal en tot 16% van het lichaamsgewicht in 24 uren). Als de duiven dit verlies niet aanvullen dreigt dorst, verlies van lichaamsgewicht/conditie, uitdroging, stijging van de lichaamstemperatuur en uiteindelijk sterfte of het verloren gaan na de lossing. Uit promotieonderzoek aan Wageningen Universiteit in de jaren negentig (Gorssen & Schrama, 1993) bleek dat wanneer duiven in transportmanden werden gehouden bij 43 °C zonder beschikking over drinkwater de eerste duiven reeds na 15 uren stierven. Na 23 uren waren 14 van de 15 proefduiven gestorven. Een referentiegroep duiven die bij 23 °C werd gehouden en wel

de beschikking had over drinkwater hadden slechts 3% van het lichaamsgewicht verloren en verkeerde in blakende conditie. Bij temperaturen tussen 15 en 32 °C verliezen duiven met beschikking over drinkwater gemiddeld 3-6% van hun lichaamsgewicht in 24 uur. Voor duiven zonder drinkwater is dit aanzienlijk hoger: gemiddeld 6-8%. Bij temperaturen tussen 32 en 39 °C blijft het gewichtsverlies van duiven met beschikking over drinkwater verder stabiel. Voor duiven zonder drinkwater neemt het gewichtsverlies echter verder toe, tot wel 16% in 24 uur. Kortom, als duiven het vochtverlies door verdamping kunnen aanvullen door regelmatig en voldoende drinken (zoals ervaren duiven dit probleemloos doen) kunnen zij temperaturen weerstaan tot ruim boven 35 °C zonder dat hun conditie geschaad wordt. Jonge duiven echter, weten pas na circa 4 transporten het drinkwater goed te vinden (Christ van der Linden, persoonlijke observaties) wanneer hun eigenaar hen het drinken in verzendmanden niet thuis reeds aanleert. Voor jonge duiven zijn hoge temperaturen tijdens het vervoer en op de losplaats risicovol. Het drinken uit de goten in de verzendmand is een essentiële gedragsvaardigheid die duivenliefhebbers hun jonge duiven actief dienen te leren.

Risico's van hoge temperaturen tijdens het vervoer

Samen met de Katholieke Universiteit Leuven heeft de WOWN onderzocht welke effecten optreden als postduiven vervoerd worden bij temperaturen boven de BKT zonder dat zij voldoende kunnen drinken (Van Oortmerssen e.a., 2007). In dit onderzoek verbleven ervaren jonge duiven een nacht van 12 uren in verzendmanden in klimaatkamers bij één van vier temperaturen: 22 °C (ideaal, referentie), 28 °C (de BKT), 32 °C (boven de BKT) en 36 °C (ruim boven de BKT). De duiven hadden geen drinkwater ter beschikking en verlieten hun thuishok in Nederland met slechts een klein beetje voer in de krop. Na het nagebootste nachtelijke transport werden de duiven 's ochtends gelost voor een korte vlucht naar hun thuishok in Nederland. Dit alles werd driemaal herhaald. De vliegduur van de eerst aangekomen duif bedroeg 2:40 uur voor de eerste proefvlucht, 1:48 uur voor de tweede proefvlucht en 2:36 uur voor de derde proefvlucht. Uit de proef bleek dat de duiven (gemiddeld lichaamsgewicht: 454 gram) in de 22 °C groep gemiddeld 7,1% van hun lichaamsgewicht verloren, oftewel gemiddeld 32 gram. In de 28 °C groep was dit gemiddeld 7,3% van hun lichaamsgewicht, oftewel gemiddeld 33 gram. In de 32 °C groep was dit gemiddeld 8,6% van hun lichaamsgewicht, oftewel gemiddeld 39 gram. Dit correspondeert redelijk met de resultaten van Gorssen e.a. (1993) welke een gewichtsverlies vonden van 3-6% in 24 uur voor duiven in verzendmanden met drinkwater en 6-8% in 24 uur voor duiven in verzendmanden zonder drinkwater bij temperaturen tussen 15 en 32°C. De hiervoor genoemde percentages bestaan vermoedelijk voor het grootste deel uit nog aanwezig voer in het maagdarmkanaal wat als mest gedurende de nacht werden uitgescheiden en voor een resterend deel uit verdampt water via de ademhalingswegen. In de 36 °C groep echter bedroeg het gemiddelde verlies van lichaamsgewicht 10,6% van hun lichaamsgewicht, oftewel gemiddeld 48 gram. De duiven uit de 32 en 36 °C groep hadden aanmerkelijk meer tijd nodig om het hok te bereiken dan de duiven uit de 22 en 28 °C groep. Het percentage thuisgekomen duiven op de losdag bedroeg gemiddeld 85% voor de 22 °C groep, 88% voor de 28 °C groep, 66% voor de 32 °C groep en 73% voor de 36 °C groep. Alle duiven bleken in staat hun lichaamstemperatuur in stand te houden. Uit deze proef blijkt dat temperaturen boven de BKT, waarbij de duiven onvoldoende of niet drinken, tot een aanzienlijk gewichtsverlies en een verminderde thuiskomst leiden.

4.2.3 Warmtehuishouding tijdens het vliegen

De basiskennis rondom de warmtehuishouding van de postduif zoals beschreven in paragraaf 2.2.1 is ook van toepassing op de situatie van het vliegen. Er zijn echter een aantal aandachtspunten waarmee rekening gehouden moet worden.

Vliegen produceert erg veel warmte

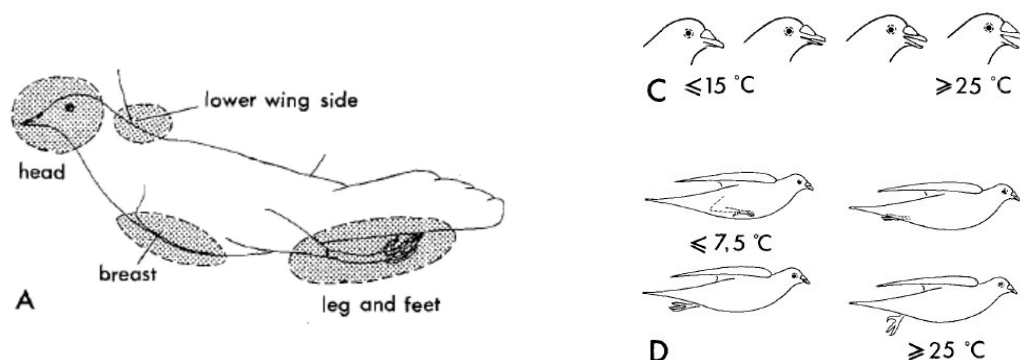
De basissnelheid van postduiven bij windstille condities ligt rond de 80 km/uur. Bij een kopwind kan deze zakken tot ongeveer 60 km/h en bij een (harde) staartwind tot waarden tussen ongeveer 90 en 130 km/uur. De postduif maakt daarbij ongeveer 5 tot 6 vleugelslagen per seconde. Gemiddeld ligt het stofwisselingsniveau van vliegende duiven acht- tot tienmaal hoger dan in rust (Biesel & Nachtigall,

1987; Vogel, 1985). Het verbranden van zoveel koolhydraten en vetten vergt veel zuurstof. Deze hoge zuurstofbehoefte wordt bevredigd door een vier- tot zesmaal hogere hartslag (tot 670 hartslagen per minuut), een vier- tot zevenmaal groter hartslagvolume en een ruim tweemaal hogere zuurstofspanning in het bloed (Butler e.a., 1977; Peters e.a., 2005). De hematocrietwaarde¹ van het bloed van vliegende duiven daalt een paar procent, zodat het bloed minder stroperig is en beter door de haarvaten stroomt (Butler, 1977; Bordel, 1993; Peters, 2005).

Extra regelknoppen voor warmteafgifte tijdens het vliegen

Bij dit indrukwekkende stofwisselingsniveau produceren de vliegspieren veel activiteitswarmte. Tijdens het vliegen hebben duiven nog een aantal extra "regelknoppen" om hun warmte te verliezen t.o.v. degene al genoemd in de voorgaande paragraaf:

- duiven slaan de vrijkomende warmte eerst op in hun bloed en weefsels. Tijdens het vliegen is hun lichaamstemperatuur 1 tot 3 °C hoger dan in rust (Aulie e.a., 1971; Adams e.a., 1999; Prinzinger e.a., 1991);
- vervolgens wordt de warmte afgegeven via convector (stroming) aan de langsstromende lucht. Aangezien postduiven bij windstille condities een basissnelheid hebben van rond de 80 km/uur is die luchtstroom fors aanwezig. De kop, de borst en de poten zijn de belangrijkste lichaamsdelen waar de warmte aan de langsstromende lucht wordt afgegeven. Uit onderzoek bij duiven en andere vogels blijkt dat zij bij een toenemende temperatuur meer en meer hun naar achteren gestrekte poten van het lijf afhouden, d.w.z. iets laten zakken. De goed doorbloede poten hangen hierdoor nog meer in de luchtstroom en voeren veel warmte af (Saint-Laurent & Larochelle, 1994; Hirth e.a., 1987);
- tot slot maken vliegende duiven gebruik van evaporatie (verdamping) van lichaamsvocht via de luchtwegen, zoals in de voorgaande paragraaf beschreven. Bijzonder hierbij is dat onderzoek heeft laten zien dat bij toenemende temperaturen de duiven hun snavelspleet steeds verder openen. De snavel fungeert zo als "luchthapper". Op deze manier kunnen duiven veel lichaamsvocht verdampen om zich te koelen (Biesel & Nachtigall, 1987).



Figuur 2. A: plaatsen van warmteafgifte door middel van langsstromende lucht (Figuur afkomstig uit: Hirth e.a., 1987). **C:** Het openen van de snavel tijdens vliegen zorgt voor verlies van verdampingswarmte. **D:** De goed doorbloede poten zorgen voor veel warmteverlies via luchtstroming (Figuur afkomstig uit: Biesel & Nachtigall, 1987).

¹ De hematocrietwaarde is volume van het bloed dat door de rode bloedcellen wordt ingenomen, weergegeven als een fractie van het totale bloedvolume.

Risico's van hoge temperaturen tijdens het vliegen

Duiven die bij hoge temperaturen vliegen verdampen veel water om zichzelf te koelen. Volgens Vogel (1987) moeten duiven gaan landen om te drinken wanneer ongeveer 5% van het lichaamsgewicht aan water is verdampt (ongeveer 23 gram voor een postduif van 450 gram). Er is nog weinig bekend over het werkelijke verlies van water tijdens het vliegen van postduiven onder verschillende condities (temperatuur, relatieve vochtigheid). In de studie van Biesel & Nachtigall (1987; afgelezen en omgerekend uit Figuur 3B van het artikel) verloren de proefduiven gemiddeld (percentage van het oorspronkelijke lichaamsgewicht):

- 1,2% per uur bij 10 °C, (ongeveer 5 gram/uur voor een postduif van 450 gram);
- 1,7% per uur bij 15 °C, (ongeveer 8 gram/uur voor een postduif van 450 gram);
- 2,4% per uur bij 20 °C, (ongeveer 11 gram/uur voor een postduif van 450 gram);
- 3,1% per uur bij 25 °C, (ongeveer 14 gram/uur voor een postduif van 450 gram).

Dit zou betekenen dat duiven hun vlucht zouden moeten onderbreken om te drinken na 5 uur vliegen bij 10 °C en ruim 1,5 uur vliegen bij 25 °C. Deze studie werd uitgevoerd in een windtunnel met Grippler duiven van gemiddeld 338 gram gedurende één uur vliegen bij een snelheid van 43 km/uur. Het is onduidelijk in welke mate deze cijfers generaliseerbaar zijn naar postduiven die reeds 150 jaar op hun vliegeigenschappen worden gekweekt. In de studie van Rothe & Nachtigall (1987) worden 4 studies besproken waaruit blijkt dat Grippler duiven een snelheid van 43 km/h vlogen bij een vermogen van 33 Watt. Postduiven echter, vlogen in twee andere studies hogere snelheden van 58 en 69 km/uur bij lagere vermogens van respectievelijk 26 en 30 Watt. Postduiven lijken dus efficiënter te vliegen en per eenheid van afstand minder warmte te produceren.

In het eerder genoemde onderzoek van Van Oortmerssen e.a. (2007) verloren de duiven in de 22 en 28 °C groep gemiddeld 5,1% van hun lichaamsgewicht (23 gram) gedurende proefvluchten met een vliegduur van 2:40 uur tot ongeveer 4:00 uur maar kwamen daarbij normaal thuis zonder dat de duiven hadden gedronken (geen voelbaar water in de krop). Daarmee lijkt de kritieke grens van 5% zoals genoemd door Vogel (1987) aan de lage kant.

Om over dit belangrijke onderwerp meer kennis te krijgen is meer onderzoek nodig. Vooralsnog gaan we er in dit protocol vanuit dat duiven na ongeveer 3 uren vliegen bij hoge temperaturen (>25 °C) zullen landen om water te drinken. Indien dit ongewenst is, zoals bij jonge duiven, dient de vliegtijd tot die duur te worden beperkt.

5 Geraadpleegde bronnen

- Adams N.J., Pinshow B., Gannes L.Z., Biebach H., 1999. Body temperatures in free-flying pigeons. *Journal of Comparative Physiology B* 169, p. 195-199.
- Aulie A., 1971. Body temperatures in pigeons and budgerigars during sustained flight. *Comparative Biochemistry and Physiology* 39, p. 173-176.
- AVINED, 2015. Protocol pluimveetransport bij hoge / lage omgevingstemperaturen. Protocol vastgesteld door het bestuur van Stichting AVINED op 16 mei 2017. 5 p.
- Biesel W., Nachtigall W., 1987. Pigeon flight in a wind tunnel. 4. Thermoregulation and water homeostasis. *Journal of Comparative Physiology B* 157, p. 117-128.
- Bordel R., Haase E., 1993. Effects of flight on blood parameters in homing pigeons. *Journal of Comparative Physiology B* 163, p. 219-224.
- Butler P.J., West N.H., Jones D.R., 1977. Respiratory and cardiovascular responses of the pigeon to sustained level flight. *Journal of Experimental Biology* 71, p. 7-26.
- Den Blanken, R., 2016. Een praktijkstage naar het vervoer en lossing van postduiven. *Spoor der Kampioenen* jrg. 15, nr. 19, p. 14-15.
- Ecker V.M., 2008. Raumluftklimatische Untersuchung im Kabinenexpress bei Reisetauben (Binnenklimaat onderzoek in transportwagens voor postduiven). Proefschrift/dissertatie, Klinik für Vögel der Ludwig-Maximilians-Universität, München. 123 p.
- Gorssen J., Van der Hel W., 1993. Klimaatbehoeften van postduiven tijdens transport, fase I. Onderzoeksrapport Landbouw Universiteit Wageningen, vakgroep Veehouderij. 71 p.
- Gorssen J., Koene P., 1994. Klimaatbehoeften van postduiven tijdens transport, fase IIa. Onderzoeksrapport Landbouw Universiteit Wageningen, vakgroep Veehouderij. 53 p.
- Gorssen J., Koene P., 1995. Klimaatbehoeften van postduiven tijdens transport, fase IIb. Onderzoeksrapport Landbouw Universiteit Wageningen, vakgroep Veehouderij. 24 p.
- Gorssen J., 1995. Thermoregulatory and behavioral characteristics of racing pigeons housed under transport conditions. Proefschrift/PhD thesis, Department of Animal Husbandry, Wageningen Agricultural University. 159 pag.
- Heetkamp M.J.W., Schrama J.W., 2000. Welzijn van postduiven tijdens transport. Deel I, temperatuur en relatieve luchtvochtigheidsmetingen: een pilotstudie. Onderzoeksrapport Wageningen Universiteit en Researchcentrum, leerstoelgroep Adaptatiefysiologie. 17 p.
- Heetkamp M.J.W., Schrama J.W., 2001. Welzijn van postduiven tijdens transport. Deel II: Klimaatmetingen tijdens transport van duiven: verschillen binnen en tussen transportwagens. Onderzoeksrapport Wageningen Universiteit en Researchcentrum, leerstoelgroep Adaptatiefysiologie. 36 p.
- Heetkamp M.J.W., Schrama J.W., 2002. Welzijn van postduiven tijdens transport. Deel III: Klimaatmetingen tijdens transport van duiven: verschillen binnen en tussen transportwagens – aanvullende metingen zomer 2001. Onderzoeksrapport Wageningen Universiteit en Researchcentrum, leerstoelgroep Adaptatiefysiologie. 16 p.
- Hirth K.D., Biesel W., Nachtigall W., 1987. Pigeon flight in a wind tunnel. 3. Regulation of body temperature. *Journal of Comparative Physiology B* 157, p. 111-116.
- Mount L.E., 1974. The concept of thermal neutrality. Book chapter in: Montieth J.L., Mount L.E. (eds). *Heat loss from animals and man*. Butterworths, London, p. 426-439.
- Peters G.W., Steiner D.A., Rigoni J.A., Mascilli A.D., Schnepf R.W., Thomas S.P., 2005. Cardiorespiratory adjustments of homing pigeons to steady wind tunnel flight. *Journal of Experimental Biology* 208, p. 3109-3120.
- Prinzinger R., Presmar A., Schleucher E., 1991. Body temperature in birds (mini review). *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*, Vol. 99, No 4, p. 499-506.
- Rothe H.-J., Nachtigall W., 1987. Pigeon flight in a wind tunnel. 1. Aspects of wind tunnel design, training methods and flight behaviour of different pigeon races. *Journal of Comparative Physiology B* 157, p. 91-98.

- Saint-Laurent R., Larochelle J., 1994. The cooling power of the pigeon head. *Journal of Experimental Biology* 194, p. 329-339.
- Van Oortmerssen G.A., Gaiser J.F., Winkel A., Van der Sluis, J., Van der Waart L.W., 2007. Klimaatkamerexperimenten naar de effecten van temperatuur tijdens nagebootst transport op het thuiskeervermogen van jonge postduiven. Rapport van de werkgroep WOWD in samenwerking met de Katholieke Universiteit Leuven.
- Vogel, K., 1989. Die Taube. Biologie, Haltung, Fütterung. Neumann-Neudamm, Melsungen. ISBN 9783788803414. 312 p.
- Winkel A., Van Stralen W., 2012. Optimalisatie ventilatie duivenwagens Afdeling Oost-Nederland – Deel 2: klimaatmetingen in de duivenwagens, seizoen 2012. Rapport van de werkgroep WOWD van augustus 2012. 20 p.
- Winkel A., Van Stralen W., 2012. Optimalisatie ventilatie duivenwagens Afdeling Oost-Nederland – Deel 3: technische beoordeling en klimaatmetingen in drie alternatieve typen duivenwagens, seizoen 2012. Rapport van de werkgroep WOWD van oktober 2012. 14 p.
- Winkel A., Van Stralen W., 2013. Optimalisatie ventilatie duivenwagens Afdeling Oost-Nederland – Deel 4: klimaatmetingen in aangepaste duivenwagens, seizoen 2013. Rapport van de werkgroep WOWD van oktober 2013. 13 p.
- Winkel A., Van Iwaarden, J.F.M., 2018. Optimalisatie ventilatie duivenwagens Afdeling Oost-Nederland – Deel 5: klimaatmetingen in aangepaste duivenwagens, monitoring seizoen 2018. Rapport van de werkgroep WOWD van november 2018. 9 p.