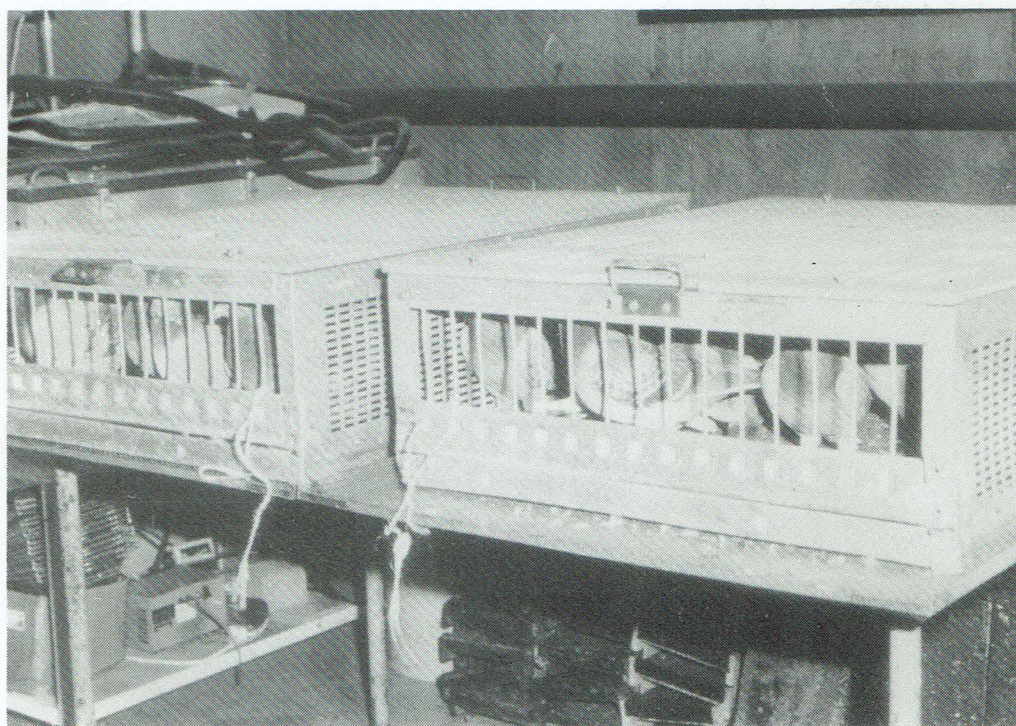


KLIMAATBEHOEFTE VAN POSTDUIVEN TIJDENS TRANSPORT, FASE IIA EN FASE IIB



Goedgekeurd bij koninklijk besluit
d.d. 29 augustus 1947 - no. 96

Juni 1995

Onderzoeksrapport

**KLIMAATBEHOEFTE VAN POSTDUIVEN
TIJDENS TRANSPORT, FASE IIa**

Auteurs : Ir. J. Gorssen
Dr. P. Koene

Uitgevoerd in opdracht van : Nederlandse
Postduivenhouders
Organisatie

Mede gefinancierd door : Veterinaire Dienst (Ministerie L.N.V.)

Onderzoek uitgevoerd bij : Vakgroep Veehouderij
Landbouwuniversiteit Wageningen
Postbus 338
6700 AH Wageningen

Datum : April 1994

INHOUDSOPGAVE

INLEIDING	1
I. SAMENVATTING	3
II. DE REACTIES VAN DUIVEN OP WISSELENDE OMGEVINGSTEMPERATUREN	5
1. Inleiding.	5
2. De warmtehuishouding.	5
2.1. Dag-nachtritmes	5
2.2. Activiteit	8
2.3. Besluit en vraagstelling	9
3. De proefopzet	9
3.1. Inleiding.	9
3.2. Aannames en uitgangspunten.	10
3.3. Uitvoering	11
3.3.1. Inleiding	11
3.3.2. Verzorging en huisvesting op het hok.	11
3.3.3. Verzorging en huisvesting tijdens de proefperiode.	12
3.3.4. Opbouw temperatuurschommeling.	13
3.3.5. Metingen.	13
1. Warmteproductie	13
2. Respiratoir quotiënt.	14
3. Activiteit	14
4. Gewichtsverlies.	14
3.3.6. Verwerking resultaten	15
4. Resultaten	16
4.1. Inleiding	16
4.2. Sterfte	16
4.3. Warmteproductie en respiratoir quotient	17
4.4. Activiteitswarmte	19
4.5. Activiteitsritme	19
4.6. Gewichtsverlies	20
4.7. Besluit	21
5. Discussie	21
5.1. Inleiding	21
5.2. Een koude omgeving: basistemperatuur 15 °C	22
5.3. Een warme omgeving: basistemperatuur 35 °C	23

6. Samenvatting	24
 III. DE OPPERVLAKTE PER DUIF	 25
1. Inleiding	25
2. Eén hoofdvraag, twee experimenten.	25
3. Gedrag: een maat voor welzijn.	27
3.1. Het belang van de gekozen invalshoek	27
3.2. Welzijn vanuit het dier: een definitie.	27
4. Gedragsobservaties aan groepen van duiven.	29
4.1. De gedragsbeschrijving.	29
4.1.1. Verplaatsing ten gevolge van interactie met een andere duif	30
4.1.2. Agressief gedrag specifiek gericht op een andere duif	30
4.1.3. Gedrag waaruit wordt gereageerd op gedrag van andere duiven	30
4.1.4. Gedrag wat geen verband houdt met gedrag van andere duiven.	30
4.1.5. Poetsgedrag	31
4.1.6. Voergedrag	31
4.1.7. Buiten beeld	31
4.2. Belangrijk en minder belangrijk.	31
4.3. Gedragsregistratie: de meetopstelling.	32
4.4. Zien: zijn of schijn?	33
5. Materiaal en methoden	33
5.1. Inleiding	33
5.2. Aantal dieren en tijdstip van uitvoering	33
5.3. Huisvesting en verzorging op het hok	34
5.4. Huisvesting en verzorging tijdens de proefperiode.	34
5.5. Metingen	34
5.5.1. Warmteproductie, RQ, activiteit, gewichtsverlies	34
5.5.2. Kopbeschadiging	34
5.5.3. Gedrag.	35
1. Het analyse-schema	35
2. De meting zelf	36
5.6. Verwerking resultaten	37
6. Resultaten	38
6.1. Inleiding	38
6.2. Groepsgrootte	38

Inhoudsopgave

6.3. Oppervlakte per duif.	40
6.3.1. Totale, activiteitsvrije en -gebonden warmteproductie	40
6.3.2. Activiteitspatroon	42
6.3.3. Gedrag	43
6.3.4. Beschadigingen	45
6.3.5. Gewichtsverlies	47
 7. Discussie	 48
7.1. Inleiding.	48
7.2. Zijn resultaten met 10 duiven zinvol voor de praktijk?	48
7.3. Hoe beïnvloedt oppervlakte het welzijn van doffers en duivinnen?	48
7.4. Belichting en verblijfstijd in de mand	51
 8. Besluit	 52
 IV. LITERATUURLIJST	 53

INLEIDING

Het eerste verjaardagskaarsje van het Wageningse onderzoeksrapport "Klimaatbehoeften van postduiven tijdens transport, fase I" is inmiddels al uitgeblazen. Een rapport waarin, noodgedwongen, het onderzoek uitgevoerd tijdens de eerste projectfase in zijn geheel werd beschreven. Het betrof immers het verslag van één uitgebreid, langlopend experiment rond de fundamentele vraag: wat is de optimale omgevingstemperatuur voor een duif, en hoe wordt deze beïnvloed door waterbeschikbaarheid en leeftijd?

Voortbouwend op de resultaten van dit eerdere, fundamentele onderzoek, werd de tweede onderzoeksfase opgestart, met een meer praktische inslag en een bredere vraagstelling:

- 1. Hoe reageren duiven op wisselende omgevingstemperaturen?*
- 2. Hoeveel ruimte is nodig in de mand voor een minimale belasting van de duif (doffers of duivinnen) tijdens transport?*
- 3. Wordt het gedrag in de mand beïnvloed door de omgevingstemperatuur en door de leeftijd van de duiven?*
- 4. Kan in grote lijnen worden aangegeven welk soort voer het best aansluit op de behoeften van een duif tijdens transport?*

Een antwoord op deze afzonderlijke vragen werd mogelijk gemaakt door een serie van specifieke experimenten. Zowel uitvoering als verwerking van een aantal experimenten zijn reeds achter de rug. Dit biedt de mogelijkheid om een gedeelte van de resultaten al voor de afloop van de tweede onderzoeksfase openbaar te maken, met een vluggere beschikbaarheid voor de praktijk tot gevolg. Dit houdt in dat de totale rapportage van de het tweede onderzoeksdeel uit twee deelrapporten bestaat.

Het eerste deelrapport, rond de vragen 1 en 2, ligt voor u. Het tweede deel, waarin vragen 3 en 4 behandeld worden, kan begin 1995 worden verwacht.

Als opening van dit deelrapport worden de belangrijkste resultaten en conclusies in een beknopt overzicht gegoten.

In het tweede hoofdstuk wordt een experiment rond wisselende omgevingstemperaturen behandeld. Het eerste onderzoeksrapport vormde hiervoor het vertrekpunt. Het voorgaande onderzoek beperkte zich dan wel tot de reactie van duiven op constante omgevingstemperaturen, maar het wetenschappelijke raamwerk waarbinnen dit onderzoek werd uitgevoerd, en de daaruit voortvloeiende resultaten, vormen een noodzakelijke en verhelderende achtergrond om de reacties van een duif op wisselende omgevingstemperaturen te kunnen verklaren.

Het derde hoofdstuk is gewijd aan de invloed van de beschikbare oppervlakte op de belasting van doffers en duivinnen in de mand. Gedragsmetingen vormen een waardevol gereedschap om te beoordelen in welke mate een dier de omgeving als belastend ervaart.

De achtergrond en uitwerking van de gedragsobservaties krijgen in dit hoofdstuk dan ook de nodige aandacht, alvorens over te gaan tot de bespreking van de experimenten zelf.

Het vierde hoofdstuk bestaat uit de lijst met referenties: een overzicht van de literatuur waarnaar in de tekst verwezen werd.

De beschrijving van beide experimenten, afzonderlijk behandeld in de eerste 2 hoofdstukken, is opgebouwd volgens het stramien van het vorige onderzoeksverslag. Eerst wordt een beeld geschetst van de praktische achtergrond waaruit de vraag is voortgekomen. Vervolgens wordt verduidelijkt hoe de vraagstelling is vertaald naar een experiment, en op welke manier het experiment is uitgevoerd. Een overzicht van de resultaten voor de verschillende metingen wordt gevolgd door een discussie. Hierin worden de resultaten samengebracht met beschikbare literatuurgegevens. Op basis hiervan wordt dan een antwoord geformuleerd op de gestelde vragen.

Het wekt weinig verbazing dat de wijze waarop de experimenten zijn uitgevoerd veel gelijkenis vertoont met de werkwijze beschreven in het eerste onderzoeksrapport (Gorssen en van der Hel, 1993): de duiven zijn in hetzelfde hok gehuisvest, de proeven zijn uitgevoerd in de klimaat-respiratiecellen, een aantal metingen is identiek (warmteproductie, respiratoir quotiënt, gewichtsverlies, activiteit), etc. In dit rapport zal dan ook vaak worden volstaan met een verwijzing naar het eerste onderzoeksrapport, verkrijgbaar bij de N.P.O. Algemeen moet immers worden opgemerkt dat de verschillende rapporten, reeds verschenen en nog te verschijnen in het kader van het onderzoeksproject "Klimaatbehoeften tijdens transport" niet los van mekaar kunnen worden gezien. Ieder rapport benadert het probleem vanuit een andere, specifieke vraagstelling. En de onderzoeksresultaten, beschreven in ieder rapport afzonderlijk, komen slechts volledig tot hun recht in combinatie met de informatie, aangeleverd via de andere rapporten.

I. SAMENVATTING

In opdracht van de Nederlandse Postduivenhouders Organisatie, en met financiële steun van de Veterinaire Dienst (Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij) werd in augustus 1991 het onderzoeksproject "Klimaatbehoeften van postduiven tijdens transport" opgestart door de vakgroep Veehouderij van de Landbouwuniversiteit te Wageningen. Tijdens de eerste fase van het onderzoeksproject werd de optimale omgevingstemperatuur voor de duif bepaald, en de invloed hierop van waterbeschikbaarheid en leeftijd. Deze eerste projectfase werd in april 1993 afgerond met een eerste onderzoeksrapport.

Op 1 mei 1993 startte de tweede projectfase. Over dit onderzoek, uitgevoerd in de klimaat-respiratiecellen van de Landbouwuniversiteit te Wageningen, wordt verslag uitgebracht via 2 deelrapporten. In dit eerste deelrapport wordt de probleemstelling beperkt tot 2 vragen. De eerste vraag betreft de invloed van wisselende omgevingstemperaturen op de warmtehuishouding en de activiteit van de duiven. De tweede vraag gaat in op de gevolgen van de gemiddelde oppervlakte per duif voor het gedrag en het energieverbruik van hetzij doffers, hetzij duivinnen.

De gevolgen van wisselende omgevingstemperaturen werden onderzocht via blootstelling aan 2 basistemperaturen, waarbij 15 °C in het koude temperatuursgebied en 35 °C in het warme temperatuursgebied was gelegen. Na een eerste dag bij een constante basistemperatuur werd tijdens de tweede dag overgegaan op 1 uit 3 mogelijke behandelingen. Twee behandelingen bestonden uit een temperatuurschommeling van ± 7 °C t.o.v. de basistemperatuur. De eerste behandeling startte en eindigde met de piektemperatuur, terwijl de tweede behandeling startte bij de basistemperatuur om van hieruit de piektemperatuur te bereiken. De derde behandeling bestond uit een constante basistemperatuur. Tijdens de eerste dag hadden de duiven de beschikking over water, tijdens de tweede dag niet.

Uit het experiment bleek dat de temperatuurschommelingen bij de lage basistemperatuur van 15 °C weinig gevolgen hebben voor de duif. Uit de temperatuurschommelingen bij de hoge omgevingstemperatuur van 35 °C kwam naar voor dat temperatuurpieken boven 35 °C in de mand moeten vermeden worden. Deze pieken gaan immers gepaard met onrust, een toename in het gewichtsverlies, en een verhoogde kans op sterfte.

Deze resultaten bij hoge, wisselende omgevingstemperaturen geven weer het belang aan van een goede drinkwatervoorziening tijdens transport. Deze waterversprekking gebeurt bij voorkeur continu, of anders via korte tussenperiodes.

Het welzijn van de duif stond ook centraal in het onderzoek naar de reacties van doffers en duivinnen op de gemiddelde oppervlakte per duif. De beoordeling van de welzijnstoestand werd uitgebreid met een extra criterium: het gedrag. Alle experimenten vonden plaats bij een constante omgevingstemperatuur van 36 °. De duiven hadden steeds vrij de beschikking over water.

Het experiment betreffende "oppervlakte per duif" gebeurde met groepen van 10 duiven. Om de toepasbaarheid van de resultaten in de praktijk aan te tonen, werd een

kleiner neven-experiment uitgevoerd rond **groepsgrootte**. Hierin werden gemengde groepen van 10 en 20 duiven met elkaar vergeleken.

In dit neven-experiment werd aangetoond dat het gedrag en het energieverbruik van duiven in een groep van 10 dieren niet verschilt van dat bij duiven in een groep van 20 dieren. Dit geeft aan dat de resultaten van metingen aan groepen van 10 duiven vertaald kunnen worden naar grotere groepen, zoals gebruikelijk in de praktijk.

Ook kwam naar voor dat duivinnen meer kans hebben op beschadiging van neusdoppen en oogranden wanneer doffers en duivinnen samen in 1 mand worden geplaatst. Dit heeft echter geen gevolgen voor het gewichtsverlies.

Bij het hoofdexperiment betreffende de **gemiddelde oppervlakte** per duif werden groepen van uitsluitend doffers of duivinnen in een mand geplaatst met een gemiddelde oppervlakte per duif van 210, 280, 350, 420 of 630 cm².

Het gedrag, de resulterende beschadigingen van neusdoppen en oogranden, als ook de warmteproductie ten gevolge van activiteit worden voor beide geslachten op een gelijksoortige manier beïnvloed door de verschillende oppervlakteniveaus. Voor zover geslachtsverschillen werden gevonden, betreft het alleen een niveau-verskil.

Het welzijn van de duiven neemt af naarmate de oppervlakte per duif daalt. Dit uit zich in een verhoogde kans op ernstige beschadigingen, een toenemend energieverlies ten gevolge van activiteit, en een toenemende invloed op het gedrag vanwege het gedrag van de buurduiven. Dit wordt weerspiegeld in een sterke toename van het percentage stilzitten, wat ten koste gaat van o.a. poetsgedrag. Het gewichtsverlies wordt niet beïnvloed door de gemiddelde oppervlakte.

De negatieve effecten van een dalende oppervlakte zijn het sterkst bij een gemiddelde oppervlakte kleiner dan 350 cm², en dit zowel bij doffers als bij duivinnen.

HOOFDSTUK II. De reacties van duiven op wisselende omgevingstemperaturen.

1. Inleiding.

Uit de eerste onderzoeksfase is duidelijk gebleken dat de omgevingstemperatuur een sterke invloed heeft op het energieverbruik, dus de warmteproductie, van een duif (Gorssen en van der Hel, 1993). In de buurt van 32 °C is de warmteproductie minimaal. Naarmate de temperatuur lager is, stijgt de warmteproductie, terwijl boven 32 °C de warmteproductie afhangt van de beschikbaarheid van water: de warmteproductie blijft laag bij duiven die kunnen drinken, maar loopt op bij vogels zonder beschikking over water.

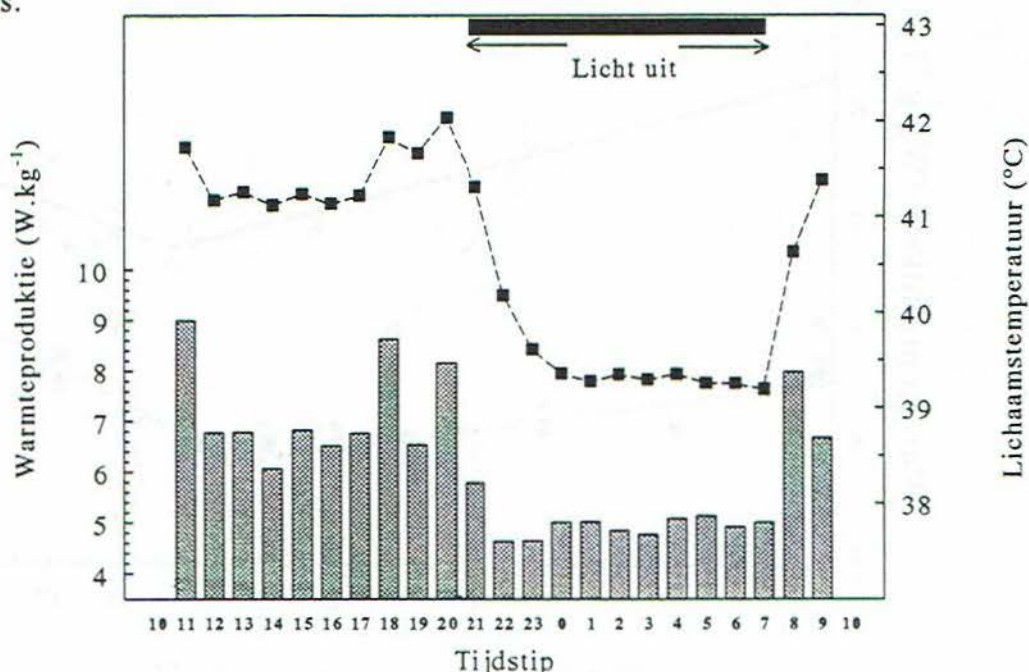
Deze bevindingen zijn echter gebaseerd op metingen aan duiven die bij een constante omgevingstemperatuur waren gehuisvest gedurende 1 dag. Dit is echter niet in overeenstemming met de werkelijkheid, waar temperatuurschommelingen in een container of vrachtwagen normaal voorkomen tijdens het transport van wedstrijdduiven.

In dit hoofdstuk wordt nagegaan of duiven anders reageren op een wisselende temperatuur dan op een constante omgevingstemperatuur. Ook wordt onderzocht in hoeverre deze reactie verschilt tussen een hoge en een lage omgevingstemperatuur.

2. De warmtehuishouding.

2.1. Dag-nachtritmes

De warmtehuishouding van een duif is erop gericht de lichaamstemperatuur binnen relatief nauwe grenzen te houden. Dit wordt bereikt door een evenwicht te bewerkstelligen tussen de warmteproductie van het dier enerzijds, en de warmteafgifte aan de omgeving anderzijds.

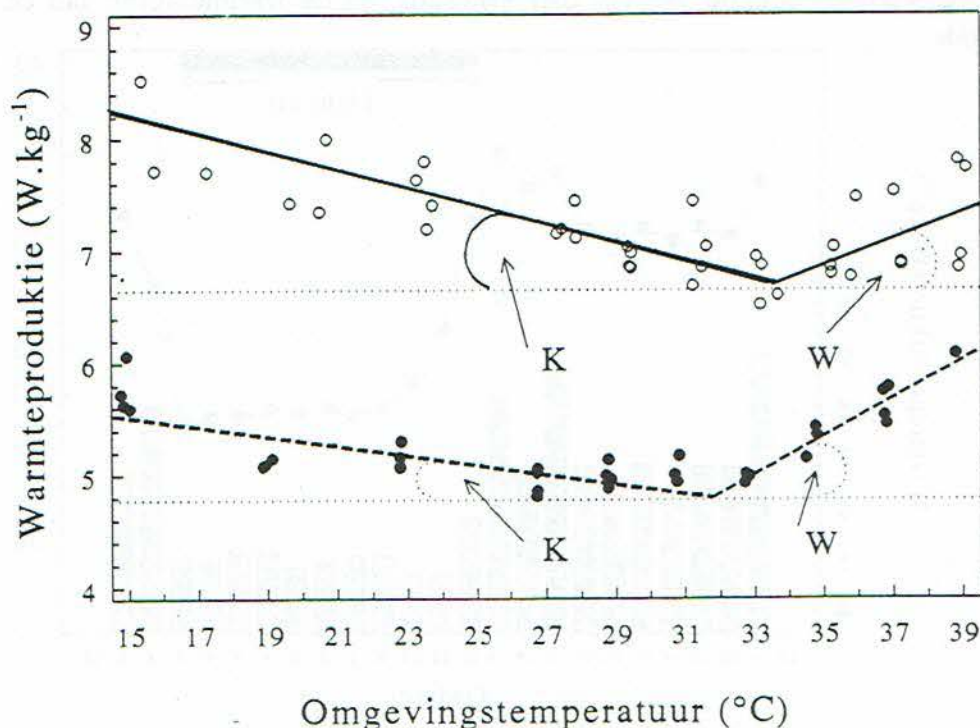


Figuur 1.1. Dag-nachtritme in lichaamstemperatuur (lijnen) en warmteproductie (balken) bij 1 groep duiven gehuisvest bij 31 °C zonder de beschikking over water en voer. Het licht is uit van 11 tot 20 uur na start van de meting.

De grenzen waartussen de lichaamstemperatuur mag schommelen zijn echter niet constant binnen een dag: de lichaamstemperatuur vertoont een dag-nachtritme. Het duidelijkst is het verschil tussen licht en donker: bij vogels is de temperatuur overdag zo'n anderhalve graad hoger dan 's nachts (Prinzinger et al., 1991). Maar ook binnen een licht- of donkerperiode schommelt de lichaamstemperatuur volgens een bepaald ritme. Bij duiven, bijvoorbeeld, stijgt de temperatuur 's ochtends naar een 41.5 °C, daalt vervolgens met een graad omstreeks het midden van de dag, en bereikt vervolgens weer het ochtendniveau aan het einde van de dag. Dit is geïllustreerd in Fig. 1.1 met behulp van resultaten uit de eerste onderzoeksfase.

Dit dag-nachtritme geldt ook voor de warmteproductie (zie ook Fig. 1.1) en de warmteafgifte. Niet zo verwonderlijk, omdat de som van warmteproductie en warmteafgifte uiteindelijk zal bepalen wat de lichaamstemperatuur zal zijn.

En hier komt, eindelijk, de omgevingstemperatuur op de proppen. Want zowel warmteproductie als warmteafgifte worden tot op zekere hoogte bepaald door de heersende omgevingstemperatuur. Deze omgevingstemperatuur vertoont, het moge duidelijk zijn, ook een duidelijk dag-nachtritme. Wanneer nu het dagelijkse, vaste ritme in lichaamstemperatuur, warmteproductie en warmteafgifte naast de dagelijkse schommelingen in de omgevingstemperatuur worden gelegd, dan lijkt het niet al te vergezocht om te veronderstellen dat ook het effect van de omgevingstemperatuur op de warmteproductie, zoals beschreven in de inleiding, onderhevig is aan een dag-nachtritme. En, inderdaad: uit warmteproductiemetingen uitgevoerd tijdens de eerste onderzoeksfase bleek dat duiven overdag gevoeliger zijn voor lage omgevingstemperaturen dan 's nachts, terwijl 's nachts daarentegen de gevoeligheid voor hoge omgevingstemperaturen hoger is dan overdag. En ook hier was een ritme zichtbaar binnen de licht- en donkerperiodes.



Figuur 1.2. De relatie tussen omgevingstemperatuur en warmteproductie tijdens de dag ("licht aan", open bolletjes) en de nacht ("licht uit", gesloten bolletjes).

Dit verschil in de temperatuursgevoeligheid van de warmteproductie tussen dag en nacht, is geïllustreerd in Fig. 1.2 voor duiven zonder de beschikking over water. In deze figuur staat op de benedenas (de X-as) de omgevingstemperatuur uitgezet, terwijl op de linker-as (de Y-as) de warmteproductie is weergegeven, uitgedrukt in Watt per kilogram duif.

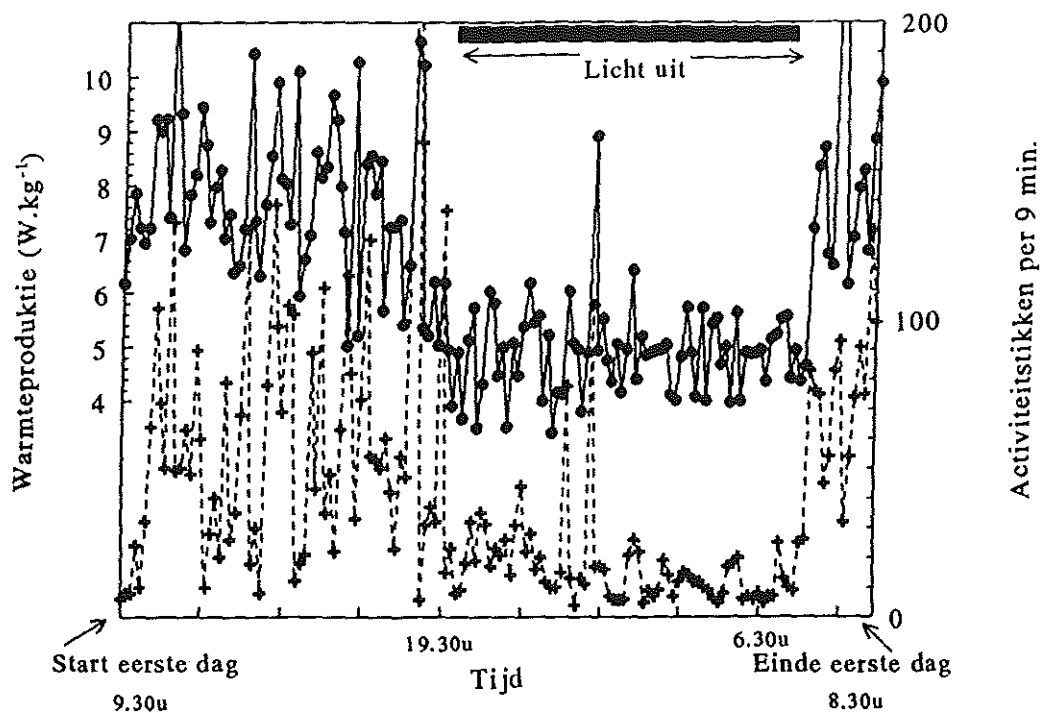
Ter verduidelijking van deze weinig tastbare maat even een zijsprongetje: de grafiek leert dat de warmteproductie overdag (bovenste "V"-lijn, open bolletjes) zijn laagste peil van ± 7 Watt per kg bereikt in de buurt van 33°C . 's Nachts (onderste "V"-lijn, dichte bolletjes) ligt dit minimum bij 32°C , en bedraagt dan ± 5 Watt per kg duif. Wetend dat een gemiddelde duif 500 g weegt, dan leert dit dat een duif bij deze temperaturen overdag ± 3.5 Watt aan warmte produceert (7×0.5), en 's nachts ± 2.5 Watt (5×0.5). Of, anders gezegd: overdag produceren 14 duiven bij 33°C even veel warmte als 1 gloeilamp van 50 Watt, terwijl 's nachts 20 duiven nodig zijn om dezelfde hoeveelheid warmte te produceren.

Nu terug ter zake: beide "V"-lijnen die het verband beschrijven tussen de warmteproductie en de omgevingstemperatuur, raken in hun laagste punt aan een horizontale puntlijn. Een lijn die op de linker-as aangeeft wat de warmteproductie is in het knippunt, maar die ook twee hoeken maakt met de "V": 1 hoek "K" met de linkerarm van de V (lopend van linksboven naar middenonder), en 1 hoek "W" met de rechterarm van de V (lopend van middenonder naar rechtsboven). En deze hoeken hebben een duidelijke biologische betekenis: de hoek "K" weerspiegelt de koudegevoeligheid van de vogel, gemeten via de warmteproductie, terwijl de hoek "W" de warmtegevoeligheid van de vogel aangeeft. Hoe groter de hoeken, des te groter de respectievelijke gevoeligheden, m.a.w. des te sterker de stijging in warmteproductie bij een daling (hoek K) dan wel stijging (hoek W) in omgevingstemperatuur.

Vergelijking van de hoeken K en W van de "V"-lijnen voor dag (boven) en nacht (onder) maakt nu duidelijk dat, inderdaad, de hoek K (dus de koudegevoeligheid) groter is overdag, terwijl de hoek W (de warmtegevoeligheid) groter is 's nachts. Maar, zoals reeds eerder aangestipt, de warmte- en koudegevoeligheid schommelt ook nog binnen licht en donker, en vertoont dus een echt dag-nachtritme.

De vraag dringt zich nu stilaan wel op wat deze hele uitleg te maken mag hebben met een wisselende dan wel constante omgevingstemperatuur tijdens duiventransporten. Wel: vrij veel. Want het dag-nachtritme in temperatuursgevoeligheid (warm of koud) maakt dat een duif bij een zelfde omgevingstemperatuur (stel A) meer warmte zal produceren (dus energie verliezen) op tijdstip X dan op tijdstip Y. De gevoeligheid van een duif voor een bepaalde omgevingstemperatuur, of, anders gezegd, de mate waarin een duif de omgevingstemperatuur als belastend ervaart, wisselt dus binnen een dag.

Het verband met de praktijk begint nu, hopelijk, een beetje duidelijker te worden: de temperatuur in de mand hangt immers af van de buitentemperatuur, de warmte geproduceerd door de aanwezige duiven, en de hoeveelheid ventilatie. De verschillende transportstrategieën, en dan kan worden gedacht aan overdag dan wel 's nachts rijden, het tijdstip en de lengte van de rustpauzes of filerijden (tijden waarin de temperatuur nog wel eens wil oplopen), zorgen elk voor een bepaald temperatuurspatroon in de omgeving van de duif waar het dier niet noodzakelijkerwijs gelukkig mee is. Het zit immers vast aan zijn eigen inwendig ritme in temperatuursgevoeligheid, en kan alleen hopen dat de omgevingstemperatuur tijdens transport daar een beetje mee in de pas loopt.



Figuur 1.3 Illustratie van het verband tussen activiteit (+'jes) en warmteproductie (bolletjes) aan de hand van 1 meetdag bij 15 °C.

2.2 Activiteit

Dit dag-nacht ritme in warmteproductie is echter nog maar één kant van het hele verhaal. Want de warmteproductie wordt niet alleen beïnvloed door de omgevingstemperatuur, de aan- of afwezigheid van licht en het ogenblik van de dag, maar ook door de hoeveelheid activiteit die een duif vertoont. Waaruit die activiteit precies bestaat, blijft even in het midden (dit vormt immers de hoofdbrok van het tweede hoofdstuk van dit deelrapport). Op dit ogenblik is alleen van belang dat activiteit de warmteproductie verhoogt, zoals geïllustreerd in Fig. 1.3. Uit deze figuur blijkt dat activiteitspieken (de plustekens) overeenstemmen met pieken in warmteproductie (de bolletjes).

Uit de wetenschap dat de relatief constante lichaamstemperatuur het resultaat is van warmteproductie enerzijds, en warmteafgifte anderzijds, volgt het gegeven dat activiteit een verhoogde warmteafgifte noodzakelijk maakt. Bij lage omgevingstemperaturen (de linkerarm van de "V"-lijnen in Fig. 1.2) is dit niet echt een probleem. Omdat de duiven daar in een, naar hun gevoel, vrij koude omgeving zitten, verdedigen ze zich door de isolatie van hun lichaam op te voeren: veren opzetten, weinig bloed naar de kale en afkoelingsgevoelige poten sturen etc. (zie ook het eerste rapport). Een verhoging in de warmteproductie ten gevolge van activiteit in een koude omgeving wordt dan ook eenvoudig opgevangen door hun isolatie te verminderen, dus door de warmteafgifte te bevorderen.

In een warme omgeving (de rechterarm van de "V"-lijn, d.w.z. temperaturen die de duif als warm ervaart) daarentegen, heeft een duif zelfs in rusttoestand al de grootste mogelijke moeite om de geproduceerde warmte kwijt te raken: via poten en verenkleed alleen redden hij het niet, zodat extra water verdampt moet worden om, via die weg, de nodige afkoeling te bewerkstelligen. Dit gaat ten koste van de levensnoodzakelijke waterreserves in het eigen lichaam, en de dramatische gevolgen hiervan voor duiven die geen water kunnen drinken staan uitvoerig beschreven in het eerste onderzoeksrapport: ze drogen uit. Het behoeft verder weinig uitleg wat de gevolgen zijn van een verhoogde activiteit (bewegingswarmte) onder deze omstandigheden: duiven die water ter beschikking hebben zullen een verhoogde waterbehoefte hebben, en duiven die geen water kunnen opnemen zullen nog sneller uitdrogen.

Onder normale omstandigheden (en met "normaal" wordt hier bedoeld dat een duif kan doen wat hij zelf wil, zonder daarin te worden gehinderd door zijn omgeving) zal een duif blootgesteld aan hitte dan ook zijn activiteit tot het minimum beperken, en met de vleugels wijd koelere tijden afwachten (Brummermann en Rautenberg, 1989; Marder en Gavrieli-Levin, 1986). Jammer genoeg valt het huisvesten van duiven in manden niet onder de "normale" omstandigheden: de duif moet rekening houden met de burens die, al naargelang het aantal duiven in de mand, nogal dicht op zijn huid kunnen zitten. Zodat een verkeerde beweging een activiteit-verhogende burentwist tot gevolg kan hebben. Met een tochtje naar de waterbak (indien aanwezig!) tot gevolg, een spoor van nieuwe ruzies achterlatend.

Wanneer het effect van de omgevingstemperatuur (wisselend of constant) op de warmteproductie wordt onderzocht, dan is het dus uiterst nuttig om informatie te hebben over de activiteit van de dieren op het ogenblik dat de warmteproductie wordt gemeten.

2.3. Besluit en vraagstelling

Tot zover deze korte opfrissing van de theorie van de warmtehuishouding bij duiven, toegespitst op wisselende temperaturen. In de volgende paragraaf zal nu, uitgaand van de praktijk, een onderzoeksopzet worden gepresenteerd, om een antwoord te geven op de vraag: reageren duiven anders op wisselende omgevingstemperaturen dan op constante temperaturen? En, indien ja, hangt het effect van deze schommeling ook af van het ogenblik van de dag waarop deze optreedt?

3. De proefopzet

3.1. Inleiding.

Tijdens een duiventransport is de temperatuur in de mand niet constant. Voor de meting uitgevoerd tijdens het transport naar Orléans in 1989, beschreven in het eerste onderzoeksrapport, schommelde deze bijvoorbeeld tussen de 23 en 33 °C. Een keur aan oorzaken kan voor deze temperatuurschommelingen verantwoordelijk zijn. Dit kunnen oorzaken zijn die volledig buiten de macht van de transportverantwoordelijke of convoyeur liggen (bvb. weersveranderingen onderweg), of oorzaken waar de convoyeur wel een rol in speelt: 's nachts rijden of overdag, een snelle maar file-gevoelige route nemen of een tragere route met weinig filegevaar, een goede ventilatie tijdens de rustpauzes of niet, etc.

Een bijkomend probleem is dat de temperatuur in de praktijk op een schier eindeloos aantal manieren kan wisselen. Zelfs al beperken we ons tot, bijvoorbeeld, hoge temperaturen, dan zijn er nog talloze mogelijkheden: de hoogte van de piek, het tijdstip waarop de piek

optreedt, het aantal temperatuurpieken binnen een transport, de wijze waarop de temperatuur de piek bereikt (geleidelijk of plotseling), etc. Nogal vervelend bij het plannen van experimenten rond het effect van een wisselende temperatuur op duiven. Hier komt het er immers op aan zoveel mogelijk zaken constant te houden, zodat alleen een beperkt aantal omgevingsfactoren (een wisselende omgevingstemperatuur dus) wijzigt waarnaar echt de interesse uitgaat. De keuze die in dit onderzoek is gemaakt wordt verduidelijkt en verdedigd in de volgende paragraaf.

3.2. Aannames en uitgangspunten.

a. Metingen bij 2 basistemperaturen: een lage (15 °C) en een hoge (35 °C) omgevingstemperatuur.

Uit Fig. 1.2 is duidelijk geworden dat de temperatuursgevoeligheid van een duif fundamenteel verschillend is tussen het koude en het warme temperatuurgebied. Dit is niet zonder belang voor de praktijk: bij het begin van het vluchtseizoen zal immers vooral het koudere temperatuurgebied van belang zijn, terwijl tijdens zomer en nazomer kennis over de reacties op hoge omgevingstemperaturen zijn nut kan bewijzen. De waarden 15 en 35 °C zijn dan ook zo gekozen omdat ze duidelijk in hetzij de linker-, hetzij de rechterarm van de warmteproductie-"V" gelegen zijn.

b. Metingen gedurende 2 dagen zonder beschikking over voer

Voeropname verhoogt de warmteproductie, en verlaagt de tolerantie voor hoge omgevingstemperaturen. Omdat alleen het effect van de temperatuur op de warmteproductie wordt bestudeerd, zou het continu verstrekken van voer de interpretatie van de resultaten bemoeilijken. Bijkomend probleem is dat de voeropname sterk samenhangt met de omgevingstemperatuur. De voeropname stijgt naarmate het kouder wordt, waardoor het zo ongeveer onmogelijk zou worden om een voer-effect op de warmteproductie te onderscheiden van het temperatuur-effect.

Voorts werd de meetperiode van twee dagen toegepast om de duiven gedurende de eerste dag te laten wennen aan de basistemperatuur en de proefomgeving. Ook werd er zo voor gezorgd dat alle dieren het voer in de krop verteerd hadden wanneer de tweede dag de feitelijke behandeling plaatsvond.

c. Tijdens de eerste dag een constante basistemperatuur met water, tijdens de tweede dag een schommeling rond de basistemperatuur zonder water.

De eerste dag kregen alle duiven water. Zoals reeds vermeld onder punt b. was de eerste dag vooral een aanpassingsdag voor de dieren. Het was dan ook niet noodzakelijk om de duiven extra te belasten door hen de wateropname te beletten. Het onthouden van water tijdens de tweede dag was vooral gericht op de duiven bij een basistemperatuur van 35 °C. Bij deze hoge omgevingstemperaturen is alleen een reactie op de warmteproductie te verwachten bij duiven die geen beschikking over water hadden, zoals bleek uit de eerste onderzoeksfase. Een tweede argument om geen water te verstrekken is praktisch van aard. Continu-waterversprekking is immers niet algemeen ingeburgerd, zodat vaak wordt gekozen voor waterversprekking met een tussenperiode van een aantal uren. Dit maakt dat

temperatuurspieken kunnen optreden tussen drinkbeurten in, zonder dat duiven water kunnen opnemen.

Voor alle duidelijkheid nog dit: de basistemperatuur was dezelfde voor beide dagen: een groep duiven zat dus of bij gemiddeld 15 °C gedurende 2 dagen, of bij gemiddeld 35 °C.

d. Een vaste schommeling t.o.v. de basistemperatuur: ± 7 °C

Voor een aantal transporten is deze schommeling misschien wat aan de hoge kant. Dit komt immers neer op 14 °C verschil tussen de hoogste en laagste bereikte temperatuur. Bij de start van de proeven waren er echter nauwelijks praktijkwaarden bekend voor wat betreft de temperatuurschommelingen bij de duiven in de mand. Zodat gekozen is voor een vrij sterke schommeling, die representatief is voor de probleemgevoelige uitschieters in de praktijk.

e. Drie soorten temperatuurschommeling binnen een dag, waarbij de gemiddelde temperatuur over die dag gelijk blijft

Om een idee te krijgen of het tijdstip waarop een piek wordt bereikt een invloed heeft op de duif, werden 3 varianten toegepast:

- de 'Hoog-hoog'-variant, waarbij de temperatuur op zijn hoogste niveau start, zakt naar zijn minimum, om daarna weer te stijgen naar zijn hoogste peil;
- de 'Basis-Basis'-variant, waarbij de temperatuur vertrekt vanuit het basisniveau, daarna stijgt naar het maximum, vervolgens naar zijn minimum gaat, om weer op zijn basiswaarde terug te komen;
- de 'Constant'-variant: als controle is de standaard-situatie meegenomen, waarbij de temperatuur constant op het basisniveau blijft.

3.3. Uitvoering

3.3.1. Inleiding

In het kader van dit experiment rond wisselende omgevingstemperatuur zijn in totaal 24 groepen van 15 duiven gebruikt: 12 groepen per temperatuur, gelijkmatig verdeeld over de 3 varianten. Het experiment is uitgevoerd in december 1991 en november 1992.

3.3.2. Verzorging en huisvesting op het hok.

De duiven die gebruikt zijn in de proef, waren al minstens 1 maand van tevoren aanwezig op de proefaccommodatie. Het betrof zowel "jonge" (nog geen jaar oud) als "oude" duiven (ouder dan een jaar), toevallig verdeeld in doffers en duivinnen. Hier waren ze gehuisvest in een hok (reeds beschreven in het eerste onderzoeksrapport) met afgesloten

slaapgedeelte en open volière, zonder bijkomende verwarming of verlichting. Tweemaal per dag werd een standaard voermengeling verstrekt.

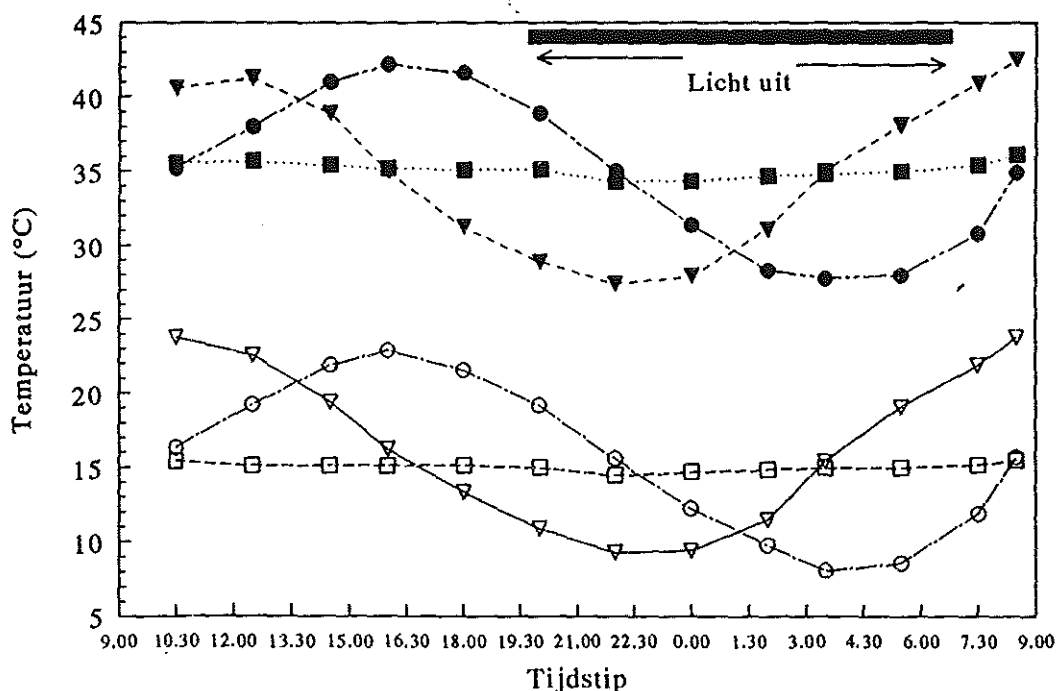
3.3.3. Verzorging en huisvesting tijdens de proefperiode.

De proefperiode begon op het hok: hier werd gedurende 1 dag (Dag 0) de gewone voermengeling vervangen door korrelmaïs. Na de tweede maïsvoerbeurt, omstreeks 16.00u, werden twee groepen van 15 duiven gevangen, bestaande uit 8 oude en 7 jonge dieren, en overgebracht naar het klimaat-respiratie-laboratorium. Hier werden beide groepen afzonderlijk in een transportmand overgeplaatst. Voor meer details betreffende de mand wordt hierbij verwezen naar het eerste onderzoeksverslag (Gorssen en van der Hel, 1993).

De manden werden voorzien van drinkgootjes, waarna de duiven in een rustig weeglokaal konden wennen aan de mand.

Omstreeks 9.00u van de daaropvolgende ochtend (Dag 1) werden de manden met drinkgootjes in 1 van beide klimaat-respiratiecellen geplaatst (voor beschrijving, zie Gorssen en van der Hel, 1993), tot 8.30u van de dag daaropvolgend (Dag 2). Vervolgens werden de duiven even overgebracht naar het weeglokaal, waarna de manden (ditmaal zonder drinkgootjes) voor een tweede dag in de klimaat-respiratiecel werden geplaatst. De proef eindigde dan ruim 23 uur later, rond 8.30u van Dag 3.

Het licht in zowel weeglokaal als klimaat-respiratiecel was uit tussen 19.30u en 6.30u. In het weeglokaal gebeurde de verlichting via TL-balken, in de klimaat-respiratiecel werden per cel 2 gloeilampen van 25 Watt gebruikt.



Figuur 1.4 Gemeten temperaturen (uurgemiddelden) tijdens de tweede meetdag bij een basistemperatuur van 15 °C (onder) en 35 °C (boven). Driehoekjes: "Hoog-hoog"; Vierkantjes: "Constant"; Bolletjes: "Basis-basis".

3.3.4. Opbouw temperatuurschommeling.

De wisselende omgevingstemperatuur gedurende de tweede dag werd benaderd door een stapsgewijze verandering van de temperatuurregeling. Deze veranderingen vonden plaats met een tussentijd van bijna 2 uur, met uitzondering van de begin- en eindperiode, die beide een uur lang waren. In totaal vonden dus 12 temperatuurwisselingen plaats (bij de "constant"-behandeling vanzelfsprekend niet).

De werkelijk gemeten temperatuur, gemiddeld per uur, is weergegeven in Fig. 1.4. De gemiddelde temperatuur per dag was voor alle temperatuurbehandelingen gelijk aan de betreffende basistemperatuur (15 of 35 °).

De relatieve luchtvochtigheid, gemeten tijdens de respectievelijke behandelingen, schommelde tussen 50 en 70 %. Het effect van deze schommelingen in luchtvochtigheid op de warmteproductie kan verwaarloosd worden bij deze omgevingstemperaturen (Smith, 1972).

3.3.5. Metingen.

1. Warmteproductie

Zoals beschreven in het eerste onderzoeksrapport werd de warmteproductie berekend uit de zuurstofconsumptie en de koolstofdioxideproductie van de duiven. Gedurende de hele meetperiode werd iedere 9 minuten een meetwaarde opgeslagen in de computer.

Een verschil met het vorige rapport is de eenheid waarin de warmteproductie wordt uitgedrukt. In het vorige verslag werd gerekend in "kilojoules per kilogram metabolisch gewicht per dag", waarbij het metabolisch gewicht gelijk is aan het individuele diergewicht (uitgedrukt in kilogram) bij de start van de meetperiode tot de macht 0.75. Een voorbeeld: in het experiment werd de warmteproductie gemeten van groepen van 15 duiven. Stel het gewicht van een gemiddelde duif gemakshalve op 500 gr (dus 0.5 kg). De macht "0.75" van 0.5 levert $0.595 \text{ kg}^{0.75}$. De totale mand (15 duiven) vertegenwoordigt dan een totaal metabolisch gewicht van $8.92 \text{ kg}^{0.75}$. Een nogal omslachtige werkwijze, die echter zijn nut heeft bij vergelijkingen tussen diersoorten, en wijd verspreid is bij het onderzoek van landbouwhuisdieren (varkens, kippen, runderen,...).

Het probleem is echter dat de wetenschappelijke literatuur bij vogels veelal uit de puur biologische hoek komt, die weinig binding heeft met het onderzoek aan landbouwhuisdieren. En in die literatuur blijkt een uitgesproken voorkeur voor de eenheid "Watt per kilogram" boven het toch wel indrukwekkend klinkende "kilojoules per kilogram metabolisch gewicht per dag", vooral wanneer alleen metingen binnen dezelfde diersoort worden gepresenteerd. Zodat, vanaf nu, de warmteproductie zal worden uitgedrukt in Watt per kilogram ($\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$), met ook hier het gewicht bij de start van de meting als uitgangspunt. Deze omrekening verandert, uiteraard, niets aan de uitspraken die op basis van de resultaten worden gedaan: alleen de getallen veranderen. Eén "Watt" staat immers gelijk met "1 Joule per seconde", zodat "Watt per kilogram" eigenlijk betekent "1 Joule per kilogram per seconde". Omrekening naar kilogram metabolisch gewicht en naar dag levert dan direct de oude eenheid.

2. Respiratoir quotiënt.

Een tweede meetwaarde die wordt afgeleid uit de zuurstofconsumptie en de koolstofdioxideproduktie is het respiratoir quotiënt of RQ. De RQ geeft, onder andere, aan of een duif al het voer heeft verteerd wat aanwezig was in het spijsverteringskanaal, en dus de energie nodig voor de warmteproduktie uit het lichaamsvet haalt. Dit is het geval bij een RQ-waarde van 0.71.

3. Activiteit

De activiteit van de duiven in de mand is bepaald via een kleine inbraakdetector, die ongeveer 1 meter boven de mand is opgehangen in de klimaat-respiratiecel. De activiteit van de dieren wordt per 9 minuten geregistreerd als een aantal tikken: het aantal tikken neemt toe naarmate de duiven actiever zijn geweest.

Deze geregistreerde tikken kunnen op 2 manieren worden gebruikt:

1. de warmteproduktie stijgt naarmate de activiteit toeneemt. Of: hoe hoger het aantal tikken binnen een 9-minuten periode, des te hoger de warmteproduktie over die periode zal zijn (Fig. 1.3). Dit biedt de mogelijkheid om via een statistische techniek ("regressie-analyse") te schatten hoeveel warmte wordt geproduceerd per tik. Met deze schatting kan dan de warmte ten gevolge van activiteit worden berekend: het aantal activiteits-tikken is immers bekend. Zodat de totale, gemeten warmteproduktie kan worden onderverdeeld in activiteitsgebonden warmteproduktie enerzijds, en activiteitsvrije warmteproduktie anderzijds. In dit experiment was deze schatting alleen zinvol bij de behandeling met een constante omgevingstemperatuur. De schattingen van de activiteitswarmte gebeuren immers per dag: bij de wisselende omgevingstemperaturen wijzigt de temperatuur, en dus vaak ook de warmteproduktie, tussen elk van de verschillende temperatuurperiodes. Dit maakt dat niet kan worden uitgemaakt waaraan de wijziging in warmteproduktie tussen periodes te wijten is: aan de gewijzigde temperatuur, of aan de verschillen in activiteit.

2. De bepaling van het dag-nachtritme in activiteit, en de mogelijke invloed hierop van wisselende omgevingstemperaturen. Hiervoor worden de oorspronkelijke meetwaarden (tikken) gestandaardiseerd, d.w.z. beter vergelijkbaar gemaakt tussen de groepen en behandelingen (Robinson et al., 1993). Dit houdt in dat de oorspronkelijke tikken (in aantal variërend tussen 0 en meer dan 200) worden herleid tot een eenheidsloze schaal rond 0, waarbij de meeste waarden komen te liggen tussen -2 en +3.

4. Gewichtsverlies.

De duiven in de proef worden, in totaal, 4 maal gewogen: een eerste keer op Dag 0, direct na het vangen, een tweede keer voor de plaatsing in de klimaat-respiratiecel (Dag 1), en een derde en vierde keer na resp. de eerste (Dag 2) en de tweede (Dag 3) periode van 23u in de klimaat-respiratiecel.

3.3.6. Verwerking resultaten

Voor alle metingen is gewerkt met de gemiddelde waarde per groep. De analyse van de resultaten gebeurde via de zogenaamde variantie-analyse, opgesplitst naar de eerste en de tweede meetdag.

Voor de eerste meetdag werd alleen de omgevingstemperatuur (15 of 35 °C) als factor opgenomen in het statistisch model. Tijdens de tweede meetdag bestond het model uit de omgevingstemperatuur, het soort schommeling ("Hoog-Hoog", "Basis-basis" of "Constant") en de wisselwerking (interactie) tussen beide.

4. Resultaten

4.1. Inleiding

In deze paragraaf wordt eerst stilgestaan bij een meting waarop van tevoren niet was gerekend: sterfte. Vervolgens komen de reguliere metingen aan bod, met achtereenvolgens de warmteproductie, de activiteit en het gewichtsverlies.

4.2. Sterfte

Na de tweede meetdag (de dag waarop de wisseling in temperatuur voorkwam) bleek dat bij 35 °C de behandelingen "Hoog-hoog" en "Basis-basis" fataal waren voor sommige duiven. De verdeling over de groepen met de bijhorende gewichtsverliezen zijn weergegeven in Tabel 1.1.

De sterfte was het ergst bij de "Basis-basis"-behandeling, met 11 van de in totaal 13 dode duiven. Bij deze behandeling kwam sterfte voor in alle groepen, oplopend van 2 dode duiven in groep 1 tot 4 dode duiven in de derde groep. Naar aanleiding hiervan werd besloten de proef met de vierde groep reeds na 7 uur te beëindigen i.p.v. na 23 uur. Toch waren ook hier al 2 duiven gestorven, met een gewichtsverlies van $\pm 9\%$ (Tabel 1.1). Dit deed vermoeden dat ook een duif in groep 2 (10.5% verlies) en twee duiven in groep 3 (8.9 en 11.6%) reeds tijdens het eerste deel van de meting waren gestorven, bij benadering tussen het zesde en zevende uur na de start. Omdat de warmteproductieberekeningen uitgingen van 15 levende duiven in een mand, werd de gemeten warmteproductie bij deze groepen gecorrigeerd voor sterfte. Bij de andere groepen is geen correctie uitgevoerd. De gegevens van de voortijdig gestopte meting zijn niet meegenomen in de statistische analyse. In de discussie (§ 1.5) zal verder worden ingegaan op mogelijke verklaringen voor de sterfte.

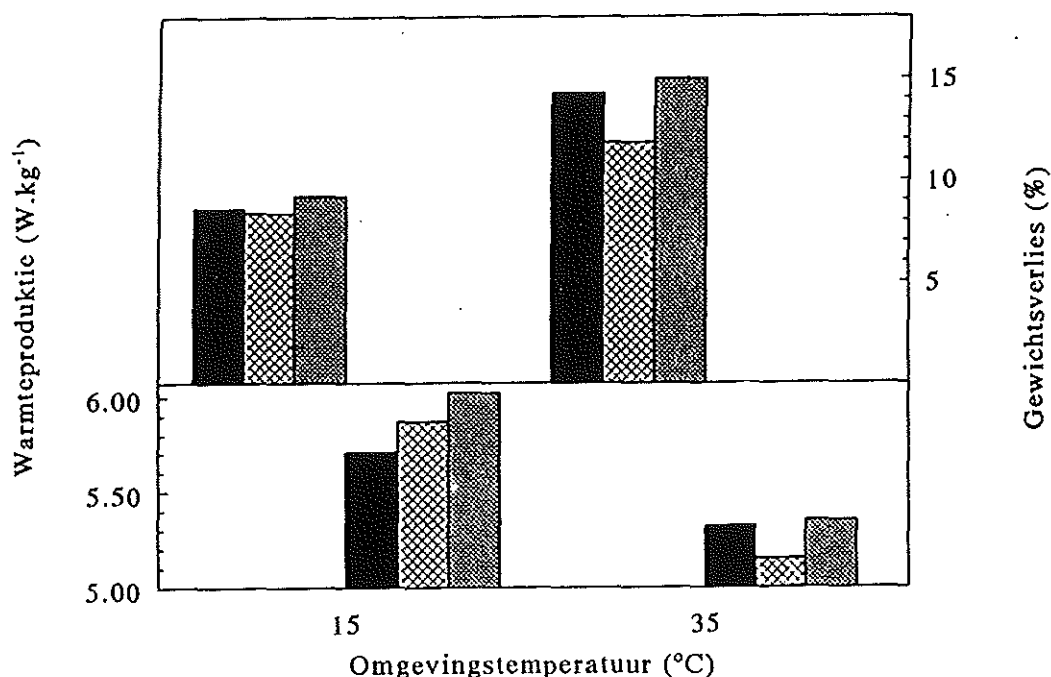
Tabel 1.1 Aantal dode duiven per groep tijdens de blootstelling aan wisselende temperatuur bij een basistemperatuur van 35 °C gedurende de tweede meetdag. Het gewichtsverlies t.o.v. het begin van de eerste meetdag is weergegeven.

Hoog-Hoog	Aantal	Gewichtsverlies
Groep 1	1	17.2%
Groep 2	0	-
Groep 3	0	-
Groep 4	1	17.1%
Basis-basis	Aantal	Gewichtsverlies
Groep 1	2	16.5 en 12.5%
Groep 2	3	18.0, 10.5 en 17.5%
Groep 3	4	8.9, 15.2, 11.6 en 15.7%
Groep 4 ¹	2	9.9 en 8.4%

¹: gestopt en gewogen na 7 uur

4.3. Warmteproductie en respiratoir quotient

Tijdens de eerste meetdag was de gemiddelde warmteproductie bij 15 °C ($6.54 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$) duidelijk hoger ($P \leq 0.001$) dan bij 35 °C ($5.69 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$). In het onderste gedeelte van Fig. 1.5 is de warmteproductie per behandeling tijdens de tweede meetdag weergegeven. Ook hier werd de warmteproductie significant ($P \leq 0.001$) beïnvloed door de omgevingstemperatuur: 5.86 en $5.27 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$ bij respectievelijk 15 en 35 °C.



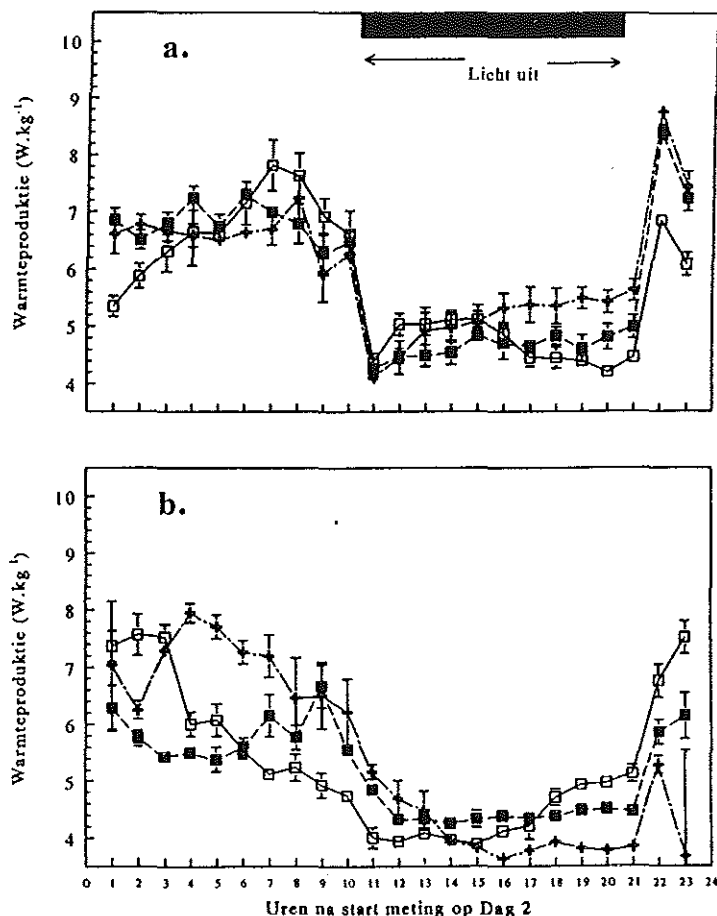
Figuur 1.5 Gemiddelde warmteproductie (onder) en gewichtsverlies (boven) tijdens de tweede meetdag in relatie tot basistemperatuur en temperatuurschommeling. Zwarte balk (links): "Hoog-hoog"; Kruiswijs gestreepte balk (midden): "Constant"; Grijs balk (rechts): "Basis-basis".

Wanneer de warmteproductie voor de "Constant"-behandeling op 100% wordt gesteld, dan bedroeg de warmteproductie van de "Hoog-Hoog"-behandeling 97.1% bij 15 °C, en 103.2% bij 35 °C. Bij de "Basis-basis"-behandeling was dit 102.5% (15 °C) en 103.8% (35 °C). Deze verschillen waren echter niet significant.

De gemiddelde warmteproductie per uur tijdens de tweede meetdag is weergegeven in Fig. 1.6. Bij 15 °C (Fig. 1.6.a) week de behandeling "Hoog-hoog" het sterkst af van de "Constant"-behandeling: bij start en einde van de meting (temperatuur is 22 °) was de warmteproductie duidelijk lager, en 7 uur na start (de temperatuur was hier gedaald tot 8 °C) duidelijk hoger. De warmteproductie van "Basis-basis" was duidelijk hoger tijdens de tweede helft van de donkerperiode: hier was de omgevingstemperatuur minimaal (± 8 °C).

Bij 35 °C (Fig. 1.6.b) was de warmteproductie van de "Hoog-hoog"-behandeling het

hoogst bij begin en eind van de meting (temperatuur van $\pm 42^\circ\text{C}$). Bij dezelfde temperatuur, maar dan 3 tot 4 uur na start van de meting, had de "Basis-basis" variant de hoogste warmteproductie. Voor zowel de "Hoog-hoog" als de "Basis-basis"-behandeling was de warmteproductie het laagst bij de laagste omgevingstemperatuur ($\pm 28^\circ\text{C}$).



Figuur 1.6 Gemiddelde warmteproductie per uur tijdens de tweede meetdag in relatie tot de temperatuurwisseling bij (a) 15 °C en (b) 35 °C. Vertikale streepjes geven de spreiding in de resultaten weer (SEM). Open vierkantjes: "Hoog-hoog"; Gesloten vierkantjes: "Basis-basis"; Plus-tekens: "Constant".

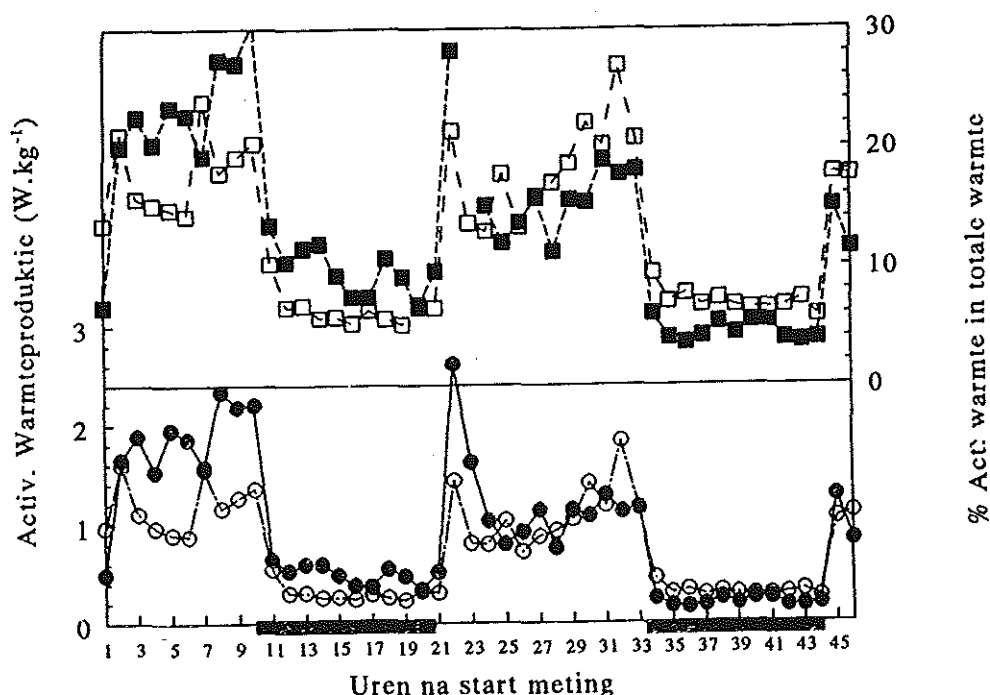
Het respiratoir quotiënt bedroeg 0.90 bij de start van de eerste meetdag. Dit daalde geleidelijk tot 0.74 aan het eind van deze eerste dag. Deze daling zette voort tijdens de

tweede meetdag, waarin vanaf vier uur na start de vastenwaarde van 0.71 werd bereikt.

4.4. Activiteitswarmte

De warmteproductie samenhangend met de activiteit voor de "Constant"-behandelingen is per temperatuur weergegeven voor de hele meetperiode in Fig. 1.7. Tijdens de nacht (zwarte balkjes op de figuur) is de activiteitswarmte laag en constant. Tijdens de lichtperiode is een duidelijke piek merkbaar direct na het aangaan van het licht (21 en 44 uur na de start). Ook neemt de activiteitswarmte toe tegen het eind van de "dag", dus de lichtperiode. Uit het bovenste deel van de grafiek blijkt dat 20 tot 30 % van de totale warmteproductie aan het einde van de dag is toe te schrijven aan activiteit. Dit percentage schommelt rond 5% tijdens de nacht, en tussen 10 en 15% tijdens het grootste deel van de dag.

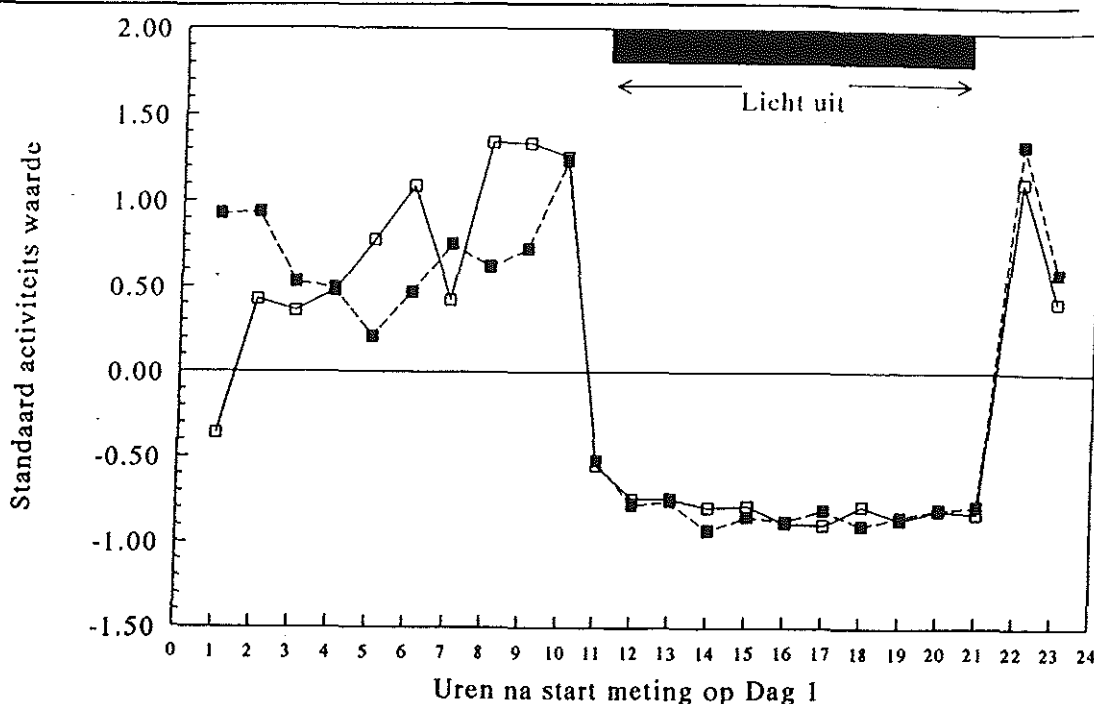
Opvallend is verder dat, tijdens de eerste meetdag, de activiteitswarmte bij 15 °C meestal hoger is dan bij 35 °C. Gedurende de tweede meetdag is de absolute activiteitswarmte (benedengedeelte van de figuur) vergelijkbaar voor de twee temperaturen, maar relatief (als percentage) is de activiteitswarmte bij 35 °C nu hoger.



Figuur 1.7. Uurgemiddelden van activiteitswarmte bij de "Constant"-behandeling gedurende beide meetdagen als absolute warmteproductie (onder) of relatief t.o.v. de totale warmteproductie (boven). Zwarte balkjes geven de nachtperiode aan. Gesloten symbolen: 15 °C; Open symbolen: 35 °C.

4.5. Activiteitsritme

Het activiteitsritme tijdens de eerste meetdag (Fig. 1.8) was vergelijkbaar tussen 15 en 35 °C. Alleen tijdens de eerste uren van de meting vertoonden de duiven bij 35 °C een hogere activiteit.



Figuur 1.8 Gemiddelde activiteit (gestandaardiseerde waarde) per uur tijdens de eerste meetdag. Open vierkantjes: 15 °C; Gesloten vierkantjes: 35 °C

Bij 15 °C tijdens de tweede meetdag (Fig. 1.9.a) was het activiteitsritme vrijwel gelijk voor de 3 temperatuursbehandelingen, met activiteitspieken voor en direct na de donkerperiode.

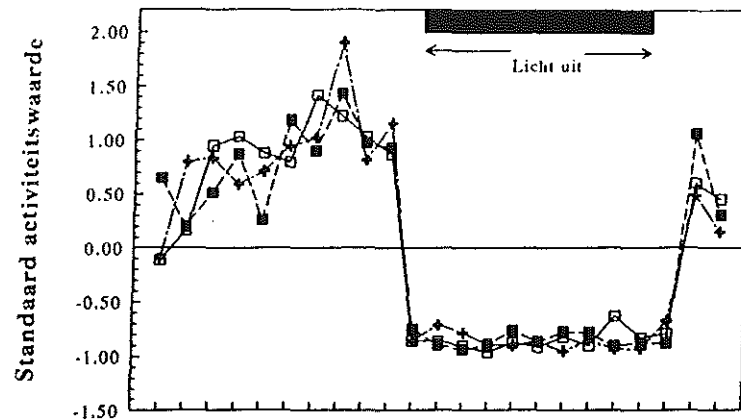
Een vergelijkbaar patroon was te vinden bij 35 ° - "Constant" (Fig. 1.9.b). De activiteitspieken bij de beide wisselende temperatuursbehandelingen daarentegen volgden de pieken in de omgevingstemperatuur. Bij de "Hoog-hoog"-behandeling was de activiteit het hoogst bij begin en eind van de meting (dus bij 42 °C), bij de "Basis-basis"-behandeling was dit 4 tot 5 uur na de start, dus ook bij 42 °C.

4.6. Gewichtsverlies

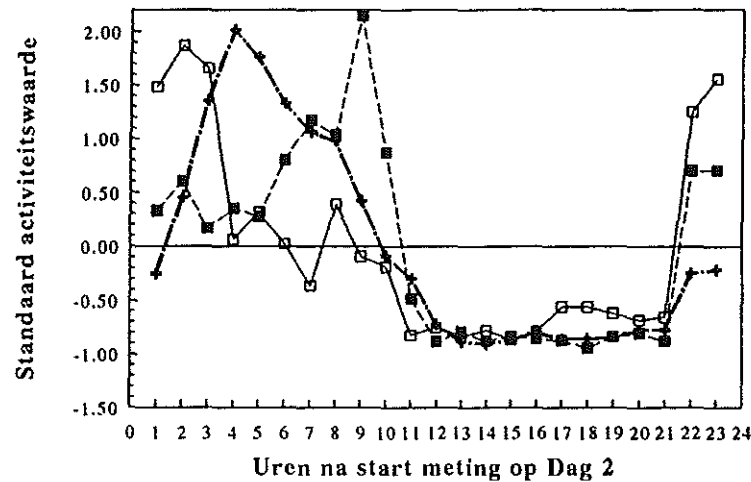
Na het vangen op het hok wogen de duiven gemiddeld 545 gram. De volgende ochtend, direct voor de start van de metingen, was dit nog 508 gram. Gemeten t.o.v. het begin van de eerste meetdag verloren duiven bij 35 °C minder gewicht (4.1 %) tijdens die eerste dag dan bij 15 °C, waar het gewichtsverlies 4.9% bedroeg. Dit verschil was significant ($P \leq 0.001$).

Het gewichtsverlies tijdens de tweede meetdag is weergegeven in het bovengedeelte van Fig. 1.5. Dit werd significant beïnvloed door zowel het temperatuurniveau, de temperatuurwisseling als de interactie tussen beide ($P \leq 0.001$). Bij 15 °C bedroeg het gewichtsverlies gemiddeld 8.7%, bij 35 °C was dit 13.7%. Bij 15 °C had de soort wisseling geen invloed, bij 35 °C resulteerden zowel de "Hoog-hoog" als de "Basis-basis" variant in 2.5 tot 3 % meer gewichtsverlies dan de "Constant"-behandeling. Het hogere gewichtsverlies bij de "Basis-basis"-behandeling vergeleken met de "Hoog-hoog"-variant was vrij consistent over de groepen heen, maar bleek statistisch niet significant.

a.



b.



Figuur 1.9. Gemiddelde activiteit (gestandaardiseerde waarde) per uur tijdens de tweede meetdag in relatie tot de temperatuurwisseling bij (a) 15 °C en (b) 35 °C. Open vierkantjes: "Hoog-hoog"; Gesloten vierkantjes: "Basis-basis"; Plus-tekens: "Constant".

4.7. Besluit

In deze paragraaf werden alle metingen apart besproken. In het volgende deel, de discussie, wordt het onderlinge verband tussen deze metingen verduidelijkt, waar mogelijk gebruikmakend van de resultaten van ander wetenschappelijk onderzoek.

5. Discussie

5.1. Inleiding

De aanleiding voor het beschreven experiment was de vraag of duiven anders reageren op wisselende omgevingstemperaturen dan op constante temperaturen, en wat dit voor belang

kan hebben voor de praktijk.

Het antwoord op deze vraag wordt vooral bepaald door de gemiddelde omgevingstemperatuur: betreft het een koude of een warme omgeving? Deze temperatuursgebonden verschillen in de reactie van de duif worden weerspiegeld in de structuur van de discussie: eerst wordt aandacht besteed aan de koude omgeving (basistemperatuur 15 °C), vervolgens aan de warme condities (35 °C).

5.2. Een koude omgeving: basistemperatuur 15 °C

Bij een omgevingstemperatuur beneden 31 °C is waterbeschikbaarheid minder belangrijk voor duiven, omdat warmteafgifte hier vooral gebeurt via stroming en geleiding (Gorssen en van der Hel, 1993). Dit blijkt ook uit de genoteerde gewichtsverliezen. Het gewichtsverlies na twee meetdagen was met 8.7% nauwelijks hoger dan de waarde van 7% gemeten na 1 dag tijdens de eerste onderzoeksfase.

Het energieverbruik (de warmteproductie) is bij 15 °C wel van belang. Deze temperatuur ligt immers beneden de onderste kritieke temperatuur van de duiven, zodat ze extra warmte moeten produceren om hun lichaamstemperatuur constant te houden. Vergeleken met de "Constant"-behandeling werkt de "Hoog-hoog"-schommeling energiebesparend, de "Basis-basis"-schommeling niet. Dit hangt vooral samen met het tijdstip waarop de maximumtemperatuur van 22 °C valt: bij de "Hoog-hoog"-behandeling valt deze tweemaal aan het begin van de dag. Warmteproductiegegevens uit de eerste onderzoeksfase leerden dat uiterekend bij het

begin van de dag de gevoeligheid voor koude omgevingstemperaturen het hoogst is. Een verhoging van de omgevingstemperatuur gedurende de ochtend zorgt dus voor een sterkere daling in het energieverbruik (de warmteproductie) dan een verhoging later op de dag. De laagste temperaturen (± 8 °C) bereikt de "Hoog-hoog"-schommeling tijdens de periode met de laagste koudegevoeligheid: tegen de avond en tijdens het eerste deel van de nacht. Dit is niet het geval voor de "Basis-basis"-behandeling, wat de licht ongunstigere energiebenutting voor deze behandeling verklaart.

Het moet echter benadrukt worden dat de verschillen in warmteproductie klein zijn, in de orde van grootte van enkele procenten, zodat de mate waarin een duif, zijn energiereserves moet aanspreken weinig beïnvloed wordt door het soort temperatuurswisseling.

Het activiteitsritme werd evenmin beïnvloed door het soort temperatuurwisseling. In alle drie de behandelingen kwam het ritme overeen met het normale ritme, gevonden tijdens andere proeven: 1 activiteitspiek in de ochtend, en 1 in de avond.

Samenvattend kan gesteld worden dat temperatuurschommelingen bij een lage omgevingstemperatuur slechts beperkte gevolgen heeft voor de duif. Op basis van ervaringen bij andere diersoorten kan als vuistregel worden gegeven dat de luchtsnelheid bij het dier zo laag mogelijk moet zijn. Tocht moet dus vermeden worden: de duif ervaart de omgeving als kouder (en zal dus meer warmte produceren), maar het verenkleed kan ook verstoord worden, wat de isolatie (en dus de koudetolerantie) van de duif verkleint.

Vermeldenswaardig in dit verband is Brits onderzoek rond het transport van slachtkippen van het mestbedrijf naar de slachterij (Kettlewell en Mitchell, 1993). Dit gebeurt in open vrachtwagens die met behulp van een canvas doek afgedicht kunnen worden. Om bij koud en nat weer de buitenste dieren te beschermen tegen tocht, inwaaiende regen en opspattend water, wordt het canvas neergelaten, zodat de natuurlijke verluchting sterk wordt beperkt. Dit had tot gevolg dat de temperatuur in de wagen steeg door de eigen

warmteproductie van de kippen. Postief, ware het niet dat de vogels niet alleen warmte produceren, maar ook waterdamp. Het gevolg was dat kippen in het midden van de vrachtwagen al bij temperaturen van 25 °C hittestressverschijnselen begonnen te vertonen: de luchtvochtigheid was zo hoog opgelopen dat ze hun warmte niet meer kwijt konden! Bij duiven zal dit waarschijnlijk niet zo snel voorkomen (minder diergewicht in hetzelfde volume, meer ruimte tussen de manden, een gangpad in het midden, voldoende verluchting via de deuren, rolluiken en ventilatoren, etc.), maar het geeft wel aan dat een ondoordachte remedie soms even erg is als de kwaal.

5.3. Een warme omgeving: basistemperatuur 35 °C

De opgetreden sterfte bij de behandelingen "Basis-basis" en, in mindere mate, "Hoog-hoog", geeft aan dat de reacties bij een warme omgeving een stuk gecompliceerder zijn: niet alleen de warmteproductie, maar ook de waterverdamping (het gewichtsverlies) speelt hier een rol.

Bij 7 van de 13 dode dieren bedroeg het gewichtsverlies 15 tot 17% (Tabel 1.1). Dit komt overeen met de kritische waarde van 17% gewichtsverlies, gevonden in het eerste onderzoeksrapport. Uitdroging lijkt de directe oorzaak te zijn voor deze sterfte: de duiven hebben het beschikbare lichaamswater al grotendeels verdampt, zodat ze niet meer in staat zijn om hun warmte kwijt te raken. Met de dood tot gevolg.

Het lage gewichtsverlies van de overige 6 dode duiven is dan ook vreemd: dit is met 9 tot 11% nauwelijks hoger dan de gewichtsverliezen bij 15 °C, en blijft duidelijk onder de kritische 17%-grens. Uitputting van de beschikbare voorraad verdampingswater kan dan ook niet de oorzaak zijn. Een verklaring ligt waarschijnlijk in het verband tussen de omgevingstemperatuur, de activiteit en de warmteproductie.

Zo is er sprake van een toename in activiteit wanneer de omgevingstemperatuur oploopt van 35 tot 42 °C (Fig. 1.9). Dit is volledig in tegenspraak met gegevens uit de literatuur, die aangeven dat duiven alle onnodige activiteit mijden in een warme omgeving (Brummermann en Rautenberg, 1989; Marder, 1983; Marder en Gavrieli-Levin, 1987). Maar: al deze experimenten betreffen apart gehuisveste duiven. Het grote verschil met groepen duiven wordt al aangegeven door Marder (1983). Alvorens experimenten uit te voeren, liet deze onderzoeker zijn duiven eerst geleidelijk wennen aan hoge omgevingstemperaturen. Dit gebeurde aanvankelijk door de dieren groepsgewijs bloot te stellen aan een oplopende omgevingstemperatuur. Boven de 50 °C moest hij echter de duiven apart zetten: bij deze hitte stelde hij vast dat "agressief gedrag sterk ontwikkeld was". Met andere woorden: ook hier ging een oplopende omgevingstemperatuur samen met een toename in de activiteit.

Hoge omgevingstemperaturen gaan dus gepaard met extra activiteit of onrust in de mand. De reden voor deze onrust is niet duidelijk. Het kan een reactie zijn op de temperatuursovergang op zich (Prinzinger, 1982). Maar het kan ook te maken hebben met een vergeefse zoektocht naar een koelere omgeving, of met een zoektocht naar de (afwezige) waterbak.

Het staat alleen vast dat de verhoogde activiteit gepaard gaat met een toename in de warmteproductie (Fig. 1.6). Een hogere warmteproductie bij hogere omgevingstemperaturen betekent echter dat het dubbel moeilijk is om de lichaamstemperatuur onder controle te houden: alle bijkomende warmte moet afgestaan worden via hijgen. Als een duif onder deze omstandigheden onrustig is, kan het voorkomen dat hijgen niet meer voldoende is om de geproduceerde warmte kwijt te raken. Gevolg: de lichaamstemperatuur loopt onomkeerbaar

hoog op, zodat de duif sterft ten gevolge van acute oververhitting, zelfs al is er nog verdampbaar lichaamswater voorradig. Een proces wat zich op vrij korte tijd kan voltrekken, zoals blijkt uit de voortijdig gestopte meting aan de vierde "Basis-basis"-groep.

De lagere sterfte bij de "Hoog-hoog"-behandeling vergeleken met de "Basis-basis"-behandeling is waarschijnlijk te wijten aan de duur van piek: de "Basis-basis"-groepen krijgen de hele piek (stijging boven 35 °C en daling naar 35 °C) in 1 keer te verwerken, terwijl de "Hoog-hoog"-groep de dosis in 2 keer krijgt toegediend (Fig. 1.4).

Maar ook uit de overlevende duiven blijkt dat een wisselende hoge omgevingstemperatuur belastender is dan een constante temperatuur: zowel de warmteproductie (energieverbruik) als het gewichtsverlies (waterverdamping) liggen hoger.

Tot besluit kan worden gesteld dat temperatuurspieken boven 35 °C zoveel mogelijk vermeden moeten worden. Deze gaan immers gepaard met een verhoogde onrust, een toename in het gewichtsverlies, en een verhoogde kans op sterfte. Omdat temperatuurspieken en hun effecten zich kunnen afspelen binnen een tijdsbestek van enkele uren, moet nogmaals worden aangedrongen op een goede watervoorziening: hetzij continu-waterverstrekking, hetzij met korte tussenperiodes.

6. Samenvatting

1. De gevolgen voor de duif van temperatuurschommelingen bij een lage omgevingstemperatuur zijn beperkt. Ervaringen bij andere diersoorten leveren de vuistregel dat de luchtsnelheid bij de duif best zo laag mogelijk gehouden wordt. Tocht moet dus vermeden worden.

2. Bij de duiven in de mand moeten temperatuurspieken boven 35 °C vermeden worden. Deze pieken gaan gepaard met bijkomende onrust, een toegenomen gewichtsverlies, en een verhoogde kans op dodelijk oververhitting.

3. De resultaten van wisselende omgevingstemperaturen in een warme omgeving beklemtonen wederom het belang van een goede watervoorziening, die ofwel continu, ofwel met korte tussenperiodes moet gebeuren.

HOOFDSTUK III: De oppervlakte per duif

1. Inleiding

De "oppervlakte per duif", het "aantal duiven in een mand", de "manddichtheid": termen die stuk voor stuk hetzelfde bedoelen: hoeveel bedraagt de gemiddelde afstand tussen de duiven in de mand?

Wijzigingen in deze afstand kan gevolgen hebben. Zo zou het direct de verhouding tussen de duiven in de mand kunnen beïnvloeden: van zwaluwen en spreeuwen op een elektriciteitsdraad is bijvoorbeeld bekend dat ze een minimale afstand tot de buurman(-vrouw) in acht nemen, om zo buiten snavelbereik te blijven. Een duif heeft echter het aantal mandgenoten (dus de gemiddelde afstand) niet zelf in de hand, zodat het best mogelijk is dat gangbare transportwaarden meer beantwoorden aan de behoeften van de vervoerende afdeling dan aan die van de vervoerde duif.

Tot op heden is er geen onderzoek gedaan naar de optimale oppervlakte per duif in de mand. Desalniettemin wordt in het N.P.O.-vervoersreglement een aantal (erg summiere) richtlijnen gegeven: de opgelegde minimale oppervlakte per duif bedraagt 225 cm² voor wedvluchten met lossing minimaal op 24 uren na het tijdstip van inkorving, 250 cm² per mand voor wedvluchten met lossing minimaal op 48 uren na tijdstip van inkorving, en 300 cm² per duif voor alle andere gevallen.

Een regeling die de nodige vragen oproept. Bijvoorbeeld, de vraag waarop de waarden van 225, 250 en 300 cm² gebaseerd zijn: er is immers nog geen onderzoek verricht, specifiek gericht op de reacties van de duif. En waarom wordt een verfijning van de reglementen uitsluitend uitgevoerd op basis van de verwachte transportduur? Wat met de waarschijnlijke gedragsverschillen tussen doffers en duivinnen, en tussen jonge en oude duiven? Of, vooral niet te vergeten, de temperatuur in de mand: bij eenzelfde ventilatie neemt de temperatuuropbouw in de container, en dus ook in de mand, toe naarmate het aantal duiven groter is. Dit zal met name bij hoge buitentemperaturen een probleem kunnen gaan vormen. Dit beperkt de mogelijkheid om warmte kwijt te raken via de normale weg (dus zonder extra-waterverdamping), met een verhoogd waterverlies tot gevolg.

2. Eén hoofdvraag, twee experimenten.

In dit hoofdstuk wordt de aandacht beperkt tot de hoofdvraag: beïnvloedt de gemiddelde oppervlakte per duif de reacties van de duiven? Met als bijkomende vraag: zijn deze reacties verschillend tussen doffers en duivinnen? Het welzijn van de duif staat hier weer centraal. De beoordeling van de welzijnstoestand wordt echter uitgebreid met een extra criterium: het gedrag. De resultaten van twee experimenten worden beschreven: een klein nevenexperiment, waarin de reacties van duiven op verschillende groepsgroottes werden vergeleken, en het eigenlijke hoofdexperiment, met als doel de bepaling van de optimale oppervlakte voor doffers en duivinnen.

Het verband tussen "oppervlakte per duif" en "groepsgrootte" vraagt enige toelichting. De gemiddelde mandoppervlakte per duif kan op twee manieren worden gewijzigd: door in dezelfde mand meer of minder duiven te plaatsen, of door hetzelfde aantal duiven in een grotere of kleinere mand te stoppen. Vanuit het standpunt van de individuele duif verandert er in beide gevallen iets aan de omgeving: in het eerste geval wijzigt het aantal buren, in het tweede geval verandert de grootte van de mand. Strikt genomen kan dus het effect van een wijzigende oppervlakte per dier niet duidelijk worden onderscheiden van het effect van een

wijzigende groeps- of mandgrootte. Zodat, voor het bestuderen van de reacties van duiven bij verschillende oppervlaktes, gekozen moet worden tussen twee kwaden.

Voor dit experiment is gekozen voor de "gelijke aantal" (dus "wijzigende mand"-) variant. Een keuze die vooral is gebaseerd op de volgende overweging: stel dat de groeps-grootte wordt gewijzigd binnen een mand met vaste afmetingen. Een kleine oppervlakte stemt dan overeen met een grote groep, een grote oppervlakte met een kleine groep. Wanneer nu in beide groepen 1 buitensporig onrustige duif zit, dan zal het totale effect wat deze duif heeft op de metingen aan de groep als geheel, waarschijnlijk groter zijn bij de kleine groep dan bij de grote groep. Dit maakt dat de kans op "vreemde" waarden waarschijnlijk stijgt naarmate de groeps-grootte afneemt, dus naarmate de oppervlakte toeneemt. Zodat ook de kans op "vreemde" conclusies stijgt.

Is de keuze voor een vaste groeps-grootte gemaakt, dan rijst de vraag: welke groeps-grootte? In het antwoord hierop speelden de volgende overwegingen een rol:

1. Proeven met duiven zijn vergelijkbaar met laboratoriumexperimenten met ratten of muizen. De gebruikte duiven worden dan ook beschouwd als "proefdieren" in de letterlijke betekenis van het woord. Volgens de wetgever is iedere onderzoeker verplicht de gewenste resultaten te verkrijgen met een minimaal aantal proefdieren: een belangrijke reden om uit te gaan van een zo klein mogelijke groeps-grootte.

2. De duiven die in de experimenten worden gebruikt moeten dezelfde voorbehandeling hebben ondergaan: een geruime tijd op hetzelfde hok, dezelfde verzorging, etc. . Naarmate de groeps-grootte toeneemt, stijgt het totale aantal duiven wat in het gehele experiment wordt gebruikt. En dit totale aantal moet gedekt kunnen worden door de duiven die aanwezig en beschikbaar zijn op de proefaccommodatie.

3. Voor nauwkeurige warmteproduktiemetingen in de klimaat-respiratiecel is een minimale hoeveelheid duiven vereist.

Het resultaat van deze afwegingen was een groeps-grootte van 10 duiven, een stuk lager dan in de praktijk. Om te controleren of de resultaten voor deze kleine groepen vergelijkbaar zijn met de praktijkwaarden, en dus conclusies rechtvaardigen waar de praktijk wat mee kan, is het neven-experiment met verschillende groeps-groottes uitgevoerd.

De doelstellingen van beide experimenten kunnen nu als volgt worden samengevat:

1. Vertonen duiven gehouden in een groep van 10 dieren een ander gedrag en warmteproductie dan duiven in een groep van 20 dieren? (Neven-experiment)

2. Wordt het welzijn van duiven beïnvloed door de oppervlakte per duif? Is dit mogelijke effect van oppervlakte gelijk voor doffers en duivinnen? (Hoofd-experiment)

Alvorens over te gaan tot de experimenten zelf wordt in de volgende paragraaf dieper ingegaan op het belang van gedragsobservaties in het algemeen, en het gedrag van duiven in de mand in het bijzonder.

3. Gedrag: een maat voor welzijn.

3.1. Het belang van de gekozen invalshoek,

In tegenstelling tot, bijvoorbeeld, "gewichtsverlies" en "warmteproductie" is "welzijn" niet rechtstreeks meetbaar: er bestaan geen welzijnsometers, net zomin als er een eenheid voor welzijn (graden welzijn, bijvoorbeeld) beschikbaar is. In zekere zin is welzijn vergelijkbaar met het weer: of het weer ons bevalt of niet valt ook niet in 1 meting te vatten. Het oordeel over de weersgesteldheid wordt gebaseerd op een hele reeks metingen of gewaarwordingen (temperatuur, windsnelheid en -richting, bewolking, luchtvochtigheid,...), maar zelfs dit oordeel is niet eenduidig. Het is namelijk afhankelijk van het standpunt waaruit het oordeel wordt geveld: een akkerbouwer zal na 3 weken hittegolf zonder een spatje regen de zon grondig verwensen, een standpunt wat brouwers en strandstoelverhuurders niet meteen zullen delen. Of na een lange koude winter, is 15 °C bij een waterig lentesonnetje voor een aantal medelanders voldoende lekker weer om de zomerse outfit op te duikelen. Terwijl dezelfde omstandigheden een tropenganger op heimweevakantie rillend doen snakken naar een bontjas met bijpassende muts.

Met betrekking tot "welzijn", zijn bij duiventransporten vergelijkbare situaties denkbaar: vanuit het standpunt van de duif, is water geven tijdens rustpauzes hoogst bevorderlijk voor zijn eigen welzijn. Voor de convoyeur, daarentegen, is een bak koffie drinken een veel aantrekkelijker alternatief dan het verstrekken van drinkwater aan de onder zijn hoede gestelde duiven in een broeierig warm, stoffig gangpad.

Moraal van het verhaal: alvorens een uitspraak te doen over welzijn, moet eerst duidelijk zijn vanuit welk standpunt deze uitspraak wordt gedaan. Doorheen alle rapporten voortvloeiend uit het onderzoeksproject "Klimaatbehoeften van postduiven tijdens transport" loopt als rode draad het welzijn vanuit het standpunt van de duif. Dus niet vanuit het standpunt van de convoyeur, de transporteur, of de financiële toestand van de opdrachtgever. En de afweging tussen deze, niet noodzakelijk gelijklopende, standpunten, is een kwestie van beleid, niet van onderzoek.

3.2. Welzijn vanuit het dier: een definitie.

Voor de studie van welzijn bij dieren leverde Broom (1986) een dankbare definitie. In deze definitie geeft hij aan wat "welzijn" is (een toestand), waarop deze toestand van toepassing is (op een individueel dier), en op welke manier die toestand beoordeeld (gemeten) kan worden. De definitie luidt als volgt:

Het welzijn van een individueel dier kan worden omschreven als de toestand waarin het dier zich bevindt, beoordeeld aan de hand van de manier waarop het dier probeert zijn omgeving meester te blijven.

De wijze waarop het dier zijn omgeving meester blijft (of niet) kan op verschillende niveaus worden gemeten. Een eerste niveau waarop welzijn van het dier kan worden benaderd vormen de nakomelingen van het dier: slaagt het dier er in zijn gewijzigde omgeving in zichzelf voort te planten of niet? Als, bijvoorbeeld, een koppel duiven erin slaagt om jongen groot te brengen in een hok voor zichzelf alleen, lukt het dan ook nog als 5 andere koppels eveneens in dat hok worden gestopt?

Het dier als geheel is een tweede niveau. De ruwst mogelijke maat is het feit of het al dan niet overleeft. Een duif die oververhit en uitgedroogd sterft is duidelijk niet bestand tegen de omgeving, waaruit een uitgesproken afwezigheid van enig welzijn blijkt. Overleeft een duif wel, dan is het de vraag tegen welke inspanning en energiekosten dit gebeurt. Uit de eerste onderzoeksfase bleek, bijvoorbeeld, dat tussen 23 en 32 °C (de thermoneutrale zone) zowel het energieverbruik (warmteproductie) als de waterverdamping (gewichtsverlies) minimaal zijn. De duif slaagt er dus in zich in deze omgeving (in dit geval vooral bepaald door de omgevingstemperatuur) te redden met een minimale inspanning: een aanduiding voor een aanvaardbare toestand van welzijn.

Beide metingen, warmteproductie en gewichtsverlies, worden gemeten aan de buitenkant van het gehele dier. Maar metingen binnen in het dier kunnen even waardevol zijn: lichaamstemperatuur, hormoonspiegels in het bloed, gewichten van bepaalde klieren of orgaanbeschadigingen kunnen allemaal waardevolle informatie aandragen voor het beantwoorden van de vraag: ten koste van welke inspanningen en aanpassingen houdt het dier stand in zijn omgeving?

De keuze van de metingen wordt voornamelijk door 2 zaken bepaald:

1. Welke omgevingsvariabele wordt onderzocht?

In de experimenten tot dusver concentreerde het onderzoek zich op de vraag: hoe reageren in groep gehuisveste postduiven op de omgevingstemperatuur? In de inleiding van het eerste onderzoeksrapport is aangegeven dat de temperatuur met name een effect heeft op de warmteproductie en de waterverdamping. Dit was ook de reden om met nadruk de warmteproductie en het gewichtsverlies te bepalen: ze leveren beide waardevolle antwoorden op de vraag in hoeverre een duif de temperatuur als een belasting ervaart. Of, anders gezegd, warmteproductie en gewichtsverlies geven de mogelijkheid om het welzijn van de duiven te beoordelen.

In de experimenten voor het bepalen van de optimale beschikbare oppervlakte staat echter niet langer de omgevingstemperatuur centraal. De oppervlakte per duif en de geslachtssamenstelling van de groep staan in het middelpunt van de aandacht, terwijl de omgevingstemperatuur constant wordt gehouden.

Uit voorexperimenten bleek dat het belangrijkste effect van zowel geslacht als oppervlakte kan worden verwacht op de activiteit. Maar hiervoor zijn zowel een warmteproductiemeting als een activiteitsmeting in de vorm van gemeten tikken te ruw: pikken naar de buurman en poetsen van de staart zijn allebei vormen van activiteit, vereisen allebei spierarbeid, en verhogen allebei de warmteproductie. Maar vanuit het dier betekent het totaal wat anders: pikken geeft aan dat hij zich uitermate stoort aan het gedrag of de positie van de buurman, lekker poetsen daarentegen geeft aan dat, wat hem betreft, de omgeving wel OK is, zodat hij wat tijd heeft voor zichzelf. De warmteproductiemeting op zichzelf blijft erg informatief (ze levert waardevolle informatie over het energieverbruik bij de verschillende behandelingen), maar een aanvulling met andere metingen wordt noodzakelijk.

In dit hoofdstuk zal de klemtoon van de metingen liggen op de activiteit, en meer bepaald op het SOORT activiteit: het gedrag. Wijzigingen in gedragspatronen zullen dan mee worden genomen in de beoordeling van de welzijnstoestand van de duiven. Deze gedragsveranderingen kunnen in twee klassen worden onderverdeeld.

Zo kan de aard van het vertoonde gedrag verschillen. Een doodoener als voorbeeld: een duif op het hok heeft de gelegenheid om een eindje te vliegen. Wanneer diezelfde duif in een mand (dus een andere omgeving) wordt gestopt, dan wordt die volstrekt natuurlijke vorm van gedrag onmogelijk.

Niet alleen het soort gedrag kan verschillen, ook het aantal keren (de frequentie) waarmee dat gedrag optreedt. Bijvoorbeeld: zowel een duif op het hok als een duif in de mand zal van tijd tot tijd de veren willen opschonen. Maar het is mogelijk dat dit in de bekende, rustige hokomgeving vaker zal gebeuren per dag (dus met een hogere frequentie) dan tijdens het transport in de mand.

2. Onder welke proefomstandigheden wordt de omgevingsvariabele onderzocht?

Niet alle metingen zijn onder alle experimentele omstandigheden even geschikt. Neem, bijvoorbeeld, hormoonspiegels in het bloed: voor iedere bloedafname moet de duif worden gevangen en in een weinig natuurlijke positie worden gehouden om het aanprikken van de ader mogelijk te maken. Een handeling die, naar mag verwacht worden, de duif niet koud laat, en van invloed kan zijn op andere metingen, zoals het gedrag en de warmteproductie na de bloedafname. Zodat de informatie, gewonnen door 1 meting, ten koste gaat van de informatie door ander metingen.

Dit probleem kan wel opgelost worden door de duif operatief te voorzien van een lang plastic buisje. Na een tijd went de duif aan dit vreemde aanhangsel, zodat zonder verstoring van een afstand een beetje bloed kan worden opgezogen uit de buis wanneer het maar nodig is. Een procedure die, helaas, weinig geschikt is voor gedragsobservaties aan zo'n duif in een groep. Niet alleen verhindert zo'n buis het normale gedrag in zo'n groep, maar ook is het risico groot dat het buisje los raakt door toedoen van de mandgenoten, met een verloren meting en extra-gevaren voor de betreffende duif tot gevolg.

In alle experimenten in het onderzoek, ook zoals uitgevoerd tijdens de eerste onderzoeksfase, is als regel aangehouden dat de duiven tijdens de warmteproductiemetingen niet worden verstoord, dus ook niet voor informatieve metingen aan de duif zelf. Dit houdt in dat metingen waarbij de duif gehanteerd moet worden (wegen, bloedafname, etc.) worden beperkt tot de tijd voor of na het verblijf in de klimaat-respiratiecel. Tijdens het verblijf in de cel worden alleen metingen "op afstand" uitgevoerd: warmteproductie, activiteit, en gedrag. Maar daarover in de volgende paragraaf meer.

4. Gedragsobservaties aan groepen van duiven.

4.1. De gedragsbeschrijving.

Gedragsstudies maken deel uit van het onderzoeksdomein van de ethologie, letterlijk vertaald "de leer van het gedrag". Gedragsstudies vertrekken vanuit een nauwkeurige inventarisatie en beschrijving van alle soorten gedrag die het dier kan vertonen in de experimentele omgeving. Voor wat betreft duiven in een mand, sluit dit al een aantal normale gedragingen op het hok uit: vliegen, een bad nemen in de regen, of broeden, om er maar enkele te noemen.

Aan de hand van deze beschrijving (meestal "ethogram" genoemd) worden vervolgens de gedragsobservaties uitgevoerd, waarbij zowel de tijd die het dier aan een bepaald gedrag

besteedt, als de frequentie waarmee het dier dat gedrag uitvoert, worden geregistreerd.

Bij de gedragsobservaties beschreven in dit hoofdstuk, zijn de verschillende gedragingen gedefinieerd en onderverdeeld in klassen volgens onderstaande lijst. De verklaringen voor het gedrag zijn meestal ontleend aan een overzichtsartikel van Goodwin (1983).

4.1.1. Verplaatsing ten gevolge van interactie met een andere duif

1. Wijken/vluchten: de duif verplaatst zich ten gevolge van agressief gedrag van (een) ander(e) dier(en).

2. Wegduiken: als onder 1., maar de duif zoekt beschutting onder een andere duif.

4.1.2. Agressief gedrag specifiek gericht op een andere duif

1. Vleugel slaan: met een half zijwaarts geopende vleugel wordt een slaande beweging uitgevoerd. Dit gedrag is typisch voor duiven die de zwakke partij zijn in het conflict.

2. Pikken, loos: er wordt een pikbeweging uitgevoerd naar een andere duif, zonder contact.

3. Pikken, raak: er wordt eveneens een pikbeweging uitgevoerd, ditmaal met contact. Er wordt selectief gepikt op de neusdoppen en de oogranden, maar niet op de oogbol zelf. In sommige gevallen (eigen waarneming) wordt ook de nekstreek gevisieerd. Binnen het "raak pikken" kan verder nog een onderscheid worden gemaakt tussen pikken gevolgd door direct terugtrekken, en pikken met vasthouden van de tegenstander. Dit laatste gedrag is waarschijnlijk terug te voeren tot het beschermen van rustplaatsen op richels van de Rotsduif (de wilde voorvader van de postduif), waarbij de aanvaller op die manier de tegenstander van de richel tracht te werken. Omdat een onderscheid tussen beide vormen van raak pikken vaak niet goed te maken is, werd met dit onderscheid verder geen rekening gehouden bij de gedragsobservaties.

4.1.3. Gedrag waaruit wordt gereageerd op het gedrag van andere duiven, anders dan onder 2. en 3.

1. Vleugel trekken: 1 of beide vleugels worden ritmisch opgetrokken (1 tot 2 maal per seconde). Het geeft aan dat de betreffende duif zich bedreigd voelt. Meestal wordt die vleugel bewogen aan de kant van waar de dreiging uitgaat.

2. Dreigen: de krop wordt ritmisch opgeblazen, gepaard gaand met het knikken van het hoofd in de richting van de andere duif. Soms wordt een draaibeweging gemaakt met het hele lichaam, waarbij doffers over het algemeen een hele draaiing maken, en duivinnen een gedeeltelijke.

3. Stilzitten: de duif zit volkomen bewegingsloos, als bevroren. Eventuele kopbewegingen blijven beperkt tot het horizontale vlak, met een draaiing kleiner dan 45 graden, en gaan niet gepaard met strekbewegingen van de hals. Dit houdt in dat niet naar boven wordt gekeken.

4.1.4. Gedrag wat geen verband houdt met het gedrag van andere duiven.

1. Rondstappen: de duif verplaatst zich, maar niet ten gevolge van agressie vanwege andere duiven.

2. Rondkijken: de duif verplaatst zich niet, maar een groot deel van de omgeving wordt geobserveerd door het hoofd te draaien, waarbij vaak ook naar boven wordt gekeken. Dit gaat dikwijls samen met het strekken van de nek.

3. Liggen: de duif is door poten gezakt, en rust direct met de buik op de bodem van de mand. De beide vleugels hangen af, waardoor de vleugelpunten lager dan de staart terechtkomen, zodat de stuit goed zichtbaar is.

4.1.5. Poetsgedrag

1. Strekken: een beweging met 2 varianten. Een eerste bestaat erin de gevouwen vleugels boven de rug vertikaal omhoog te steken, en de gelijktijdig hoofd en staart laten zakken. Bij de tweede wordt één poot achterwaarts gestrekt, waarover vervolgens een vleugel wordt uitgestrekt.

2. Schudden: een veel voorkomende beweging is het opzetten van de veren, het licht spreiden van de vleugels, gevolgd door een krachtig schudden van het lichaam. In andere gevallen wordt alleen met de staart geschud.

3. Poetsen: met de snavel worden de vleugel-, staart- en stuitveren verzorgd. De poten staan in voor de verzorging hoofd en snavelzone. Jeuk aan het oog wordt vaak bestreden door het over een schouder te wrijven.

4.1.6. Voergedrag

1. Water opnemen: in tegenstelling tot de meeste andere vogels (bvb. kippen) is een duif in staat om zonder onderbreking (achterwaartse kopbewegingen) water op te zuigen.

2. Onderzoeken: met de bek wordt de mand onderzocht. In het oog springende zaken (bvb. loshangende touwtjes) worden aangepikt.

4.1.7. Buiten beeld

Deze klasse bevat tijdperiodes dat de duif niet of slecht zichtbaar is: buiten het bereik van de cameralens, of (gedeeltelijk) verstopt achter andere duiven.

4.2. Belangrijk en minder belangrijk.

De beschrijving van het gedrag is een eerste punt. In feite wordt door een gedragsbeschrijving ieder gedrag in een afzonderlijk hokje gestopt. Een nogal kunstmatige bezigheid, want de duif heeft lak aan dergelijke hokjes: niets belet de duif om, bijvoorbeeld, tegelijkertijd én rond te stappen, én rond te kijken en de mand te onderzoeken. Vaak zal ook een duif die dreigt (hoofdknikken) terzelfdertijd vleugel trekken. En een duif die de mand aan het onderzoeken is, doet dit vaak al stappend.

Dit brengt met zich mee dat de verschillende onderdelen van de gedragsbeschrijving naar belangrijkheid moeten worden geordend. En "belangrijk" staat in dit verband gelijk met "informatief". De volgende rangorde is aangebracht:

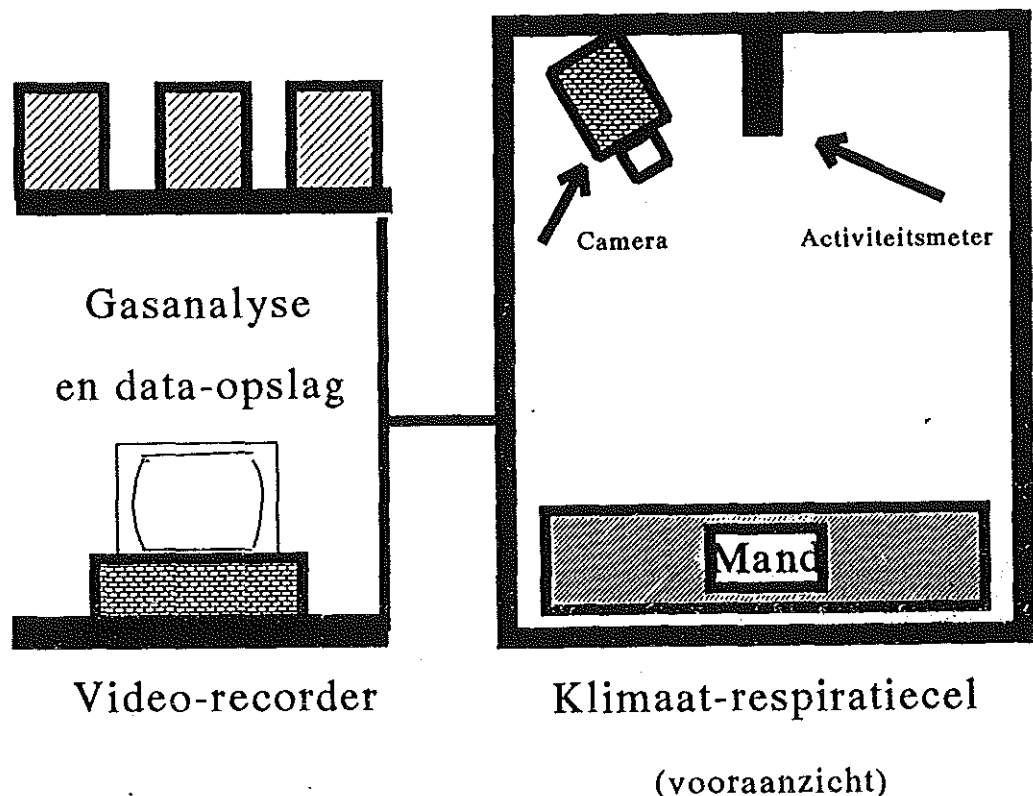
- dreigen is belangrijker dan vleugel trekken
- liggen en rondstappen zijn belangrijker dan rondkijken
- onderzoeken is belangrijker dan rondstappen en rondkijken.

4.3. Gedragsregistratie: de meetopstelling.

Gedragsmetingen kunnen, grofweg, op twee manieren worden uitgevoerd. Zo kan de waarnemer zich een strategische plaats uitzoeken bij de plaats van actie, en rechtstreeks alle gedragingen turven op papier of in een computer. Een methode met nogal wat nadelen. Ze vereist, onder andere, een goed zicht op het hele gebeuren: nogal problematisch in het geval van een mand duiven die in een klimaat-respiratiecel is opgesteld.

Voor alle gedragsobservaties uitgevoerd tijdens de tweede onderzoeksfase is dan ook de tweede weg gekozen, schematisch weergegeven in Fig. 2.1.

Traditiegetrouw wordt de mand (met duiven) in een klimaat-respiratiecel geplaatst, uitgerust met de normale apparatuur. In de cel is dit de activiteitsmeter (het zwarte blokje op de figuur), buiten de cel staan analyse-apparatuur voor de bepaling van zuurstof- en koolstofdioxideconcentraties en de computer opgesteld, waarin alle gegevens van de activiteitsmeting, de luchtanalyses en het celklimaat worden opgeslagen. Als extra is echter boven de mand een videocamera bevestigd, verbonden met een video-recorder en een beeldscherm die staan opgesteld naast de cel. Dit maakt het mogelijk om video-opnamen te maken, videobanden te verwisselen e.d. zonder de dieren in de cel (dus de warmteproductie- en activiteitsmetingen) te hoeven verstoren.



Figuur 2.1. Schematische weergave van de proefopstelling voor gedragsmetingen.

Een andere "nieuwigheid" ten opzichte van de vorige proeven hangt ook samen met de video-opnames: de half-open bovenkant van de mand is vervangen door dun, grofmazig gaas. Een aanpassing die geen verdere uitleg behoeft.

4.4. Zien: zijn of schijn?

De gedragsbeschrijving mag perfect zijn, en de observatiemogelijkheden optimaal toch blijft de gedragsonderzoeker een toeschouwer, die niet in het hoofdje van de duif kan kijken. Als een duif zich verplaatst, dan kan dit het gevolg lijken van opdringerige burens, en dus onder de noemer "Wijken/vluchten" vallen. Maar zeker is dat niet: misschien was de duif toch al van zins van zijn plek te vertrekken, ruzie of niet, wat eigenlijk onder "Rondstappen" valt.

Dit probleem is een specifiek voorbeeld van een breder begrip: de meetfout. Hieronder vallen ook het missen van bepaalde gedragingen door een tijdelijke dip in de concentratie of het verkeerd intoetsen van de code die met een bepaald gedrag overeenkomt zodat een andere code (met daaraan gekoppeld een ander gedrag) in de computer terechtkomt. Niks dramatisch, zolang er maar voor wordt gezorgd dat al die onvermijdelijke onvolkomenheden geen systematische invloed hebben op de resultaten van het onderzoek. Dat, met andere woorden, de gevonden verschillen tussen behandelingen ook inderdaad het gevolg zijn van bestaande verschillen, niet van meetfouten.

De wijze waarop met dit probleem is omgesprongen bij de respectievelijke experimenten, en een verdere beschrijving van de proefopzet en -uitvoering, vormt het onderwerp van het volgende deel: "Materiaal en methoden".

5. Materiaal en methoden

5.1. Inleiding

De uitvoering en verwerking van beide experimenten, beschreven in deze paragraaf, verschillen niet voldoende om een volledige, aparte beschrijving te rechtvaardigen. Waar nodig zullen de verschillen worden aangegeven. Dit is met name het geval bij de bespreking van de experimentele periode. Voor een beschrijving van de warmteproductie- en activiteitsmetingen wordt verwezen naar het eerste hoofdstuk van dit rapport.

5.2. Aantal dieren en tijdstip van uitvoering

Voor het hoofd-experiment (oppervlakte) zijn in totaal 200 oude duiven (100 doffers en 100 duivinnen) gebruikt, verdeeld over 20 groepen van 10 duiven. Deze groepen (10 groepen per geslacht) zijn toevalsgewijs verdeeld over 5 oppervlakte-niveaus: 210, 280, 350, 420 en 630 cm² per duif. Hierbij zijn 210, 280 en 350 cm² vergelijkbaar met de spreiding gevonden in de praktijk, terwijl 420 en 630 cm² duidelijk meer ruimte bieden dan gangbaar is. Dit experiment is uitgevoerd in mei 1993.

In het neven-experiment (groeps grootte), uitgevoerd in september 1993, werden 90 oude duiven gebruikt (45 doffers en 45 duivinnen), verdeeld over 3 groepen met 10 duiven, en 3 groepen met 20 duiven. Iedere groep bestond uit evenveel doffers als duivinnen.

5.3. Huisvesting en verzorging op het hok

Alle duiven waren minstens een half jaar voor aanvang van de experimenten aanwezig op de proefaccommodatie. Op het hok werden de duiven naar geslacht gescheiden in compartimenten. Door een afscheiding was oogcontact tussen doffers en duivinnen onmogelijk gemaakt.

5.4. Huisvesting en verzorging tijdens de proefperiode.

De dag voorafgaand aan het experiment kregen alle dieren maïs (Dag 0). Dit was ook het geval tijdens de ochtendvoerbeurt van de daaropvolgende dag (Dag 1).

In Tabel 2.1 staan de verschillen weergegeven tussen de beide experimenten m.b.t. het verdere verloop van de experimentele periode.

Na het vangen werden dieren individueel herkenbaar gemaakt door middel van streepatronen op de rug, en in de mand geplaatst. Deze mand was verkleind zodanig dat 210, 280, 350, 420 of 630 cm² oppervlakte per duif werd bereikt. Bij de verkleining c.q. vergroting werd de vorm van de mand behouden, d.w.z. de verhouding lengte/breedte was bij alle mandgroottes ± 1.29 .

Vervolgens werden de manden overgebracht naar de klimaat-respiratiecel, waarna de metingen en video-opnames startten.

De omgevingstemperatuur was 36 °C (66 % relatieve vochtigheid). Deze hoge waarde is deels gebaseerd op de minder gunstige praktijksituaties, waarbij hoge omgevingstemperaturen optreden. Deze temperatuur laat echter vooral toe om de wateropname te controleren via het gewichtsverlies. Uit het eerste onderzoek is immers gebleken dat de waterverdamping sterk stijgt boven 32 °C. Een temperatuur van 36 °C zal de duiven dan ook dwingen om van tijd tot tijd naar de waterbak te gaan. Mocht het zo zijn dat de experimenteel opgelegde oppervlakte of groepsgrootte bepaalde duiven binnen een groep belet water op te nemen, dan kan dit afgeleid worden uit hun buitensporig hoog gewichtsverlies na afloop van het experiment.

Water was continu beschikbaar. Bij groepen van 10 duiven was de bereikbare waterbaklengte 35 cm per mand (1 drinkgootje), wat werd verdubbeld tot 70 cm per groep bij 20 duiven (2 drinkgootjes). Het water werd tussentijds bijgevuld, zodat altijd water beschikbaar was. Er werd geen voer verstrekt.

5.5. Metingen

5.5.1. Warmteproductie, RQ, activiteit, gewichtsverlies

Zie vorig hoofdstuk.

5.5.2. Kopbeschadiging

Bij de gedragsbeschrijvingen is reeds vermeld dat duiven selectief pikken op neusdoppen en oogranden. Bij herhaalde agressie kan dit leiden tot zichtbare beschadigingen. De mate waarin deze beschadigingen optreden kan ook als een ruwe maat worden gebruikt voor de gevolgen die de duif ondervindt van agressief gedrag.

Na afloop van de meetperiode werd hiervoor aan iedere neusdop en oogrand van elke duif een cijfer toegekend gaande van 0 tot twee. Bij de score "0" waren geen beschadigingen

zichtbaar. Score "1" betekende voor de neusdop dat puntsgewijze piksporen zichtbaar waren, en voor de oogrand dat onderhuidse puntbloedingen aanwezig waren zonder verdere uitwendige bloeding of ontsteking. De hoogste score (2) stond gelijk met een plaksgewijs verdwenen witte deklaag op de neusdop (soms met bloedingen), of met een duidelijk ontstoken oogrand, vaak samengaan met open wondjes. Door alle 4 de oppervlakten op te tellen (2 neusdoppen en 2 oogranden) levert dit een minimum-score van 0 (geen beschadiging) en een maximum-score van 8 (sterke beschadiging) per duif.

Tabel 2.1. Verschillen in experimentele uitvoering tussen het hoofdexperiment (oppervlakte) en het neven-experiment (groepsgrootte)

Verschilpunt	Doel experiment	
	Oppervlakte	Groepsgrootte
Datum uitvoering	Mei 1993	September 1993
Tijd vangen	8.00u	11.00u
Meetperiode	10.30u (Dag 1) tot 9.00u (Dag 2)	13.00u (Dag 1) tot 12.00u (Dag 2)
Licht uit	20.30u-7.30u	19.30u-7.00u
Oppervlakte per duif	210, 280, 350 420 of 630 cm ²	280 cm ²
Samenstelling groep	Doffers of duivinnen	De helft doffers, de helft duivinnen
Herkomst groep	duiven uit zelfde hokcompartiment	duiven uit 2 compartimenten (1 per geslacht)

5.5.3. Gedrag.

1. Het analyse-schema

De gedragsmetingen werden uitgevoerd op basis van video-opnames. Voor iedere groep werden uit de totale meetduur bij "lichten aan" (ongeveer 12 uur) 4 periodes van 30 minuten geselecteerd. Bij het hoofdexperiment startten deze periodes aan om 12.00u, 16.00u, 20.00u en 8.00u. Bij het neven-experiment was dit 13.00u, 17.00u, 7.00u en 11.15u.

Deze onderverdeling in meetperiodes houdt rekening met een mogelijke tijdsafhankelijkheid van het gedrag. Zo zou het optreden van agressie bij het begin van de meetperiode hoger kunnen zijn dan aan het eind van de meetperiode, door het instellen van een bepaalde rangorde in de mand. Of het is mogelijk dat poetsgedrag vooral wordt vertoond op bepaalde ogenblikken van de dag.

Gedurende iedere periode van 30 minuten werden 6 achtereenvolgende metingen

uitgevoerd van 3 minuten elk. Voor elke meting werd bij toeval een andere duif geselecteerd. In totaal werden dus altijd 6 duiven uit de groep gevolgd, zodat een representatief beeld van de hele groep werd verkregen. Voor het neven-experiment werden deze 6 duiven nog onderverdeeld in 3 doffers, en 3 duivinnen.

Deze procedure resulteerde in 80 meetperioden (want 20 groepen) voor het hoofdexperiment, en 24 meetperioden (6 groepen) voor het nevenexperiment. De volgorde van de metingen stemde niet overeen met de volgorde waarin de groepen in de experimenten zijn gebruikt. Het was dus niet zo dat op de eerste meetdag de videobanden van de eerste groep werden geanalyseerd (met eerst periode 1, dan 2, etc.), op de tweede meetdag de tweede (ook weer in de volgorde periode 1 -> 2 -> ... -> 4), enzovoort. Om mogelijke systematische waarnemingsfouten te vermijden werden voor de start van de meting alle periodes toevalsgewijs gerangschikt. Zodat, bijvoorbeeld, een meting aan periode 3 bij groep 12 werd gevolgd door een meting aan periode 1 bij groep 3.

2. De meting zelf

Van iedere duif werd het gedrag continu gevolgd gedurende 3 minuten. Dit gebeurde met behulp van een gedragsobservatieprogramma ("The Observer"), een computer, opgesteld naast de videorecorder, en de nodige analysetijd.

Ieder gedragstype was bij de computer bekend als een code bestaande uit 2 cijfers. Zo stond "22" geregistreerd als "loos pikken", en 23 als "raak pikken". Bij de start van de meting werd het programma gestart, waarna het gedrag van de duif in kwestie werd ingetikt, en direct opgeslagen in het computergeheugen. Na 3 minuten werd de meting automatisch beëindigd. Een voorbeeld van zo'n 3-minuten waarneming is hieronder weergegeven (een doffer bij 350 cm², gemeten van 16.25 tot 16.28u):

De linkerkolom geeft de tijd weer waarop een gedragswijziging wordt opgemerkt, de middelste kolom bevat een codering voor de gedragsklasse, en in de rechterkolom staat een afkorting voor het eigenlijke gedrag ("stzi" is stilzitten, en "pilo" loos pikken, bijvoorbeeld).

```
{start}
0 is ,stzi
1 is ,vgtr
4 iv ,wijk
5 is ,vgtr
6 id ,pilo
6 is ,vgtr
11 is ,stzi
35 iv ,wijk
53 is ,stzi
163 id ,pico
163 is ,stzi
164 id ,pilo
165 is ,stzi
165 iv ,wijk
167 is ,drei
171 is ,vgtr
174 is ,stzi
181
{end}
```

Door de computer werden deze gegevens automatisch herleid tot de duur en de frequentie waarmee de duif dit gedrag vertoonde. Deze twee kengetallen (duur en frequentie) werden gebruikt in de statistische analyse per gedrag. De analyse gebeurde per periode per groep, m.a.w. per periode werd het gemiddelde genomen van de waarnemingen aan 6 duiven per groep, zodat per gedrag (duur en frequentie) 1 waarde resulteerde per periode per groep.

5.6. Verwerking resultaten

Bij het experiment betreffende de oppervlakte per duif is voor alle metingen gewerkt met groepsgemiddelden. Bij de variantie analyse werden geslacht, oppervlakte en de interactie tussen beide opgenomen als factoren in het statistisch model. De warmteproductie (totaal en activiteitsgebonden) werd geanalyseerd per lichtperiode (licht en donker). De gedragsmetingen werden geanalyseerd als groepsgemiddelde, waarbij de gemiddelde waarde van de 4 observatieperiodes werd gebruikt. De gedragsmetingen werden grafisch gecontroleerd op systematische periode-effecten.

Een vergelijkbare procedure werd gevolgd in het experiment met de verschillende groepsgroottes. De statistische analyses gebeurden hier echter met een T-test. De mogelijke verschillen in gewichtsverlies en beschadiging tussen doffers en duivinnen binnen een groep werden getoetst via een aangepaste, gepaarde T-test. Hierbij werd het verschil gebruikt tussen doffers en duivinnen in gemiddeld gewichtsverlies en beschadiging binnen dezelfde groep.

6. Resultaten

6.1. Inleiding

Bij de bespreking van de gedragsexperimenten zal de meest logische volgorde worden gevolgd. Eerst worden de resultaten weergegeven van het experiment met groepsgrootte als onderwerp, daarna volgen de uitkomsten van het onderzoek betreffende de oppervlakte per duif.

Bij ieder experiment wordt eerst aandacht besteed aan de warmteproductie en -activiteit. Aansluitend worden de gedragsmetingen en de resulterende beschadigingen en gewichtsverliezen besproken.

6.2. Groepsgrootte

Een overzicht van alle metingen is gegeven in Tabel 2.2. Groepsgrootte had geen significant effect op de totale warmteproductie, noch tijdens de dag, noch tijdens de nacht. Alleen de nachtelijke activiteitswarmte was met gemiddeld $0.32 \text{ Watt} \cdot \text{kg}^{-1}$ significant hoger ($P \leq 0.05$) voor de groepen met 20 duiven.

Tabel 2.2. Resultaten van warmteproductie-, gedrags- en gewichtsverliesmetingen in relatie tot groepsgrootte.

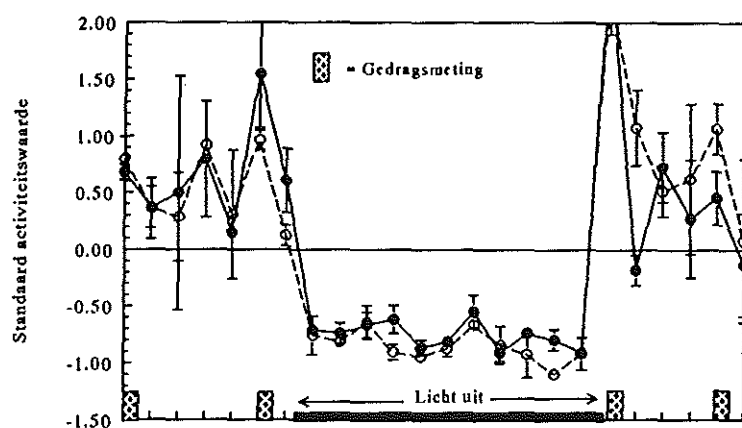
Meting	Groepsgrootte	
	10 duiven	20 duiven
<u>Warmteproductie</u>		
1. Licht aan ("Dag")		
Totaal	6.96 $\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$	7.19 $\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$
Activiteit	2.29 $\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$	2.66 $\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$
2. Licht uit ("Nacht")		
Totaal	4.53 $\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$	4.65 $\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$
Activiteit	0.55 $\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$	0.87 $\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$
<u>Gedrag</u>		
1. Frequentie (aantal per 3 minuten)		
Pikken, loos	20	20
Pikken, raak	15	17
2. Tijdsduur (procentueel)		
Wijken/vluchten	5.1%	6.8%
Dreigen	12.5%	11.7%
Stilzitten	61.7%	67.4%
<u>Gewichtsverlies</u>	4.2%	4.7%
<u>Beschadiging</u>	4.2	4.4

Het activiteitspatroon (Fig. 2.2.a) was vergelijkbaar voor beide behandelingen, en werd gekenmerkt door een verhoogde activiteit bij het begin en einde van de dag.

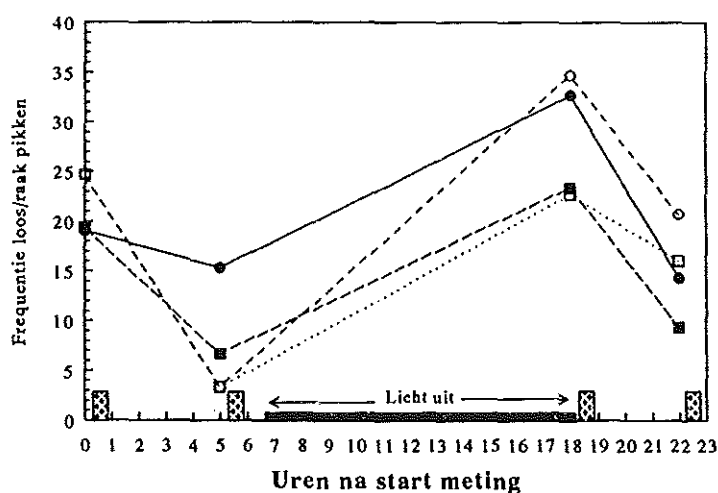
Het respiratoir quotiënt bedroeg bij start van de meting 0.81, dalend naar 0.72 bij het beëindigen van de respiatiemeting.

De belangrijkste gedragmetingen (Tabel 2.2) verschilden niet tussen groepsgroottes. Poetsgedrag of wateropname werden nauwelijks waargenomen. Het verloop van agressief gedrag, gemeten als de frequenties van loos of raak pikken, is weergegeven in Fig. 2.2.b. Agressief gedrag verminderde niet naarmate de duiven langer in de mand zaten. Gedurende de laatste meetperiode was de agressie vergelijkbaar met de beginperiode. Binnen de 4 observatieperiodes was de agressie het hoogst bij het begin van de tweede dag (18 uur na start).

a.



b.



Figuur 2.2. (a) Uurgemiddelden voor activiteit (gestandaardiseerd) en (b) gemiddelden per meetperiode voor "loos pikken" (vierkantje) en "raak pikken" (bolletjes). Gesloten symbolen: 10 duiven per groep; Open symbolen: 20 duiven per groep.

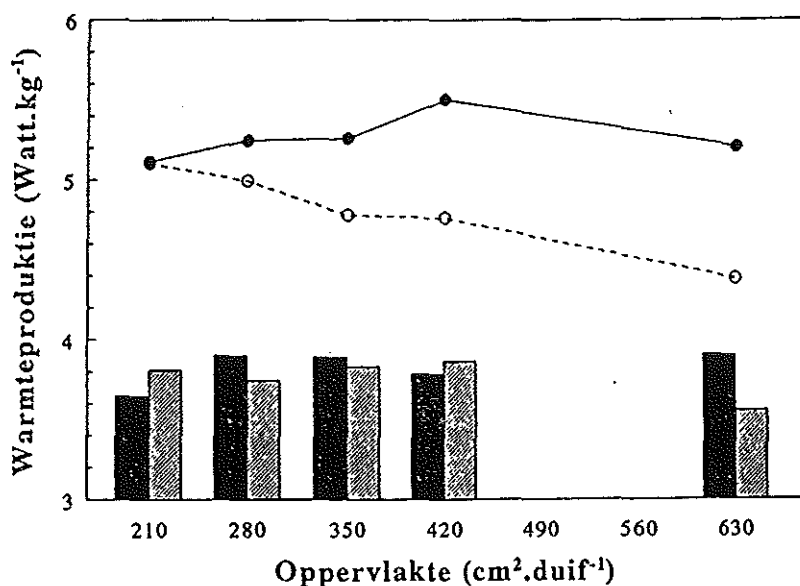
Bij het begin van de meting wogen de doffers gemiddeld 535 gram, de duivinnen 526 gram. Het gewichtsverlies noch de beschadiging werden beïnvloed door groeps grootte (Tabel 2.2).

Binnen groepen hadden de duivinnen duidelijk meer beschadigingen dan de doffers ($P \leq 0.01$), met een score die gemiddeld 2.5 punten hoger lag. Er werden echter geen geslachtsverschillen in gewichtsverlies gevonden.

6.3. Oppervlakte per duif.

6.3.1. Totale, activiteitsvrije en activiteitsgebonden warmteproductie

Tijdens de dag was de totale warmteproductie (Fig. 2.3) significant hoger ($P \leq 0.01$) bij doffers vergeleken bij duivinnen (5.26 tegen 4.81 Watt·kg⁻¹). Uit de figuur blijkt dat de warmteproductie van de doffers (zwarte bolletjes) niet systematisch wordt beïnvloed door de oppervlakte. Bij duivinnen daarentegen neemt de warmteproductie (dus het energieverbruik) af naarmate de oppervlakte per duivin toeneemt. De invloed van oppervlakte in zijn geheel was echter niet significant. De nachtelijke warmteproductie werd niet langer beïnvloed door het geslacht: het verschil tussen doffers en duivinnen bedroeg nog slechts 0.03 Watt·kg⁻¹. Ook het verloop in de warmteproductie met toenemende oppervlakte bij duivinnen was niet langer aanwezig (Fig. 2.3).



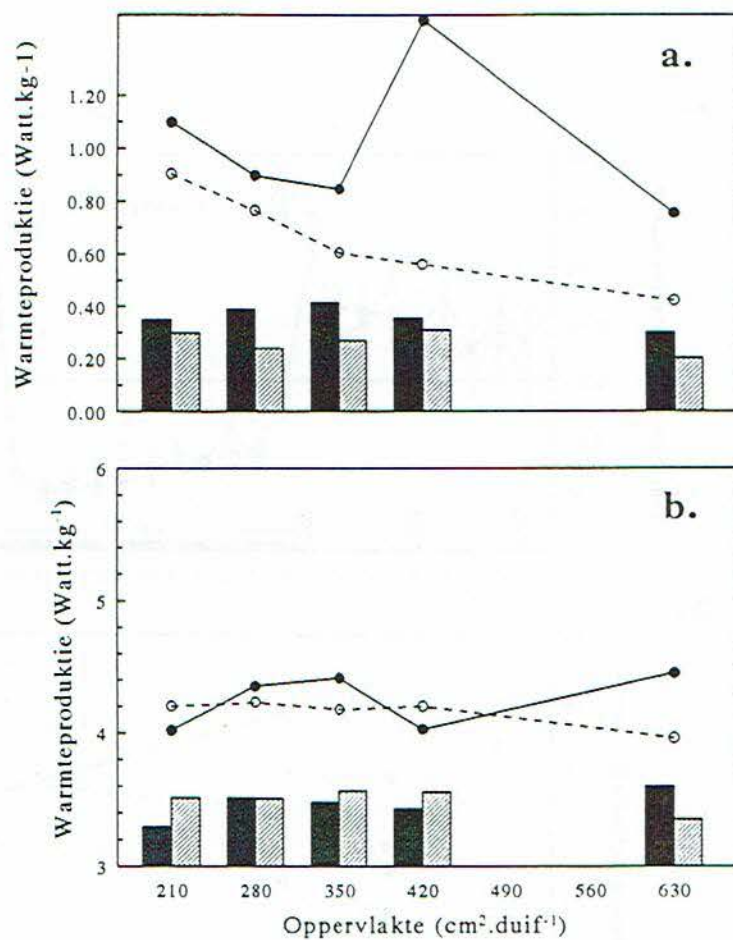
Figuur 2.3. Gemiddelde warmteproductie per behandeling voor de dagperiode (bolletjes) en de nachtperiode (balken). Gesloten bolletjes en zwarte balken: doffers; Open bolletjes en grijze balken: duivinnen.

De uitsplitsing van de totale warmteproductie naar activiteitswarmte en activiteitsvrije warmte levert een ander beeld. De activiteitswarmte tijdens de dag (Fig. 2.4.a) werd beïnvloed door zowel geslacht ($P \leq 0.01$), oppervlakte ($P \leq 0.001$) als de interactie tussen beide ($P \leq 0.05$). Voor doffers was deze 1.01 Watt·kg⁻¹, voor duivinnen 0.65 Watt·kg⁻¹. De

activiteitsvrije warmte (Fig. 2.4.b) werd door geen enkele van de experimentele behandelingen beïnvloed.

Tijdens de nacht werd alleen de activiteitswarmte beïnvloed door het geslacht: voor doffers was dit $0.36 \text{ Watt} \cdot \text{kg}^{-1}$, voor duivinnen $0.26 \text{ Watt} \cdot \text{kg}^{-1}$.

De RQ, tenslotte, was 0.84 bij aanvang, en 0.72 bij het einde van de meting.

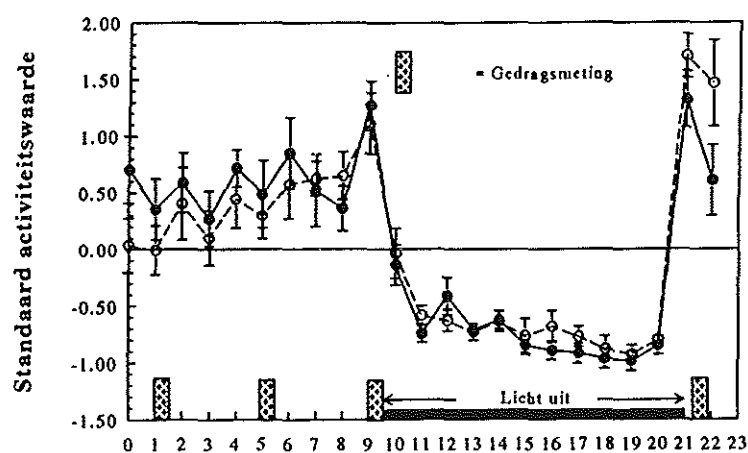


Figuur 2.4. (a) Gemiddelde activiteitswarmte en (b) gemiddelde activiteitsvrije warmteproductie per behandeling voor de dagperiode (bolletjes) en de nachtperiode (balken). Gesloten bolletjes en zwarte balken: doffers; Open bolletjes en grijze balken: duivinnen.

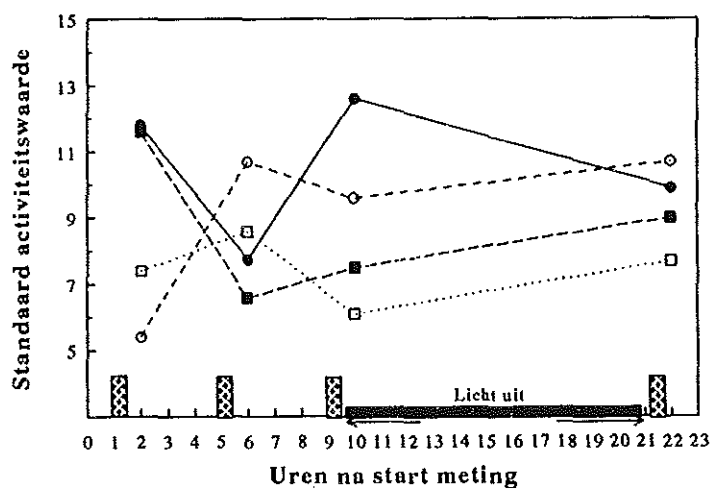
6.3.2. Activiteitspatroon

Het activiteitspatroon per geslacht, gemiddeld over oppervlakteniveaus, is weergegeven in Fig. 2.5.a. Dit is vergelijkbaar voor beide geslachten, met een piek in de activiteit tijdens de avond en in de ochtend.

a.

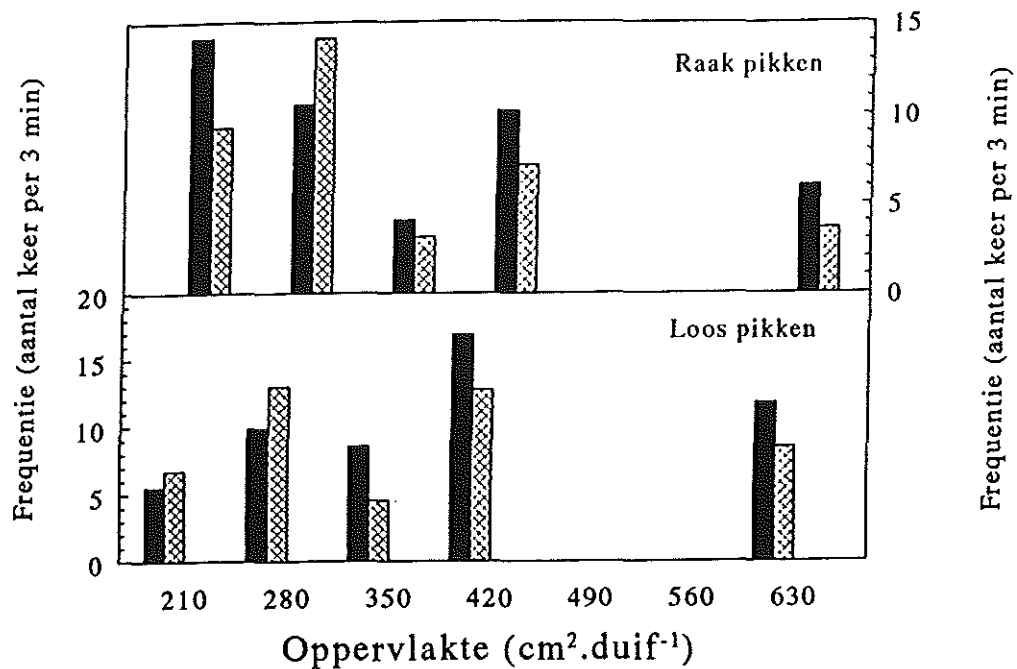


b.



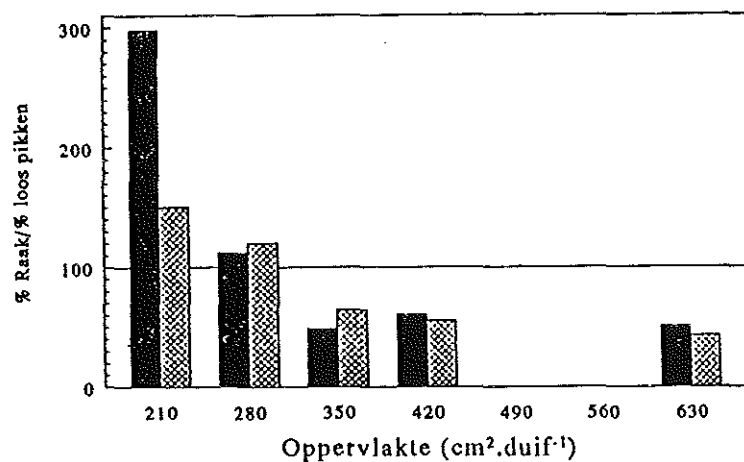
Figuur 2.5. (a) Uurgemiddelden voor activiteit (gestandaardiseerd) en (b) gemiddelden per meetperiode voor "loos pikken" (vierkantjes) en "raak pikken" (bolletjes). De waarnemingen zijn gemiddeld per geslacht, over oppervlakteniveaus heen. Gesloten symbolen: doffers; Open symbolen: duivinnen.

6.3.3. Gedrag



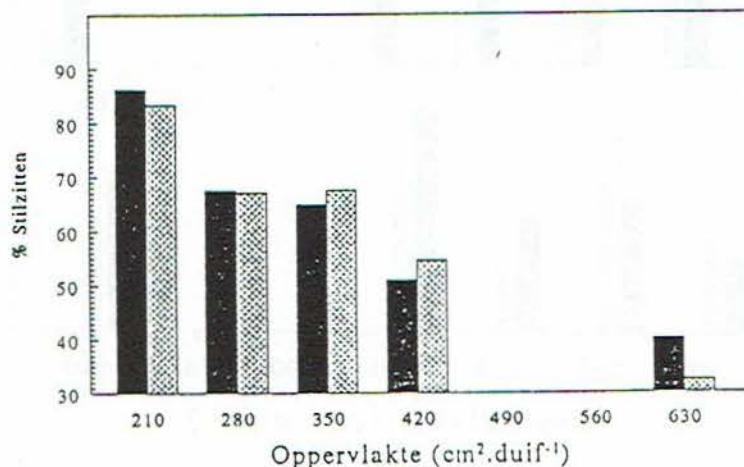
Figuur 2.6. Gemiddelde frequentie "loos pikken" (onder) en "raak pikken" (boven) in relatie tot geslacht en oppervlakte. Zwarte balken: doffers; Gestreepte balken: duivinnen.

In Fig. 2.6 is een overzicht gegeven van de frequentie (per 3 minuten) waarmee "loos pikken" (onderste deel) en "raak pikken" (bovenste deel) werden geobserveerd. Beide werden niet beïnvloed door oppervlakte of geslacht. De verhouding tussen beide metingen (het gemiddeld aantal "raak" pikken gedeeld door het gemiddeld aantal "loos" pikken) is weergegeven in Fig. 2.7. Bij 210 cm² stonden tegenover iedere "loze" pikbeweging ± 2 "rake" pikken, bij 630 cm² was deze verhouding omgekeerd.



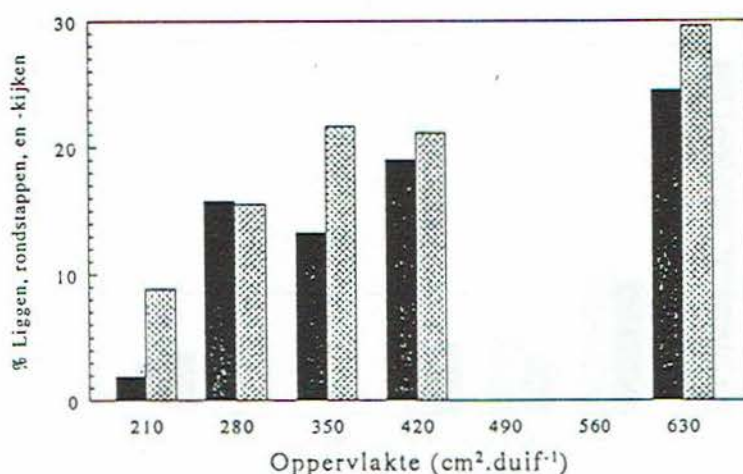
Figuur 2.7. Verhouding tussen de frequentie "raak pikken" en "loos pikken" per geslacht en oppervlakte. Zwarte balken: doffers; Gestreepte balken: duivinnen.

Het geobserveerde percentage "stilzitten" (Fig. 2.8) was gelijk tussen de geslachten, maar werd duidelijk beïnvloed door de oppervlakte ($P \leq 0.001$). Bij 210 cm² bedroeg dit nog ca. 85%, maar bij 630 cm² werd dit gedrag gedurende slechts 36% van de tijd geregistreerd.



Figuur 2.8. Percentage van de geobserveerde tijd besteed aan "stilzitten" per geslacht en oppervlakte. Zwarte balken: doffers; Gestreepte balken: duivinnen.

De gegroepeerde gegevens voor "Liggen, rondstappen en -kijken" (gedrag dat geen verband houdt met het gedrag van andere dieren) zijn weergegeven in Fig. 2.9. Een duidelijk verband met geslacht was afwezig, maar de oppervlakte had een significante invloed ($P \leq 0.001$): het gedrag werd langer geobserveerd naarmate de oppervlakte per duif toenam.



Figuur 2.9. Percentage van de geobserveerde tijd besteed aan "Liggen, rondstappen en rondkijken" per geslacht en oppervlakte. Zwarte balken: doffers; Gestreepte balken: duivinnen.

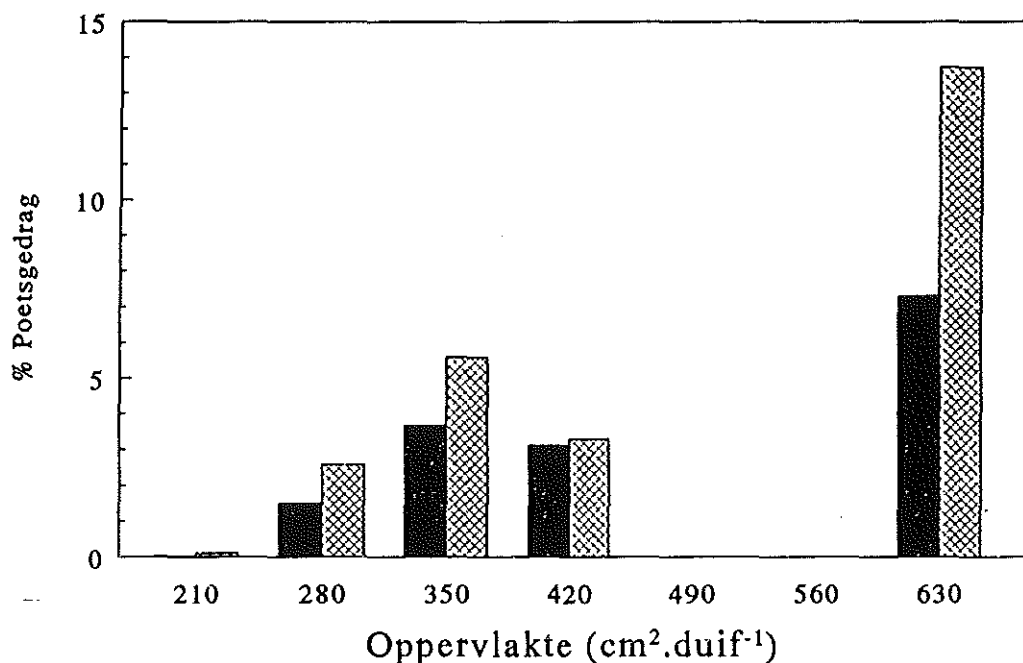
Slechts 1.4% van de tijd werd "vleugel trekken" geobserveerd. Verschillen tussen behandelingen waren afwezig. Gemiddeld werd 6.9% van de observatietijd besteed aan "dreigen". Dit werd vaker waargenomen bij doffers, die 9% van de tijd dit gedrag vertoonden tegen 4.8% bij duivinnen ($P \leq 0.01$). Uitschieter waren de groepen doffers bij 420 cm², die 19.2% van de tijd besteedden aan dreigen.

"Wijken/vluchten" nam gemiddeld 0.9% van de tijd in beslag. Dit percentage werd niet beïnvloed door oppervlakte of geslacht.

In Fig. 2.10 wordt de tijd besteed aan poetsgedrag (poetsen, schudden, strekken) geïllustreerd. De tijd besteed aan poetsgedrag nam toe met de oppervlakte ($P \leq 0.001$). Dit percentage was net niet significant hoger voor duivinnen ($P = 0.053$), met 5.1% tegen 3.1% voor doffers.

Wateropname werd zelden waargenomen, met een gemiddelde frequentie van 0.14 keer per 3 minuten (dus 1 keer per 22 minuten observatie). Geen invloed van de behandelingen werd gevonden.

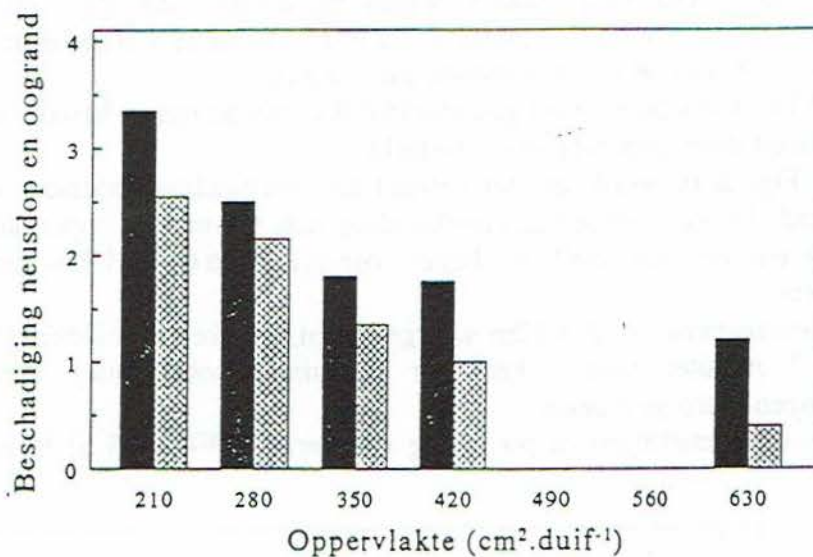
De schommelingen in pikgedrag per periode (Fig. 2.5.b) leveren geen eenduidig beeld.



Figuur 2.10. Percentage van de geobserveerde tijd besteed aan poetsgedrag (poetsen, strekken of schudden) per geslacht en oppervlakte. Zwarte balken: doffers; Gestreepte balken: duivinnen.

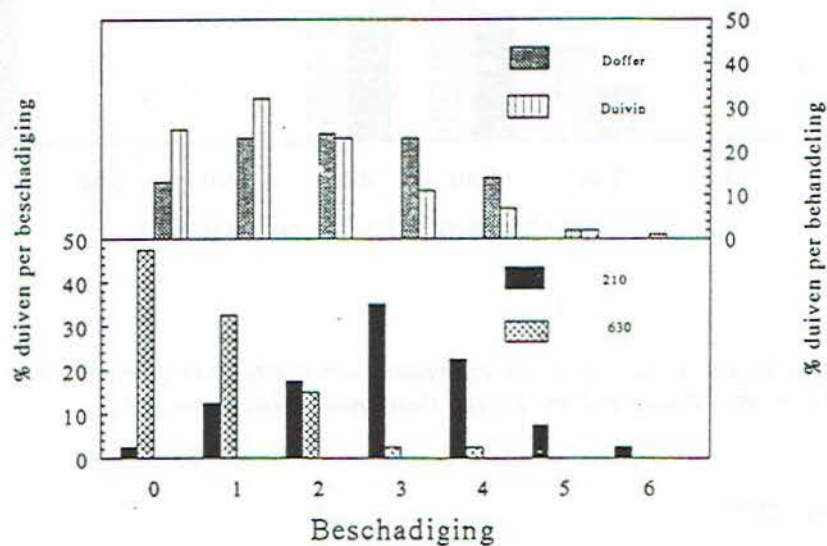
6.3.4. Beschadigingen

De gemeten beschadigingen op neusdoppen en oogranden na afloop van de warmteproductiemeting zijn weergegeven in Fig. 2.11. Zowel geslacht als oppervlakte hadden invloed op de graad van beschadiging ($P \leq 0.01$). Gemiddeld waren doffers er slechter aan toe, met 0.6 "beschadigingspunten" meer. De opgelopen beschadigingen verschilden sterk tussen duiven.



Figuur 2.11. Geobserveerde beschadigingen van neusdoppen en oogleden bij het einde van de warmteproductiemeting in relatie tot geslacht en oppervlakte. Zwarte balken: doffers; Gestreepte balken: duivinnen.

In Fig. 2.12 is de procentuele verdeling van het aantal duiven over de verschillende score-categorieën weergegeven.

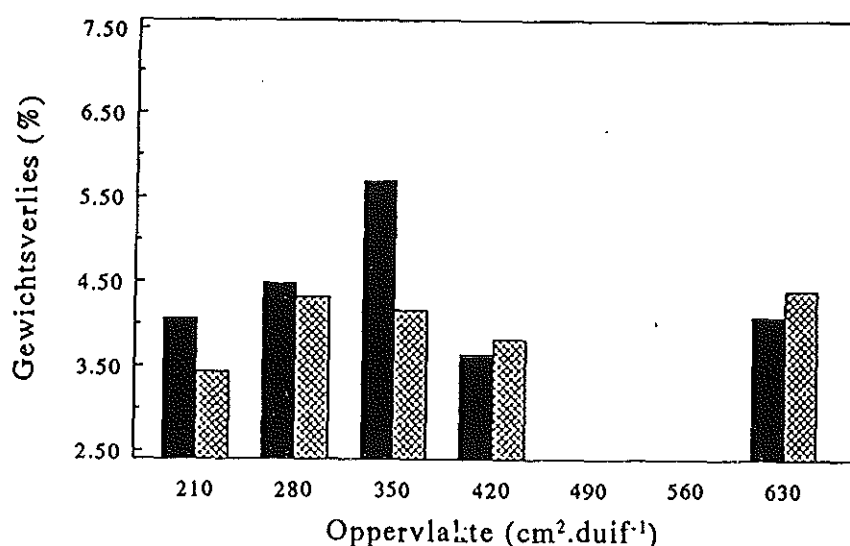


Figuur 2.12. Procentuele verdeling van de duiven over de beschadigingsscores voor 210 en 630 cm² (onder) of voor doffers en duivinnen (boven).

De hoogst genoteerde beschadigingsscore was 6. In het benedengedeelte is een vergelijking gemaakt voor alle duiven (20 doffers en 20 duivinnen) bij 210 cm² en 630 cm²: bij 630 cm² vertoonde bijna de helft van de duiven geen beschadiging, terwijl bij 210 cm² maar 1 duif (2.5%) schadevrij bleef. Het verschil tussen doffers en duivinnen over alle behandelingen (100 doffers en 100 duivinnen) is geïllustreerd in het bovenste gedeelte van de figuur. Bij duivinnen ligt het zwaartepunt van de verdeling rond "0", "1" en "2", bij doffers eerder rond "1", "2" en "3" punten. Toch blijkt dat ook duivinnen met zware beschadigingen (4 of meer punten) voorkwamen, zij het minder dan bij doffers.

6.3.5. Gewichtsverlies

Bij de start van de metingen wogen de doffers gemiddeld 518 gram, de duivinnen 501 gram. Het gewichtsverlies (Fig. 2.13) was laag, en bedroeg gemiddeld 4.2%. Het maximum was 5.7% voor doffers bij 350 cm².



Figuur 2.13. Gewichtsverlies gedurende de warmteproductiemeting in relatie tot geslacht en oppervlakte. Zwarte balken: doffers; Gestreepte balken: duivinnen.

7. Discussie

7.1. Inleiding.

Beide beschreven experimenten dienden uiteindelijk maar 1 doel: het antwoord op de vraag of de oppervlakte per dier een invloed heeft op het welzijn van doffers en duivinnen. Omdat het experiment "oppervlakte per duif" werd uitgevoerd met 10 duiven per groep was de vertaling van de onderzoeksresultaten naar de praktijk kwetsbaar voor kritiek. Zodat ook het experiment "groeps grootte" in het onderzoek werd opgenomen.

Eerst worden de resultaten van dit neven-experiment bediscussieerd, om vervolgens over te stappen naar de hoofdvraag. Verwijzingen naar wetenschappelijke literatuur zullen schaars zijn: over dit specifieke onderwerp is nauwelijks wat bekend.

Beide experimenten komen weer aan bod in het laatste deel van deze discussie, waarin aandacht wordt besteed aan de variatie in gedrag en warmteproductie binnen een meetdag. Met name de invloed van het licht staat hierbij centraal.

7.2. Zijn resultaten met 10 duiven zinvol voor de praktijk?

Als "de praktijk" voldoende benaderd wordt door 20 duiven in een mand van 70 bij 80 cm, dan luidt het antwoord op deze vraag "JA". Noch in gedrag, noch in gewichtsverlies, noch in warmteproductie werd een verschil gevonden tussen beide groeps groottes. Zodat de experimenten uitgevoerd met 10 duiven in een mand inderdaad vertaalbaar zijn naar de transportpraktijk, waar met grotere groeps groottes wordt gewerkt.

Door met gemengde groepen te werken werd verder ook bevestigd wat in de praktijk al langer bekend is: met doffers en duivinnen samen in 1 mand komen de duivinnen er het meest beschadigd uit.

7.3. Hoe beïnvloedt de oppervlakte het welzijn van doffers en duivinnen?

Het belang van de gemiddelde oppervlakte per duif voor het welzijn van doffers en duivinnen wordt aangetoond door het wijzigende gedragspatroon, en de gevolgen daarvan voor de opgelopen beschadigingen en de warmteproductie.

Naarmate de oppervlakte afneemt, neemt het percentage stilzitten sterk toe, stijgt de kans dat een pikbeweging doel treft, en daalt de tijd die de duif besteedt aan zichzelf (poetsgedrag) en aan het verkennen van de omgeving. Uit de videobeelden blijkt verder dat een beweging als rondkijken of poetsen vaker een agressieve reactie uitlokt vanwege de buurduiven naarmate de oppervlakte daalt.

Belangrijk is de vaststelling dat bij elk van de opgelegde oppervlaktes pikgedrag voorkwam. Niet zo verwonderlijk: het behoort tot het normale sociale gedrag van de duif, zoals men op het hok kan vaststellen. Maar de kans om schade op te lopen ten gevolge van dit gedrag van de buurduif (in dit geval de mandgenoot), neemt sterk toe naarmate de oppervlakte per duif afneemt.

De resultaten hiervan laten zich vooral merken in de toename in ernst van de letsels aan de neusdoppen en oogleden. Duivinnen onderling geven minder schade dan doffers onder elkaar, maar desalniettemin is het verhaal voor doffers en duivinnen hetzelfde: beneden 350 cm² neemt de kans op ernstige beschadigingen, zoals gezwollen oogranden, toe. De duif kan hiervan op twee manieren ongemak ondervinden. Eerst en vooral is er het ongemak en de

pijn van de wond zelf. Ten tweede is er de verhoogde kans op infecties van de wond, wat de duif nog dagen na terugkeer op het hok kan hinderen. Opvallend is verder dat steeds een aantal duiven vrijwel onbeschadigd uit de mand komen. In latere experimenten binnen deze tweede onderzoeksfase zal getracht worden een relatie te leggen tussen de graad van beschadiging en het gedrag van de duif in kwestie in de mand.

Het gedrag (de activiteit) weerspiegelt zich ook in de warmteproductie. Frappant is de vaststelling dat de hogere warmteproductie voor doffers tijdens de dag alleen te wijten is aan de activiteitswarmte. Een vaststelling die ook wordt onderbouwd door de totale warmteproductie tijdens de nacht: in het donker is de activiteit laag, en meteen verkleint het verschil tussen doffers en duivinnen sterk. Het hogere energieverbruik van doffers in de mand stoelt dus niet op basale verschillen in energiewisseling, maar louter op verschillen in gedrag. De vraag blijft echter open in hoeverre onder "gedrag" alleen spierarbeid moet worden verstaan. Het gedrag tussen doffers en duivinnen was immers goed vergelijkbaar, met dien verstande dat dreigen vaker voorkwam bij doffers. Het is mogelijk dat het opblazen van de krop nogal wat spierarbeid vereist, maar het is ook verre van uitgesloten dat een doffer zich bij een burenrucie feller opwindt dan een duivin, gepaard gaand met een hogere hartslag en een hoger energieverbruik, maar niet met een hogere activiteit.

Dit zou ook voor een deel de ogenschijnlijke tegenspraak kunnen verklaren tussen het verhoogde percentage stilzitten bij hoge oppervlaktes, terwijl toch de activiteitswarmte hoger ligt: iedere activiteitspiek hangt niet alleen samen met beweging van een aantal duiven, maar ook met de gespannen reactie hierop van andere duiven, die afwachten of ze ook in het relletje worden betrokken. Bij de grotere oppervlakten, daarentegen, vertoonden duiven veel vaker gedrag wat totaal geen verband houdt met het gedrag van de buurduiven.

Het gewichtsverlies werd echter niet beïnvloed door de oppervlakte of het geslacht. Dit geeft aan dat bij alle oppervlakteniveaus de duiven erin slaagden om water op te nemen. Een beetje tegen de verwachting in. Het lijkt immers logisch dat de minder dominante duiven moeilijker bij de waterbak zullen geraken, en dus ook minder water op zullen kunnen nemen. Maar de wateropname blijkt dus niet beïnvloed te worden. De vraag blijft alleen tegen welke prijs, te betalen in verbruikte energie en ontvangen pikken, de bezoeken aan de waterbak gebeuren voor iedere duif.

Een laatste vraag die open blijft is het belang wat moet worden gehecht aan de behandeling "doffers-420 cm²". Beide groepen van deze behandeling zijn een stuk actiever dan kan worden verwacht op basis van de resultaten bij duivinnen, namelijk metingen die het midden houden tussen deze genoteerd bij respectievelijk 350 en 630 cm². De doffers hebben echter een hogere activiteitswarmte, besteden veel tijd aan dreigen, ze pikken vaak, en zijn meer beschadigd dan de doffers bij 350 cm². Twee antwoorden zijn mogelijk: 420 cm² betekent iets speciaals voor doffers, zodat ze extra actief worden, of het zijn toevallig twee uitzonderlijk rumoerige groepen geweest die uitgerekend bij de 420 cm²-behandeling zijn gekomen. Het valt trouwens niet uit te sluiten dat de rumoerigheid van de groep als geheel veroorzaakt wordt door 1 of 2 onrustzaaiers, die de rest van de groep mee opruien. De enige manier om hierop een eenduidig antwoord te krijgen is het meerdere malen herhalen van het experiment: is het gevonden effect van 420 cm² betekenisvol, dan zal het ook bij meerdere herhalingen aanwezig blijven, maar als het gewoon toeval is dan zullen tussen de herhalingen ook uitzonderlijk rustige en gemiddeld actieve groepen zitten. De resultaten bij duivinnen doen echter vermoeden dat het hier om een toevalseffect gaat.

Met betrekking tot de proefomgeving kan verder nog worden opgemerkt dat twee typische karakteristieken van het transport niet kon worden nagebootst in de klimaat-respiratiecel: trillingen van de mand en geluiden. Het mogelijke effect hiervan blijft dan ook in het midden. Uit Brits onderzoek bij slachtkippen (Nicol et al., 1991) bleek dat geluid weinig effect had. In het laboratorium nagebootste schommelingen en schokken remden de vogels wel duidelijk bij het opnemen van voer, het gedrag wat als maat voor de belasting werd gebruikt. In hoeverre deze resultaten toepasbaar zijn voor duiven is niet duidelijk. De Britse onderzoekers beperkten zich immers tot 1 type gedragsmeting. Ook mag niet uit het oog worden verloren dat de meeste duiven meerdere malen op transport gaan, zodat de kans bestaat dat de duiven geleidelijk wennen aan de hele transportprocedure, en er zich dus ook minder aan zullen storen.

Samenvattend kan worden gesteld dat doffers en duivinnen op een gelijksoortige manier reageren op verschillen in de oppervlakte per duif. Het welzijn van de duiven neemt af naarmate de oppervlakte per duif daalt. De kans op beschadigingen neemt toe, evenals het energieverbruik ten gevolge van activiteit. Bij een dalende oppervlakte wordt deze activiteit in toenemende mate bepaald door het gedrag van de buurduiven, zodat steeds minder tijd wordt besteed aan het verkennen van de omgeving of aan poetsgedrag. Deze effecten worden met name duidelijk bij oppervlakteniveaus beneden 350 cm², en dit geldt zowel bij doffers als bij duivinnen.

7.4. Belichting en verblijfstijd in de mand

De beschadiging van neusdoppen en oogleden, vastgesteld in beide experimenten, is een optelsom van twee waarden: het aantal keren dat een duif per tijdseenheid (bvb. een uur) een tik moet incasseren, en de totale tijd in de mand dat pikken worden uitgedeeld. Uit beide experimenten kwam naar voor dat de frequenties "raak of loos pikken" niet afnemen in de tijd: er is geen vermindering tijdens de tweede dag, vergeleken met de eerste dag. Een bevestiging van het eerste test-experiment dat in Wageningen werd uitgevoerd. Hierbij werd een twintigtal duiven, die al meer dan een maand vertoeften in hetzelfde hokcompartiment, gedurende 4 dagen in een mand geplaatst met water en voer beschikbaar. Gedurende de vierde dag waren de duiven nog even agressief als tijdens de eerste dag.

Dit geeft aan dat de totale verblijfstijd wel degelijk van doorslaggevende invloed is op de ernst van de beschadigingen. Het is dus niet zo dat de duiven vooral agressief zijn direct na het inkorven, om in deze eerste uren eens en voor altijd uit maken wie nu de baas is in de mand. Zodat na deze periode iedere duif weet waar hij of zij zich aan te houden heeft, waarna de rest van de tijd in relatieve rust wordt doorgebracht.

Maar de experimenten maken ook duidelijk dat de tijd in de mand valt onder te verdelen in twee duidelijk onderscheiden periodes: een lichtperiode met veel activiteit (en dus ook agressie), en een donkerperiode met een lage activiteit (en dus ook nauwelijks agressie). Vanuit het oogpunt van agressief gedrag, en de gevolgen daarvan voor de duif, is dus vooral de lichtperiode van belang, en in veel mindere mate de "totale verblijfstijd" in de mand. Duisternis heeft nog andere gunstige neven-effecten, zoals ook al bleek uit de eerste onderzoeksfase:

1. de warmteproductie (dus het energieverbruik) ligt in het donker zo'n 30 tot 40 % lager dan tijdens de lichtperiode;

2. de waterverdamping ligt 's nachts $\pm$ 30 % lager dan overdag;

3. de koudegevoeligheid van de warmteproductie is 's nachts lager dan overdag, de duiven zijn dus minder gevoelig voor wisselende, lage omgevingstemperaturen.

Omdat "dag en nacht" of "licht aan en licht uit" een vergelijkbaar effect hebben op de warmteproductie, de lichaamstemperatuur en de activiteit van duiven, lijkt het dan ook het overwegen waard om het transport zoveel mogelijk in het donker te laten plaatsvinden. Via nachttransporten of een goede verduistering van de wagens, om het bij de belangrijkste oplossingen te houden. Maar hierbij toch een aantal kanttekeningen:

1. het is symptoombestrijding. De oorzaak van de agressie (de kleine oppervlakte per duif) wordt niet weggenomen, de agressie wordt alleen op een volstrekt a-selectieve manier onderdrukt. Want ook ander gedrag van de duif (poetsen, rondkijken, water opnemen,...) wordt onderdrukt.

2. bij hoge omgevingstemperaturen moeten duiven om de 4 uur de gelegenheid hebben om water op te nemen. Dit kan alleen bij voldoende licht, zodat bij de drinkpauzes de lichten moeten worden aangestoken. Uit beide gedragsexperimenten blijkt dat het ontsteken van het licht gepaard gaat met een activiteitspiek. Bij het experiment rond groepsgrootte, waarin 1 periode voor de gedragsmeting samenviel met het eerste half uur van de tweede lichtperiode, werd duidelijk dat deze activiteitspiek ook bestaat uit een sterke toename in "raak en loos pikken". Zodat op korte tijd veel schade kan worden aangericht.

3. Warmteproductie, lichaamstemperatuur en activiteit reageren sterk op de aan- of afwezigheid van licht, zodat het lijkt alsof het voor de duif niet veel uitmaakt wanneer de belichtingsperiodes een natuurlijk dag-nacht ritme kennen of een lichtregime wat naar believen wordt ingesteld door de transportverantwoordelijke. Maar de kans is reëel dat de effecten voor de duif dieper gaan dan de metingen laten vermoeden. Want zelfs onder continu licht vertonen duiven nog een duidelijk ritme in activiteit binnen een dag (Ebihara et al., 1984), wat aangeeft dat licht niet de enige factor van invloed is. Iets wat ook blijkt uit het feit dat zelfs binnen de donkerperiode een duidelijke toename in temperatuurgevoeligheid valt waar te nemen naar de ochtend toe (eigen onderzoek, ook Graf et. al, 1980).

Het blijft een open vraag in hoeverre onnatuurlijke licht-donkerritmes een bijkomende belasting vormen voor de duif, zeker bij meerdaagse transporten. Het zou van lichtzinnigheid getuigen om, op basis van de uitgevoerde en beschreven experimenten, deze vraag te negeren, en richtlijnen op te stellen die een maximale verduistering tijdens het transport aanbevelen. Op basis van de experimenten kan immers niet worden uitgesloten dat een dergelijke richtlijn een negatieve invloed heeft op het functioneren van de duif tijdens de vlucht of op het hok.

8. Besluit

1. Duiven in een groep van 10 dieren verschillen niet in gedrag en energieverbruik met duiven in een groep van 20 dieren.
2. Wanneer doffers en duivinnen samen in 1 mand worden geplaatst, dan hebben duivinnen meer kans op beschadiging van neusdoppen en oogranden. Het gewichtsverlies is voor beide geslachten hetzelfde.
3. Groepen bestaande uit uitsluitend doffers of duivinnen reageren gelijkaardig op een wijzigende oppervlakte per duif tussen 210 en 630 cm². De gevonden geslachtsverschillen in warmteproductie en beschadiging (beide hoger bij doffers) betreffen alleen een niveauverschil.
4. Het welzijn van de duiven neemt af naarmate de oppervlakte per duif daalt. Dit uit zich in een verhoogde kans op ernstige beschadigingen, zoals opgezwollen oogranden. Een kleinere oppervlakte gaat ook gepaard met een toenemend energieverlies ten gevolge van activiteit, en een toenemende invloed op het gedrag vanwege het gedrag van de buurduiven. Dit gaat ten koste van o.a. het poetsgedrag.
5. Deze negatieve effecten van een dalende oppervlakte waren het sterkst bij een gemiddelde oppervlakte kleiner dan 350 cm², en dit zowel bij doffers als bij duivinnen.

IV. LITERATUURLIJST

- BROOM, D.M. (1986). Indicators of poor welfare. *British veterinary Journal* 142:524-526.
- BRUMMERMAN, M.; W. RAUTENBERG (1989). Interaction of autonomic and behavioral thermoregulation in osmotically stressed pigeons (*Columba livia*). *Physiological Zoology* 62(5):1102-1116.
- EBIHARA, S.; K. UCHIYAMA; I. OSHIMA (1984). Circadian organization in the pigeon, *Columba livia*: the role of the pineal organ and the eye. *J. Comp. Physiol. A*. 154:59-69.
- GOODWIN, D. (1983). In: *Physiology and behaviour of the pigeon*. M. Abs (Ed.), Academic press, London, p. 285-308.
- GORSSSEN, J.; W. VAN DER HEL (1993). *Klimaatbehoeften van postduiven tijdens transport, fase I. Onderzoeksverslag*. Wageningen, 72 p.
- GRAF, R. (1980). Diurnal changes of thermoregulatory functions in pigeons. I. Effector mechanisms. *Pflugers Arch.* 386:173-179.
- KETTLEWELL, P.J.; M.A. MITCHELL (1993). The thermal environment on poultry transport vehicles. E. Collins and C. Boon (Eds.). *Proc. 4th Int. Livestock Environment Symposium*, ASAE Publication 03-93, p. 552-559.
- MARDER, J. (1983). Cutaneous water evaporation. II. Survival of birds under extreme thermal stress. *Comp. Biochem. Physiol.* 75A:433-439.
- MARDER, J.; I. GAVRIELI-LEVIN (1986). Body and egg temperature regulation in incubating pigeons exposed to heat stress: the role of skin evaporation. *Physiol. Zool.* 59(5):532-538.
- NICOL, C.J.; A. BLAKEBOROUGH; G.B. SCOTT (1991). Aversiveness of motion and noise to broiler chickens. *British Poultry Science* 32:249-260.
- PRINZINGER, R. (1982). The energy cost of temperature regulation in birds: the influence of quick sinusoidal fluctuations on the gaseous metabolism of the Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Comp. Biochem. Physiol.* 71A:469-472.
- PRINZINGER, R.; A. PRESMAR; E. SCHLEUCHER (1991). Body temperature in birds. *Comp. Biochem. Physiol.* 99A:499-506.
- ROBINSON, E.L.; V.H. DEMARIA-PESCE; C.A. FULLER (1993). Circadian rhythms of thermoregulation in the squirrel monkey (*Saimiri sciureus*). *Am. J. Physiol.* 265:R781-R785