

UNIVERSITEIT GENT

FACULTEIT DIERGENEESKUNDE

Academiejaar 2014-2015

**IS ER NOG TOEKOMST VOOR DE ELEKTRISCHE VERDOVING
BIJ VARKENS EN PLUIMVEE?**

door

Nikki BAUDOIN

Promotor: Prof. Dr Kurt Houf
Medepromotor: Dierenarts Glynnis Devos

Literatuurstudie in het kader
van de Masterproef

© 2015 Nikki Baudoin

Universiteit Gent, haar werknemers of studenten bieden geen enkele garantie met betrekking tot de juistheid of volledigheid van de gegevens vervat in deze masterproef, noch dat de inhoud van deze masterproef geen inbreuk uitmaakt op of aanleiding kan geven tot inbreuken op de rechten van derden.

Universiteit Gent, haar werknemers of studenten aanvaarden geen aansprakelijkheid of verantwoordelijkheid voor enig gebruik dat door iemand anders wordt gemaakt van de inhoud van de masterproef, noch voor enig vertrouwen dat wordt gesteld in een advies of informatie vervat in de masterproef.

UNIVERSITEIT GENT

FACULTEIT DIERGENEESKUNDE

Academiejaar 2014-2015

**IS ER NOG TOEKOMST VOOR DE ELEKTRISCHE VERDOVING
BIJ VARKENS EN PLUIMVEE?**

door

Nikki BAUDOIN

Promotor: Prof. Dr Kurt Houf
Medepromotor: Dierenarts Glynnis Devos

Literatuurstudie in het kader
van de Masterproef

© 2015 Nikki Baudoin

VOORWOORD

Graag zou ik via deze weg enkele mensen willen bedanken die er mede voor hebben gezorgd dat deze masterproef tot stand is gekomen.

Hierbij zou als eerst heel graag mijn copromotor, dierenarts Glynnis Devos hartelijk willen bedanken. Voor haar snelle verbeteringen, tips, correcties, extra bronnen en adviezen. Zeker omdat mijn schijfkunst niet altijd van hoge kwaliteit is.

Mijn dank gaat zeker ook uit naar mijn promotor, Professor Dr Kurt Houf voor de mogelijkheid om bij de vakgroep Veterinaire volksgezondheid en voedselveiligheid mijn literatuurbespreking te mogen uitvoeren.

Bijkomend zou ik graag mijn vrienden, (oud)huisgenoten en in het bijzonder mijn vriend, Arjan Galema willen bedanken voor de tekstuele aanpassingen, aanmoedigende en ondersteunende woorden. Als gevolg hiervan ben ik steeds met hernieuwd enthousiasme aan het werk gegaan.

Mijn tante, Mieke Groen wil ik bijkomend ook bedanken voor haar tekstuele bijdrage.

INHOUD

VOORWOORD

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING

INLEIDING	1
LITERATUURSTUDIE	2
1 Verdoving en slachting	2
2 De mogelijke verdovingsmethodes bij varkens	5
2.1 Verschillende verdovingsmethodes	5
Mechanische verdoving	5
Elektrische verdoving	6
Gasverdoving	8
Andere verdovingsmethodes	9
2.2 Effect van de verdovingsmethodes op het dierenwelzijn	9
Mechanische verdoving	9
Elektrische verdoving	9
Gasverdoving	10
2.3 Effect van de verdovingsmethodes op de kwaliteit van het vlees	12
Elektrische verdoving	13
Gasverdoving	13
3 De mogelijke verdovingsmethodes bij pluimvee	14
3.1 Verschillende verdovingsmethodes	14
Mechanische verdoving	14
Elektrische verdoving	15
Gasverdoving	17
Andere verdovingsmethodes	18
3.2 Effect van de verdovingsmethodes op het dierenwelzijn	18
Mechanische verdoving	18
Elektrische verdoving	19
Gasverdoving	21
3.3 Effect van de verdovingsmethodes op de kwaliteit van het vlees	23
BESPREKING	24
REFERENTIELIJST	26

SAMENVATTING

In de slachthuizen worden varkens en pluimvee verdoofd, zodat ze tijdens de slachting geen verminderd welzijn ondervinden. Na de verdoving mag er geen reactie op pijnprikkels, reflexen van de oogleden of oprichtreflex en vocalisatie opgemerkt worden en moet er een normale ritmische ademhaling zijn. Met een zo kort mogelijk interval wordt de keelsnede of de borststeek uitgevoerd, zodat de dood wordt geïnduceerd voordat het bewustzijn wordt herwonnen.

De verdovingsmethodes courant toegepast bij varkens bestaan uit: mechanische verdoving met een penetrerende slagpin of losse kogel, elektrische verdoving met elektroden op de kop of een combinatie van elektroden op het lichaam en de kop, waarbij er in één of twee fases een elektrische schok wordt toegediend en gasverdoving met enkel koolstofdioxidegas (CO₂), een gasmengsel van CO₂ in argon- (Ar) of stikstofgas (N₂) of enkel Ar.

De effecten op het dierenwelzijn zijn zeer divers. De mechanische verdoving kan afhankelijk van de presentatie van de kop en een accuraat schot resulteren in een benodigd tweede schot, het terug bij bewustzijn komen of het veroorzaken van structurele schade aan de schedel. Een correcte elektrische verdoving is afhankelijk van de immobilisatie, plaatsing van de elektroden, duur van de schok(ken) en de stoomfrequentie. Mogelijke welzijnsproblemen bij deze methode zijn: een onvolledige verdoving, terug bij bewustzijn komen, pijnlijke elektrische schokken en brandplekken van de huid. De gasverdoving kan ontsnappingspogingen, hypercapnische hypoxie, dyspnee en kortademigheid veroorzaken afhankelijk van het soort gas en duur van blootstelling.

Het effect van de verdovingsmethodes op de kwaliteit van het vlees is voornamelijk afhankelijk van het dierenwelzijn en een reductie van stress. Dit resulteert in minder vleesverlies en een stijging in de efficiëntie van de vleesproductie. Stress kan leiden tot een hogere bacteriële groei, 'pale soft exsudative' (PSE) of 'dark firm dry'(DFD) vlees en verminderd dierenwelzijn kan resulteren in meer fysieke verwondingen en meer stresshormonen.

De verdovingsmethodes courant toegepast bij pluimvee bestaan uit: mechanische verdoving met een slagpin, elektrische verdoving met een elektrisch geladen zoutwaterbad, elektrische elektroden enkel op de kop of op het lichaam en de kop en tenslotte gasverdoving met een gasmengsel van Ar, N₂ of een ander inert gas met zuurstof (O₂) of CO₂ met Ar, N₂ en O₂ aan verschillende concentraties.

De effecten op het dierenwelzijn zijn net als bij varkens, zeer divers. Bij alle methodes is er kans op dislocaties of fracturen door het bevestigen aan de slachtlijn. De mechanische verdoving kan leiden tot fracturen van de schedel en structurele schade van de hersenen gevolgd door sterfte. Bij de elektrische verdoving is er kans op pijn, convulsies, hoge stressniveaus, vroegtijdige elektrische schokken en dieren die onvoldoende of zelfs niet bedwemd zijn. Bij de gasverdoving is er kans op pijn, hernieuwd bewustzijn, respiratoire stress, asfyxie, excitatie, hypercapnee en hypoxie met sterfte tot gevolg.

Een positief effect op de kwaliteit van het vlees kan bekomen worden door stress te reduceren, door middel van: ten eerste de hantering van de dieren te minimaliseren, ten tweede een gekwalificeerde opleiding te voorzien van het personeel die deze handelingen uitvoeren, ten derde een verhoogde ventilatie, ten vierde gedimd licht hanteren in de ophangruimte en tot slotte het plaatsen van een borstplaat langs de slachtlijn.

Trefwoorden: Verdoving - varkens - pluimvee - dierenwelzijn - vleesproduct

INLEIDING

Situering

In de Europese Unie worden in commerciële slachthuizen en op veebedrijven varkens en pluimvee voorafgaand aan het slachten verdoofd. Dit wordt toegepast met als doel een tijdelijk bewustzijnsverlies en ongevoeligheid voor stimuli te induceren om op deze manier het dierenwelzijn tijdens het slachten zo min mogelijk in het gedrang te brengen. Hierdoor zijn de dieren niet angstig, voelen ze geen pijn, hoeven ze niet te lijden en ervaren ze geen spanning. Nadat een dier verdoofd is, voert men zo snel mogelijk de keelsnede of de borststeek uit, zodat het interval hiertussen voldoende kort is om de dood te induceren door bloedverlies vooraleer het dier terug bij bewustzijn komt (Anonymous, 2004)

Er bestaan verschillende methodes zoals mechanische, elektrische en gasverdooving. De toegepaste methode, de diersoort en het dier zelf hebben allemaal een invloed op de duur van het bewustzijnsverlies, de ongevoeligheid en zorgen voor een variatie hierin (Anonymous, 2004)

Voor slachthuizen is het van belang dat de gebruikte verdovingsmethode snel achtereenvolgens kan worden toegepast, reproduceerbaar en effectief is. Voor de consument is het dierenwelzijn een belangrijk onderdeel in het slachtproces. Een beter dierenwelzijn en voornamelijk een gereduceerd stressniveau zorgt voor minder fysieke verwondingen en een betere vleeskwaliteit (Chambers en Grandin, 2001; Anonymous, 2007a).

Probleemstelling

Een veel toegepaste verdovingsmethode bij varkens en pluimvee is de elektrische verdooving. Voldoet deze methode aan alle eisen van de slachthuizen en de consumenten? Is de elektrische verdooving in vergelijking met de andere mogelijkheden de beste keuze of kan men beter kiezen voor een andere methode?

Kortom is er nog een toekomst voor de elektrische verdooving bij varkens en pluimvee?

In deze literatuurstudie worden achtereenvolgens de verdooving en slachting, alsook de verschillende toegepaste verdovingsmethodes bij varkens besproken, gevolgd door het effect hiervan op het dierenwelzijn en op de vleeskwaliteit. Hierna volgt op gelijkwaardige wijze de bespreking voor pluimvee. Het geheel wordt afgerond met een bespreking over het toekomstig gebruik van de elektrische verdooving bij deze diersoorten.

LITERATUURSTUDIE

1 Verdoving en slachting

Volgens de 'European Food Safety Authority' (EFSA) (Anonymous, 2004) is de toepassing van een verdoving voor het slachten een statutaire vereiste in de Europese unie, met uitzondering van de rituele slachtingen. In Europa worden in de commerciële slachthuizen en op de veebedrijven verdovingen toegepast met als doel een tijdelijk bewustzijnsverlies en ongevoeligheid voor stimuli te induceren voor het slachten. Op deze manier kan het dierenwelzijn tijdens het slachtproces zoveel mogelijk gevrijwaard worden. Na een juist uitgevoerde verdoving kan de slachting van de dieren plaatsvinden, zonder dat deze angstig zijn, pijn voelen, lijden of spanning moeten ondergaan (Anonymous, 2004). Volgens McKinstry en Anil (2004) is de doelstelling van een verdoving om ongevoeligheid ten opzichte van pijn bij de dieren te induceren tot het moment van sterfte.

In de lidstaten van de Europese Unie worden de dieren die voor de humane consumptie worden geslacht, gedood door snel bloedverlies na het doorsnijden van de grote bloedvaten in de hals (zie Fig. 1 en 2) of via een borststeek (Anonymous, 2004).

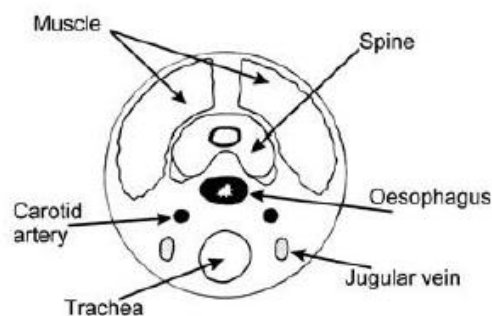


Fig. 1: Alle structuren die aanwezig zijn ter hoogte van de nek, onder andere de twee carotis arteriën en de jugularis venen die allen worden doorgesneden bij het slachten (Uit: Anonymous, 2013a).

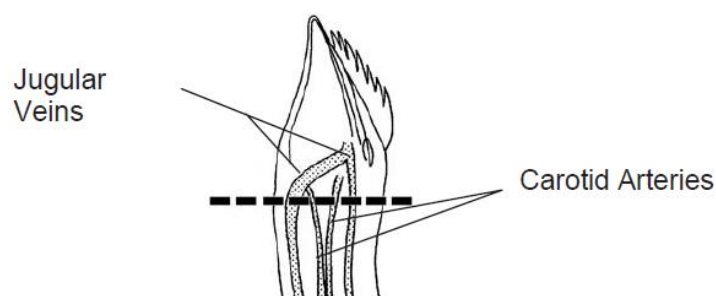


Fig. 2: De stippellijn geeft de plaats van de neksnede bij pluimvee weer waarbij de twee carotis arteriën en de jugularis venen doorgesneden worden (Uit: Anonymous, 2005).

Volgens de 'Humane Slaughter Association' (HSA) (Anonymous, 2013a) wordt er bij de borststeek (zie Fig. 3) een mes met een lengte van minimaal 120 millimeter ingebracht in de middellijn van de nek, net voor het borstbeen, zodat alle grote bloedvaten afkomstig van het hart kunnen worden doorgesneden.

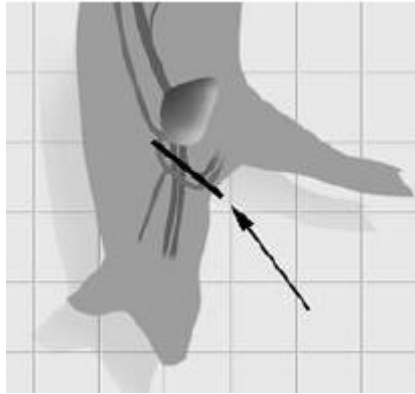


Fig. 3: De pijl geeft de plaats van de borststeek weer, welke nodig is om een goede uitbloeding bij varkens te bekomen (Uit: Anonymous, 2013a).

Een zo snel mogelijk bewustzijnsverlies gevolgd door sterfte is hierbij het streefdoel. Als een dier onverdoofd geslacht wordt, zoals bij de rituele slachting, zal het pas na het verlies van een grote hoeveelheid bloed het bewustzijn verliezen waarna uiteindelijk de dood intreedt ten gevolge van bijkomend bloedverlies. Het slachten zonder verdoving zorgt ervoor dat de dieren angst en een verminderd welzijn ervaren, dit door het bewust meemaken van de snede en het daarop volgende uitgesproken bloedverlies. De sneden veroorzaken substantiële weefselschade in gebieden welke goed voorzien zijn van pijnreceptoren. Men heeft geconstateerd dat de snelle bloeddrukdaling, volgend op het vlugge bloedverlies angst en paniek veroorzaakt bij een dier dat niet verdoofd is (Anonymous, 2004; Gibson et al 2009a; Gibson et al 2009b). Daarnaast is er ook een verminderd welzijn bij de dieren die bloed inhaleren of bloeden in de trachea terwijl ze bij bewustzijn zijn. Aan de hand van de hersenrespons en het gedrag van de dieren is geconstateerd dat de tijd tussen het doorsnijden van de grote bloedvaten en het optreden van ongevoeligheid bij de dieren, 25 seconden bedraagt bij varkens en 2,5 minuut bij pluimvee, wanneer er geen verdoving wordt toegepast (Anonymous, 2004). Als de dieren effectief geslacht zijn, vallen ze neer, zonder een ritmische ademhaling, hebben de ogen een gefixeerde en glazige expressie, is er geen corneareflex meer aanwezig, is de kaak ontspannen en hangt de tong eruit (Anonymous, 2013a).

Een efficiënte verdovingsmethode zorgt ervoor dat de neuronen en de regelmechanismen van de neurotransmitters in de hersenen onderbroken worden. Dit resulteert in een lang aanhoudende gedepolariseerde neuronale status, waardoor de dieren ongevoelig worden voor pijn en buiten bewustzijn raken. De meerderheid van de toegepaste verdovingsmethodes induceert een uitgebreide elektrische synchronisatie in de hersenen, welke resulteert in een rustig iso-elektrisch elektro-encefalogram (EEG). Afhankelijk van de diersoort en de toegepaste methode van verdoving, tonen de dieren direct na en tijdens het toepassen van deze verdoving fysiologische reflexen en specifieke gedragsveranderingen, die kunnen bijdragen aan de monitoring van de effectiviteit ervan. Als voorbeeld hiervan kan de vocalisatie worden genomen waarbij het optreden van dit gedrag een indicatie kan zijn dat het dier pijn lijdt (Warriss et al, 1994; Anonymous, 2004). Echter de afwezigheid van vocalisatie kan niet garanderen dat het dier niet lijdt of geen pijn voelt. Volgende de EFSA (Anonymous, 2004) zou men onder praktische omstandigheden altijd de reactie op pijnprikkels, de ooglidreflexen en de oprichtreflex moeten nagaan, wanneer deze reflexen afwezig zijn in combinatie met een normale ritmische ademhaling kan de verdoving als effectief worden beschouwd.

Grandin (2010) heeft een numeriek dier-gebaseerd scoringsysteem ontworpen om het welzijn van de dieren in het slachthuis correct te kunnen monitoren. Dit systeem houdt rekening met het feit of de dieren bij de eerste poging bedwelmd zijn, of de dieren na bedwelming gevoelloos zijn, of ze niet vallen tijdens de handelingen vanwege de gladde vloeren, of de dieren niet vocaliseren tijdens de handelingen en de verdoving en met het percentage dieren dat door middel van een prikkelaar vooruit worden gedreven.

De toegepaste methode, de diersoort en het dier zelf hebben allemaal een invloed op de duur van het bewustzijnsverlies, de ongevoeligheid en zorgen voor een variatie hierin. Nadat een dier verdoofd is, voert men zo snel mogelijk de keelsnede of de borststeek uit, zodat het interval hiertussen voldoende kort is om dood te induceren door bloedverlies voordat het dier terug bij bewustzijn komt. Het doel is om de toestroom van geoxygeneerd bloed naar de hersenen zo snel mogelijk te stoppen ongeacht de diersoort of de toegepaste steek- of snijmethode (Anonymous, 2004).

Volgens de EFSA (Anonymous, 2004) zou het slachthuispersoneel dat instaat voor de verdoving en slachting van de dieren, de juiste opleiding moeten hebben genoten. Daarnaast zouden hun vaardigheden en kennis getoetst moeten zijn, dit voornamelijk op het gebied van het dierenwelzijn. De medewerkers zouden een positieve houding moeten hebben met het oog op het verbeteren van het welzijn van de dieren en ze moeten competent en gecertificeerd zijn. Daarnaast is het van belang dat ze bijscholing genieten, zodat de kennis en vaardigheden de nieuwe technologische ontwikkelingen volgen (Anonymous, 2004; Anonymous, 2007a).

Aanvullend is het van belang dat het materiaal dat nodig is om een juiste verdoving te induceren in goede conditie verkeert, juist onderhouden en wanneer nodig hersteld wordt (Anonymous, 2004).

2 De mogelijke verdovingsmethodes bij varkens

2.1 Verschillende verdovingsmethodes

Er bestaan verschillende verdovingsmethodes voor het slachten van varkens, zoals: mechanische, elektrische en gasverdoving (Anonymous, 2004). De meest courant toegepaste methodes zijn momenteel de elektrische en de gasverdoving (Brandt en Aaslyng, 2015).

Mechanische verdoving

Eén van de mechanische verdovingsmethodes bij varkens is een frontaal schot door de schedel met behulp van een penetrerende slagpin (zie Fig. 4). De slagpin kan door buskruit, perslucht of een veer onder spanning worden weggeschoten (Barton-Gade et al., 1997). Deze methode wordt in slachthuizen zelden toegepast, maar kan gebruikt worden als tweede optie indien de courant gebruikte methodes falen. Indien correct toegepast, leidt het onmiddellijk tot bewustzijnsverlies, omdat de slagpin de hersenen beschadigt. Hierop volgend moet de uitbloeding zo snel mogelijk plaatsvinden (Barton-Gade et al., 1997).

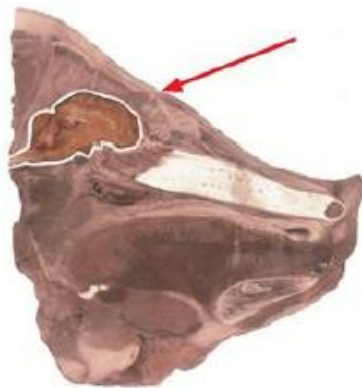


Fig. 4: De juiste positionering van een penetrerende slagpin bij mechanische verdoving van varkens is hier aangegeven met de rode pijl (Uit: Anonymous, 2013a).

Deze methode kan niet worden toegepast bij volwassen zeugen en beren, omdat er bij deze dieren een rigide bot aanwezig is in het midden van het voorhoofd (zie Fig. 5). Dit bot kan ervoor zorgen dat de verdovingsmethode niet effectief is (Anonymous, 2004; Anonymous, 2013a). Een schot met een losse kogel afkomstig van een pistool kan bij deze dieren wel een verdoving induceren (Anonymous, 2013a).



Fig. 5: Een weergave van een schedel van een volwassen zeug of beer met het rigide stuk bot ter hoogte van het voorhoofd, precies daar waar de penetrerende slagpin normaal gepositioneerd wordt (Uit: Anonymous, 2013a).

Een andere manier van mechanische verdoven is een losse kogel die afgevuurd wordt door een pistool (op minder dan 10 centimeter (cm), zachte/lege kogel en een kaliber van meer dan 0.22), een geweer (op minder dan 10 cm, zachte/lege kogel en een kaliber van meer dan 0,22) of een jachtgeweer. Deze methode kan worden toegepast bij gekweekte everzwijnen die moeilijk hanteerbaar zijn of wanneer andere mechanische of elektrische verdovingsmethoden niet werken. Hierbij worden de dieren bedwelmd door middel van een enkel schot door de kop, dat toegediend dient te worden door een getrainde en gecertificeerde werknemer van het slachthuis. Daarna worden de dieren zo snel mogelijk uitgebloed door het doorsnijden van de beide carotis arteriën (Barton-Gade et al., 1997).

Elektrische verdoving

Er bestaan drie methodes om varkens elektrisch te verdoven, waarbij in elk van de gevallen de dieren in bedwang gehouden moeten worden (Brandt en Aaslyng, 2015): bij de eerste methode worden er elektroden op de kop geplaatst, bij de tweede en derde methode worden er elektroden op de kop en het lichaam geplaatst waarbij er in één of twee fasen elektrische schokken worden doorgegeven.

De eerste methode veroorzaakt enkel veranderingen in de hersenen terwijl de andere methode zowel in de hersenen als in het hart veranderingen induceren. De elektroden zenden bij juist contact een constante krachtstroom en een specifiek voltage toegepast voor varkens uit. Bij een correcte toepassing van deze methode is er een onmiddellijk verlies van het bewustzijn bij de dieren (Barton-Gade et al., 1997; Anonymous, 2004; Anonymous, 2007a). De snelheid van de bedwelming wordt bepaald door de stroom die door de hersenen gaat en deze is op zijn beurt afhankelijk van de elektrische weerstand tussen de twee elektroden. Het voltage moet dan ook hoog genoeg zijn om deze weerstand te kunnen overbruggen, zodat de duur van blootstelling aan de elektrische stroom zo kort mogelijk is. Er zijn diverse factoren die bijdragen tot de totale weerstand: materiaal van de elektrodes, de huid, de dikte en de porositeit van de schedel, het hersenweefsel en de afstand tussen de twee elektroden (Troeger, 1991; Anonymous, 2007a). Het is belangrijk dat de elektroden regelmatig gecontroleerd worden en dat er bij een verminderde stroomafgifte een signaal wordt afgegeven (Barton-Gade et al., 1997).

Indien er enkel elektrodes op de schedel worden geplaatst, dan worden deze aan beide zijden van de kop achter de oren of in de nek gepositioneerd, zodat op deze manier de hersenen worden omvat (zie Fig. 6 en 7). Het is van belang dat er tijdens de verdoving goed contact is tussen de elektroden en de kop. Daarnaast is het belangrijk dat de elektroden goed schoon zijn, zodat er hierdoor geen verminderde stroomsterkte kan ontstaan (Barton-Gade et al., 1997).



Fig. 6: De meest toegepast positionering van de elektrodes op de kop van een varken (Uit: Anonymous, 2013b).



Fig. 7: Een alternatieve positionering van de elektrodes op de kop van een varken (Uit: Anonymous, 2013b).

Om bij de varkens een onmiddellijk verlies van bewustzijn te induceren, wordt er gedurende 1 seconde een stroom met een stroomsterkte van minimum 1,3 Ampère (A) (effectieve waarde) door de hersenen gestuurd. Dit is de minimale waarde indien men gebruik maakt van wisselstroom met een sinusoidale golfvorm en een frequentie van 50-150 Hertz (Hz). Binnen 15 seconden na de elektrische schok zou de borststeek moeten worden uitgevoerd of moeten beide carotis arteriën worden doorgesneden, om te verhinderen dat het dier terug bij bewustzijn komt (Barton-Gade et al., 1997; Anonymous, 2004).

Bij de tweede elektrische verdovingsmethode, waarbij er gepoogd wordt om een hartstilstand te veroorzaken, wordt er een elektrische schok toegediend, die simultaan door de hersenen en het hart stroomt. Hiertoe wordt één van de elektroden op de kop gepositioneerd en de andere op het lichaam (Barton-Gade et al., 1997). Hierbij wordt er gebruik gemaakt van wisselspanning met een resulterende stroomsterkte van minimum 1,3 A (effectieve waarde) bij 50 Hz en die gedurende 1 (Anonymous, 2004) tot 3 seconden (Barton-Gade et al., 1997) aangehouden wordt. Door deze elektrische schok induceert men een ventriculaire fibrillatie van het hart en een onmiddellijk verlies van het bewustzijn (Anonymous, 2004).

De derde elektrische verdovingsmethode betreft een elektrische schok toegediend in twee opeenvolgende fases. Eerst wordt er een schok toegediend over de kop, welke onmiddellijk gevolgd wordt door een schok van de kop naar het lichaam of enkel over de borst om een hartstilstand te induceren (Barton-Gade et al., 1997). Bij deze methode wordt er wederom gebuikt gemaakt van wisselspanning met een resulterende stroomsterkte van minimum 1,3 A (effectieve waarde) bij 50 Hz, die gedurende 1 (Anonymous, 2004) tot 3

seconden (Barton-Gade et al., 1997) toegediend wordt over de hersenen. Deze wordt dan gevolgd door een elektrische schok ter hoogte van het hart: wisselstroom met een resulterende stroomsterkte van minimum 1 A (effectieve waarde) bij 50 Hz, die minimaal 1 (Anonymous, 2004) tot 3 seconden (Barton-Gade et al., 1997) aangehouden wordt. De eerste schok induceert het onmiddellijke bewustzijnsverlies en de tweede de ventriculaire hartfibrillatie. Wanneer deze methode manueel wordt uitgevoerd, is het aangewezen om de beide schokken minimaal gedurende 3 seconden toe te passen, dit om zeker te zijn dat de stroom eerst de hersenen of gelijktijdig de hersenen en het hart bereikt (Barton-Gade et al., 1997; Anonymous, 2004).

Gasverdooving

Bij gasverdooving verblijven de dieren in een ruimte waarin de concentratie van bepaalde gassoorten is verhoogd. Er bestaan de verschillende soorten: enkel een verhoogde concentratie van koolstofdioxidegas (CO₂) aan 80 tot 90 procent (%), een gasmengsel met een CO₂ concentratie van 30% in argongas (Ar) of in stikstofgas (N₂) en een verdooving door enkel een verhoogde concentratie tot 80 à 90% Ar (Anonymous, 2004). Het bekomen van lage residuele concentraties aan zuurstof (O₂) van maximaal 2%, is de uitdaging bij het gebruik van gasmengsels. Dit kan beoogd worden met: 30% CO₂ gecombineerd met 60% Ar of N₂ of met 90% Ar of N₂ (of een ander gas met inerte eigenschappen) (Anonymous, 2004).

Voor de gasgeïnduceerde bedwelming bestaan er twee verschillende systemen. Als eerste het onderdompelings-liftsysteem, waarbij de varkens continu worden neergelaten in de gewijzigde gas atmosfeer. Het tweede systeem, welke het meest gebruikt wordt, betreft het paternostersysteem waarbij varkens achtereenvolgens in gondels worden neergelaten in de gewijzigde atmosfeer, met haltes als varkens het systeem verlaten of binnen gaan. Per slachthuis kunnen de gebruikte concentraties in het gasmengsel, het aantal gondels en de verblijftijd van de dieren variëren (Barton-Gade et al., 1997).

Bij de toepassing van CO₂-verdooving bij varkens, zijn de dieren niet onmiddellijk buiten bewustzijn en gevoelloos, maar vindt de inductie hiervan plaats binnen 30 seconden na de aanvang van blootstelling aan 80 tot 90% CO₂. Als de dieren gedurende een langere tijd verblijven bij een hoge concentratie CO₂ in de lucht (vanaf 80%) is de duur van de bewusteloosheid ook verlengd. Als gevolg hiervan kan het interval tussen de toepassing van de verdooving en het toepassen van de verbloedingssteek ook verlengd worden, zonder dat de dieren bij bewustzijn komen (Anonymous, 2004). Echter wanneer de varkens gedurende 5 minuten of langer blootgesteld worden aan een gasmengsel dat meer dan 90% CO₂, dan is het mogelijk dat ze gedood worden door deze verdooving (Barton-Gade et al., 1997).

Bij de gasverdooving met een mengsel van CO₂ (aan 30%) in Ar of in N₂ is de duur van het bewustzijnsverlies minder dan 50 seconden, als de varkens gedurende 3 minuten hieraan worden blootgesteld. Om de dieren te verdoven en te doden door middel van het gasmengsel is een langere blootstelling van 7 minuten nodig (Anonymous, 2004).

De blootstelling aan enkel Ag- of N₂-gas in hoge concentraties (vanaf 90%) gedurende 3 minuten induceert hetzelfde effect, namelijk het verlies van het bewustzijn gedurende minder dan 50 seconden. Echter de blootstelling hieraan gedurende 7 minuten zal hypoxie veroorzaken. Momenteel is het nog onbekend hoelang de blootstelling moet aanhouden vooraleer het dier gedood zal worden (Anonymous, 2004).

Bij praktische problemen, gezien het korte verdovings- en steekinterval, is het een optie volgens de EFSA (Anonymous, 2004) om door middel van een elektrische schok ventriculaire hartfibrillatie te induceren.

Andere verdovingsmethodes

Volgens de EFSA (Anonymous, 2004) zijn andere verdovingsmethodes bij varkens experimenteel getest zoals een waterstraalverdoving of -doding en bestraling met microgolven. Deze methodes zijn niet verder onderzocht wegens de nadelen voor het dierenwelzijn, gezondheid van de werknemers en veiligheidsredenen.

2.2 Effect van de verdovingsmethodes op het dierenwelzijn

Mechanische verdoving

Volgens Barton-Gade et al., (1997) is het geschatte aantal foutief toegediende bedwelmingen met een slagpin, 5 tot 10%. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt doordat de juiste presentatie van de kop (frontaal schot benodigd) van het dier onvoldoende gefaciliteerd is. Bij een foutieve schietpositie kunnen de varkens terug bij bewustzijn komen, een tweede succesvol bedwelmend schot is dan moeilijker omdat er dan al structurele schade aan de schedel is veroorzaakt. Bij dieren onder de 150 kilogram (kg) zou de penetratie van de slagpin bij een correct uitgevoerd schot 9 millimeter moeten zijn om een volledige bedwelming te bekomen (Barton-Gade et al., 1997).

Het accuraat schieten van de penetrerende slagpin bij varkens is zeer moeilijk waardoor er regelmatig fouten ontstaan en daarnaast is de methode niet effectief bij volwassen zeugen en beren wegens de aanwezigheid van een rigide botstructuur ter hoogte van het voorhoofd (Anonymous, 2004; Anonymous, 2013a). Dit tezamen zorgt er voor dat men bezorgd is over het welzijn van de dieren wanneer deze methode toegepast wordt (Anonymous, 2004).

Bij de mechanische bedwelming geïnduceerd door losse kogels is het vooral belangrijk dat het schot in één keer juist wordt toegediend en bij voorkeur met een zachte of holle kogel. Dit soort kogels zorgt ervoor, dat bij de impact op de kop de neussinus afbrokkelt en op deze manier energie levert voor de beschadiging van de hersenen door middel van een hersenschudding. Harde kogels penetreren de schedel en de hersenen. Vanuit het oogpunt van dierenwelzijn zijn de holle of zachte kogels eerder aangewezen (Barton-gade et al., 1997).

Elektrische verdoving

Om deze methode juist toe te passen moeten de dieren eerst in bedwang gehouden worden, zodat de elektroden correct gepositioneerd kunnen worden op het dier. Het moment dat de dieren naar de plaats worden geloodst waar men ze vastzet, veroorzaakt zeer veel stress. Daarnaast is het onvolledig of onjuist geïmmobiliseerd worden van de dieren in een slecht ontworpen systeem zeer stressvol (Anonymous, 2004). De stress die ontstaat door het in bedwang houden van de dieren voor de elektrische verdoving kan geëvalueerd worden aan de mate van vocalisatie (Warriss et al., 1994; Breandt en Aaslyng, 2015).

Het onjuist plaatsen van de elektroden, bijvoorbeeld doordat de dieren niet volledig geïmmobiliseerd zijn, kan leiden tot pijnlijke elektrische schokken en een onvolledige verdoving. Elke afwijkende plaatsing van de

elektroden op de kop zorgt ervoor dat er een andere stroomweerstand ontstaat (Barton-Gade et al., 1997; Anonymous, 2004). Volgens de 'Food Chain Evaluation Consortium' (FCEC) (Anonymous, 2007a) ontstaan er bij slechte plaatsing van de elektrodes en/of onvoldoende contact van de elektrodes met de kop, brandplekken op de huid als gevolg van de hitte, die zich ontwikkelt door de verhoging van de elektrische weerstand. Dit tezamen zorgt voor een duidelijk verminderd welzijn van de dieren (Barton-Gade et al., 1997; Anonymous, 2004).

Door het foutief plaatsen van de elektroden of het te lange interval tussen de verdoving en het uitbloeden in commerciële condities, zijn er een aantal dieren die inadequaat bedwelmd zijn en dieren die een tweede bedwelming vereisen. Bij een verhoging van de stroomfrequentie boven de 1500 Hz wordt de tijd dat de dieren bewusteloos zijn, gereduceerd. Wordt dit toch toegepast dan moeten de varkens direct worden uitgebloed (Barton-Gade et al., 1997).

Bij automatische elektrische verdovingssystemen kunnen er fouten ontstaan bij het plaatsen van de elektroden, omdat de dieren van ongelijke grootte zijn of door een slecht ontwerp van het systeem.

Normaal induceert de elektrische verdoving een ventriculaire hartfibrillatie, wat ervoor zorgt dat de dieren niet bij bewustzijn raken tijdens het uitbloeden. Echter tijdens het ophangen van de dieren aan de slachtlijn en het optakelen, kan het voorkomen dat het hart vanzelf reanimeert en het dier terug bij bewustzijn komt (Anonymous, 2004).

Daarnaast is het bij de manuele toepassing van de elektrische verdovingsmethode in twee fases van belang dat deze gedurende 3 seconden wordt toegepast aan de minimaal aanbevolen stroomhoeveelheden om te voorkomen dat het bij bewust zijnde dier zou worden gedood door een hartstilstand. Dit is namelijk een inhumane manier van sterven. Het is dus van belang dat de stroom eerder of gelijktijdig de hersenen bereikt in vergelijking met het hart (Anonymous, 2004).

Gasverdoving

Volgens Barton-Gade et al., (1997) heeft praktische ervaring uitgewezen dat varkens zo snel mogelijk (binnen 10 seconden) aan de maximum concentratie CO₂-gas (minimum van 70% en op de bodem van het liftsysteem 90%) moeten worden blootgesteld om de reactie van de dieren te verminderen en bedwelming zo snel mogelijk te laten plaatsvinden.

Gasverdoving met het CO₂-gas heeft bij varkens als voordeel voor het dierenwelzijn dat de dieren niet geïmmobiliseerd hoeven te worden en daarnaast dat ze met meerdere dieren tegelijkertijd bedwelmd kunnen worden (afhankelijk van de beschikbare ruimte van de gondels). Dit geeft een reductie van de stress die anders zou ontstaan zijn door benodigde immobilisatie. Praktische testen hebben uitgewezen dat de varkens kalmer zijn tijdens de inductie van de bedwelming wanneer ze dit samen met een soortgenoot ondergaan. Het is dan ook aangewezen om de dieren minimaal per twee in een gondel te bedwelmen (Barton-Gade et al., 1997).

Onderzoeken uitgevoerd door van Cantieni (1976) en Raj en Gregory (1995) hebben aangetoond dat de grote meerderheid van de varkens een atmosfeer met hoge concentraties CO₂-gas zullen vermijden. De dieren meden deze atmosfeer ook al werd er een beloning aangereikt en zelfs na 24 uur vasten zag men

dezelfde reactie (Raj en Gregory, 1995). Daarnaast is het door Raj en Greory (1996) en Zeller et al., (1987) beschreven dat sommige varkens een ontsnappingspoging proberen te wagen tijdens de bedwelming met CO₂-gas .

Er treedt aversie op bij de varkens wanneer de concentraties van het CO₂-gas boven een percentage van 30% uitkomt. Dit lokt bij de dieren voordat ze het bewustzijn verliezen hyperventilatie, happen naar lucht (Raj en Gregory, 1996a) en irritatie van de mucosa uit, welke als pijnlijk ervaren kunnen worden. Een specifieke benaming hiervoor is hypercapnische hypoxie, waarbij het CO₂-gas de plaats van het zuurstofgas (O₂) inneemt op het hemoglobine (de carrier van O₂) in het bloed. We kunnen hier dus duidelijk uitgaan van een afname van het dierenwelzijn (Anonymous, 2004).

Hoenderken (1979) en Raj et al., (1997) zijn bezorgd dat de hyperventilatie en de diepere ademhaling zullen aanhouden totdat bewusteloosheid optreedt en dit gedurende 38 seconden zou kunnen duren. Studies bij mensen hebben aangetoond dat er bij inhalatie van hoge concentraties van het CO₂-gas dyspnee en kortademigheid ontstaat (Stark et al., 1981; Gregory et al., 1990). Andere studies hebben aangetoond dat de varkens bij een snelle blootstelling aan een hoge concentratie CO₂-gas weinig reactie vertonen (Lambooij, 1990; Forslid, 1992; Barton-Gade, 1996a; Barton-Gade, 1996b). De huidige veronderstelling luidt dan ook dat het een voordeel is dat de ademhaling sneller en dieper is, omdat dit de opname van het gas versnelt en de bedwelming zo sneller wordt bekomen (Forslid, 1992).

De gasverdovingsmethode met enkel hoge concentraties van Ag-gas induceert minder aversie bij varkens, dan de combinatie van CO₂- (30%) met Ag- of N₂-gas of alleen met CO₂-gas (80 of 90%) (Anonymous, 2004).

Volgens de EFSA (Anonymous, 2004) is het aangeraden in verband met het dierenwelzijn om de varkens in een stabiele sociale groep met een minimum aan inbedwanghouding de gasverdoving te laten ondergaan. De handelingen die voor het verdoven worden uitgevoerd zijn hierbij van groot belang. Bij voorkeur worden de oplaadgangen en de bakken van de gascarrousel zodanig ontworpen dat ze minimale stress bij de dieren induceren. Daarnaast raden zij ook aan om gebruik te maken van Ag- of N₂-gas of een mengsel hiervan, aangezien deze geen aversie opwekken bij varkens (Anonymous, 2004).

Daarnaast moet er volgens de EFSA (Anonymous, 2004) ook rekening gehouden worden met de kans dat de dieren na een gasverdoving snel weer bij bewustzijn kunnen komen. Als gevolg hiervan wordt er aangeraden om het interval tussen de verdoving en de verbloedingssteek zo kort mogelijk te houden. Specifiek geldt dat, bij een verblijftijd van 3 minuten, het interval 25 seconden mag bedragen en bij een verblijftijd van 5 minuten dit 45 seconden mag zijn, bij een gasmengsel bestaande uit 30% CO₂ met 60% Ar of gas verdoving alleen met 90% Ar.

Wanneer de dieren langer dan 7 minuten worden blootgesteld aan een gasmengsel van CO₂ aan 30% en Ar aan 60%, is het interval niet meer van belang aangezien de dieren dan al gestorven zijn. Het interval mag maar 60 seconden bedragen bij een verblijftijd van 7 minuten voor een gasverdoving geïnduceerd met hoge concentraties van Ar tot 90%.

In de commerciële tak van de varkensslachterijen is het onhaalbaar om te voldoen aan de lange benodigde induceertijd en het korte interval tussen de verdoving en de borststeek. Er moet immers tijd voorzien worden om de dieren te bevestigen aan de slachtlijn, op te takelen en te brengen naar de plaats waar de borststeek of halssnede wordt uitgevoerd. Als alternatief kan er daarom gebruik gemaakt worden van een gasverdoving met een CO₂ concentratie van 30% met een Ar concentratie van 60% of met hoge concentraties van Ar tot 90%, waarna men bij deze dieren een elektrische schok ventriculaire hartfibrillatie induceert. Hiermee kan de verblijftijd in het gasmengsel worden gereduceerd tot 90 seconden (Anonymous, 2004).

2.3 Effect van de verdovingsmethodes op de kwaliteit van het vlees

Uit een enquête, die naar verschillende slachthuizen in de Europese Unie gestuurd werd, is gebleken dat een beter dierenwelzijn en dan voornamelijk een gereduceerd stressniveau bij de varkens, een betere vleeskwaliteit oplevert (Anonymous, 2007a). Wanneer de dieren stress ervaren kan dit bij varkens leiden tot 'pale soft exsudative' (PSE) of 'dark firm dry' (DFD) vlees (Anonymous, 2007a). Volgens Warriss et al. (1994) is het door middel van bloedafnames aan te tonen dat de varkens die stress hebben vertoond (beoordeeld via de hoorbare vocalisatie) een gestegen lactaat en creatinine fosfokinase (CPK) hebben. Er is een positieve relatie tussen de mate van vocalisatie van de varkens, de levels van lactaat/CPK en een slechtere vleeskwaliteit. Daarnaast is er ook een progressieve stijging van de incidentie van PSE- en DFD-vlees in de slachthuizen waar de varkens gestresseerd zijn (Warriss et al., 1994).

Met PSE-vlees wordt vlees bedoeld dat hogere glucoselevels dan normaal bevat, die bij onvoldoende aanwezigheid van zuurstof (dus na slachten) omgezet worden in lactaatzuur en water. Dit kan door verschillende oorzaken ontstaan, zoals door genetische predispositie, een gestegen metabolisme dat het sympathische zenuwstelsel beïnvloedt en/of door een kortdurende stressperiode (gestegen stresshormonen zoals adrenaline) voorafgaand aan het slachten die ook het sympathische zenuwstelsel beïnvloedt. De gestegen adrenaline zorgt voor een verhoogde afbraak van glycogeen, waarbij glucose wordt gevormd (Anonymous, 2007a).

Met DFD-vlees wordt vlees bedoeld dat een lagere hoeveelheid glycogeen bevat, met het gevolg dat er minder lactaatzuur wordt geproduceerd en de zuurtegraad (pH) hierdoor onvoldoende laag is. De te hoge pH zorgt ervoor dat de bacteriële groei onvoldoende kan worden geremd, met een sneller bederf van het vlees als gevolg. Het kan worden veroorzaakt door: lang aanhoudende stress, een overmaat aan fysieke activiteit of een inadequaet dieet voorafgaand aan het slachten (Anonymous, 2007a).

Daarnaast kan het slachthuis door middel van een optimaal dierenwelzijn ervoor zorgen dat het aantal fysieke verwondingen, zoals kneuzingen en kleine capillaire bloedingen, worden gereduceerd. Door deze reductie worden er minder stresshormonen in het dier vrijgesteld, die anders een vernietigende impact kunnen hebben op de vleeskwaliteit. Het is van belang dat de vloer in de wachthokken, de gangpaden en de verdovingsruimte niet glad is om kneuzingen en dus de kans op vleesbeschadiging te minimaliseren. Daarnaast kan de stress van de varkens ook verminderd worden door ervoor te zorgen dat het licht gedimd en indirect is, dat er zo min mogelijk en enkel op de achterhand gebruik wordt gemaakt van elektrische prikkelaars, dat de varkens zo lang mogelijk voor het betreden van de wachtruimten of de verdovingsruimte twee aan twee kunnen blijven lopen en daarnaast dat het geluid gereduceerd wordt (Anonymous, 2007a).

Als gevolg van het toepassen van deze maatregelen hebben slachthuizen, waar er beter rekening wordt gehouden met het dierenwelzijn en een vermindering van het stressniveau, een hogere vleesopbrengst van een betere kwaliteit in een hogere categorie van vleesclassificatie en hoeven ze minder beschadigd vlees weg te snijden (Anonymous, 2007a). Daarnaast is er bij gestresste dieren een hoger gehalte aan lactaat zuur (na 24 uur werd een pH van 6,2 gemeten) aanwezig in de spieren, wat de bacteriële groei faciliteert. De bacteriële groei kan geur- en kleurveranderingen of hygiënische problemen en bederf van vlees induceren. Dit kan dan als gevolg hebben dat de houdbaarheid van vlees vermindert (Chambers en Grandin, 2001; Anonymous, 2007a).

Al met al kan een verbeterd dierenwelzijn en een reductie van stress bij de varkens tijdens het verdovingsproces leiden tot minder vleesverlies en een stijging in de efficiëntie van de vleesproductie (Anonymous, 2007a).

Elektrische verdoving

Een goede monitoring tijdens de bedwelming resulteert in een vroege detectie van mogelijke aanwezige problemen in de benodigde uitrusting. Een late detectie van problemen kan namelijk resulteren in problemen met de vleeskwaliteit. Een accurate en volledige registratie van de elektrische parameters aanwezig tijdens de bedwelming heeft implicaties op de kwaliteit van het geproduceerde vlees (Anonymous, 2007a).

Volgens Boosen en Roming (1993) zorgt goede advisering over de gemaakte fouten door het personeel ervoor dat de verdovingsresultaten verbeteren. Het bijhouden van de gegevens zorgt voor een goede monitoring, omdat de werknemers, die de verdoving uitvoeren zelf de uitkomst zien van hun toegepaste methode. Dit alles leidt tot een verbeterde vleeskwaliteit en een verhoogd welzijn van de varkens (Boosen en Roming, 1993; Anonymous, 2007a).

Volgens de FCEC (Anonymous, 2007a) heeft het gebruik van een constante stroom, in tegenstelling tot de constante spanning, tot gevolg, dat ieder varken een passende hoeveelheid stroom ontvangt, wat resulteert in een reductie van het aantal dieren met gebroken botten, kleine capillaire bloedingen en 'PSE'-vlees.

Over het algemeen blijkt een verbeterd dierenwelzijn een positief effect te hebben op de kwaliteit van het geproduceerde vlees met uitzondering van één aspect in het elektrisch verdoven van varkens, namelijk het gebruik van een lage stroomfrequentie (rond de 50 Hz). In dit geval wordt de langste duur van bewusteloosheid geïnduceerd, maar hierbij ontstaan wel de meeste botbreuken en kleine capillaire bloedingen. Wanneer de hoge frequentie bedwelming wordt toegepast, is de bewusteloosheidsduur korter, maar resulteert het in een verbeterde vleeskwaliteit (Anonymous, 2004, Anonymous, 2007a).

Gasverdoving

Bij de invoering van de gasverdoving bij op varkens is er een duidelijke stijging gezien in het dierenwelzijn. Dit vanwege de afname in het hanteren van de dieren door het slachthuispersoneel, aangezien ze enkel in de gondels worden gedreven en dit minder stress bij de varkens opwekt, dit met een verbeterde vleeskwaliteit en hogere opbrengst als gevolg (Anonymous, 2007a).

3 De mogelijke verdovingsmethodes bij pluimvee

3.1 Verschillende verdovingsmethodes

Er zijn verschillende verdovingsmethodes die men toepast bij het slachtproces van dieren. Bij pluimvee heeft men echter maar keus uit een beperkt aantal methodes (Anonymous, 2004).

Mechanische verdoving

Deze verdovingsmethode die bij paarden, varkens en herkauwers wordt toegepast is niet geschikt voor pluimveesoorten omwille van twee hoofdredenen. Als eerste kan een verdoving geïnduceerd met een slagpin of bedwelming door concussie moeilijk uitgevoerd worden bij pluimvee, omdat het op een zeer klein oppervlak toegepast moet worden. De kop van pluimveesoorten is veel kleiner en fragieler dan de kop van een paard, rund of varken (Anonymous, 1993). De tweede belangrijke reden is de snelheid waaraan een verdovingsmethode moet voldoen om een snelle verdoving te induceren bij pluimvee. Een slagpin of bedwelming door concussie kost meer tijd wat leidt tot een onvoldoende aantal dieren dat verdoofd en geslacht kan worden binnen een uur, om aan de gevraagde capaciteit van een middelgroot of groot slachthuis te kunnen voldoen (Anonymous, 1993). Deze methode wordt normaal wel toegepast als een alternatieve verdovingsmethode als de gebruikte verdovingsmethode heeft gefaald (zie Fig. 8 en 9) (Anonymous, 2004).



Fig. 8: De correcte positionering bij mechanische verdoving van een kip (Uit: Anonymous, 2013c).



Fig. 9: De correcte positionering bij mechanische verdoving van een kalkoen (Uit: Anonymous, 2013c).

Een voorbeeld van een veel gebruikt commercieel beschikbaar penschiettoestel om kippen te doden op de boerderij en in de slachthuizen als alternatief na het falen van de gebruikelijke methode is een "humane poultry killer". Dit apparaat is gevuld met een plastic slagkogel (Anonymous, 2004). Volgens Barton-Gade et al., (1997) kan bedwelming met een slagpin wel worden toegepast bij pluimvee, voorafgaand aan de dislocatie van de nek of onthoofding. Vanwege het verminderd dierenwelzijn is deze methode echter niet aan te raden (Barton-Gade et al.1997).

Elektrische verdoving

Voor pluimvee bestaan er drie verschillende methodes van elektrische verdoving: een elektrisch geladen zoutwaterbad waarbij de dieren aan hun beide poten worden opgehangen aan de slachtlijn en contact maken met het water via de kop, een elektrische verdoving van de kop met gelijktijdige of meteen erop volgende elektrische stroomstoot over de rest van het lichaam om een hartstilstand te induceren en de laatste methode is enkel de elektrische verdoving van de kop (Barton-Gade et al., 1997).

Elektrisch geladen zoutwaterbad

Vanwege commerciële redenen wordt bij pluimvee een verdoving toegepast met behulp van een zoutwaterbad dat onder stroom staat. Een waterbad kan aan de vereiste snelheid voldoen voor middelgrote tot grote slachthuizen, waar variërend 5000 tot 9000 kippen per uur geslacht worden (Anonymous, 1993).

Om een verdovend effect te bekomen worden de kippen enkel met hun kop in een zoutwaterbad ondergedompeld, dat onder hoogfrequente elektrische stroom staat, van meer dan 100 Hz (Anonymous, 2004). In het waterbad bevindt zich een eerste elektrode en in de slachtlijn bevindt zich de tweede gearde elektrode, zodat de elektrische stroom door de vogels van de eerste naar de tweede elektrode kan stromen (zie Fig. 10) (Anonymous, 2008) Bij een verhoging van de frequentie, bijvoorbeeld meer dan 200 Hz, neemt de duur van het bewustzijnsverlies af. Als verdovings- en dodingsmethode kan een elektrisch waterbad met 50 tot 60 Hz sinus wisselstroom gebruikt worden. Het interval vanaf de ophanging van de dieren aan de slachtlijn met de poten, de verblijftijd in het waterbad met de kop en het doden van de dieren varieert per diersoort (Anonymous, 2004).

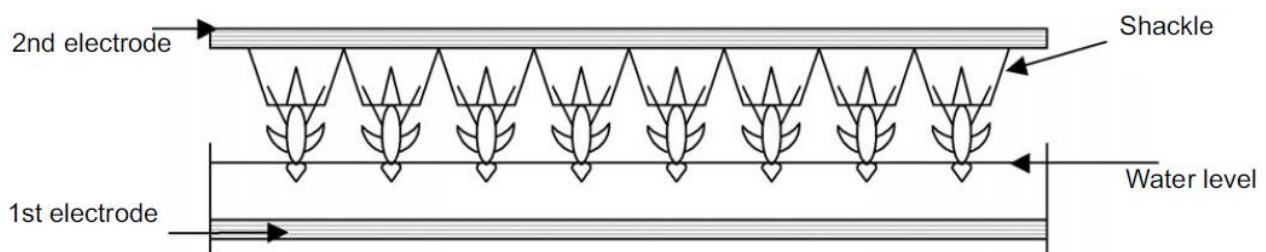


Fig. 10: Een weergave van een elektrisch geladen zoutwaterbad, waar de dieren met hun hoofd doorheen gaan terwijl ze met hun beide poten zijn opgehangen aan de haken van de slachtlijn. In het water en aan de slachtlijn bevinden zich de elektroden (Uit: Anonymous, 2008).

Het is belangrijk dat de kippen tijd krijgen om tot rust te komen tussen het ophangen aan de slachtlijn en het betreden van het zoutwaterbad, zodat het flapperen van de vleugels vermindert en ze hun kop niet meer optrekken (Barton-Gade et al., 1997). De tijd om tot rust te komen bedraagt voor kippen 12 seconden en voor kalkoenen 20 seconden. Er wordt gepoogd om tijdens het verdoven van de dieren ervoor te zorgen dat er een constante stroom op het water staat, zodat iedere vogel die zich in het water bevindt, op deze manier de minimale hoeveelheid stroom ontvangt (Barton-Gade et al., 1997; Anonymous, 2004). Het is daarbij van belang dat er voldoende water in het zoutwaterbad aanwezig is en dat alle vogels ongeveer een gelijke grootte hebben, zodat alle vogels voldoende met het water in contact kunnen komen (Barton-Gade et al., 1997). De minimale stroomsterkte die ieder dier moet krijgen, bedraagt bij kippen 100, 150 en 200 mA (mili-

Ampère) bij een respectievelijke frequentie van ≤ 200 , 200-400 en 400-1500 Hz. Voor kalkoenen gelden de volgende waarden: 250 mA bij ≤ 200 Hz en 400 mA bij 200-1500 Hz (Anonymous, 2004).

Volgens Barton-Gade et al. (1997) kan een elektrische verdoving met een zoutwaterbad als effectief worden beschouwd, wanneer er verzekerd kan worden dat er een hartstilstand wordt geïnduceerd bij 90% van de vogels. Dit kan bereikt worden door een minimum van 120 mA per kip, 150 mA per kalkoen, 130 per gans en eend en 50 mA per kwartel in het zoutwaterbad te voorzien, bij het gebruik van een alternerende wisselstroom in sinusgolven van 50 tot 60 Hz (Barton-Gade et al., 1997).

Het materiaal behorende tot het zoutwaterbad en dat de stroomvoorziening regelt, moet met regelmaat worden geïnspecteerd. Zo kan men er zeker van zijn dat het correct werkt (Barton-Gade et al., 1997).

Elektrische elektrodes

Bij deze bewelmings- en dodingsmethode wordt het pluimvee verdoofd met behulp van elektrische elektroden terwijl ze in bedwang worden gehouden op een transportband. Eerst wordt er een stroomstoot enkel op de kop van de vogel toegediend, die onmiddellijk gevolgd wordt door een stroomstoot van de kop naar het lichaam toe. Tijdens de verdoving en slachting van de vogels is een goed contact tussen de elektroden en het lichaam een vereiste. De elektrodes die op het lichaam worden geplaatst moeten het hart goed overspannen. Wanneer er voor deze methode een constante voltageverdoover wordt gebruikt is er een effectieve waarde van 240 mA of 50 Hz gedurende 5 seconden over de kop vereist, gevolgd door 1 seconde op het lichaam. Echter als er een constante stroomverdoover gebruikt wordt is er een minimale waarde van 150 mA of 50 Hz sinusgolf gedurende 1 seconde over de kop gevolgd door 1 seconde over het lichaam vereist. Bij deze waarden worden de kippen verdoofd en aansluitend gedood (Anonymous, 2004).

Er mogen geen tekenen van herwonnen bewustzijn te zien zijn bij de vogels tijdens het uitbloeden. Dit is momenteel een experimentele methode waarvan de benodigde minimum stroomwaarden om effectief bedwelmings en sterfte te induceren, op dit moment enkel voor kippen zijn bepaald en niet voor kalkoenen (Anonymous, 2004).

Volgens Barton-Gade et al. (1997) moet er bij kippen een minimum van 0.24 A en bij kalkoenen van 0.4 A (effectieve waarde) gedurende 3 seconden over de hersenen en gedurende 3 seconden over het lichaam bij het gebruik van alternerende stroom in sinusgolven van 50 tot 100 Hz worden geloodst.

Voor de elektrische elektroden is het van belang dat deze met regelmaat worden gecontroleerd en dat er bij een verminderde stroomafgifte een signaal wordt afgegeven (Barton-Gade et al., 1997).

Elektrische verdoving van de kop

Hierbij worden er, na het inbedwanghouden van de dieren, met een per diersoort specifiek ontworpen vorm, grootte en design, ononderbroken elektroden op de kop van de dieren geplaatst. Deze elektroden moeten alle hersendelen omvatten en worden aan weerszijden van de kop van de vogel geplaatst (zie Fig. 11) (Anonymous, 2004).



Fig. 11: De correcte positionering van de elektrodes op de kop van pluimvee (Uit: Anonymous, 2013c).

De bedoeling van deze methode is om door middel van de elektrische stroom die over de hersenen wordt gebracht, een tijdelijk verlies van het bewustzijn te verkrijgen. De elektroden moeten aan beide zijden van de kop worden geplaatst, om zo de hersenen te kunnen omvatten. Het is van belang dat de elektroden goed contact maken met de schedel van de vogels (Barto-Gade et al., 1997).

Voor kippen of kalkoenen moet er respectievelijk minimum 200 of 400 mA (effectieve waarde) gedurende 7 seconden over de hersenen worden geloodst, wanneer er gebruik wordt gemaakt van een constante voltageverdoover, uitgerust met 50 tot 60 Hz sinus wisselstroom golf. Als een constante stroomverdoover wordt toegepast, welke een sinus wisselstroom levert, wordt deze gedurende minimum 1 seconde over de hersenen geloodst. Hiervoor geldt dan dat de sinus wisselstroom varieert van 50, 50-400 en 400-1500 Hz, gecorreleerd met een effectieve waarde van respectievelijk 100, 150 en 200 mA (Anonymous, 2004).

Volgens Barton-Gade et al. (1997) moet er bij kippen een minimum van 0.24 Ampère (A) en bij kalkoenen van 0.4 A (effectieve waarde) gedurende 1 seconde over de hersenen worden geloodst om onmiddellijk bewustzijnsverlies te bekomen, bij het gebruik van alternerende stroom in sinusgolven van 50-150 Hz. Binnen 15 seconden na de elektrische schok zou de nek moeten worden overgesneden, om de vogels te laten uitbloeden (Barton-Gade et al., 1997; Anonymous, 2004).

Voor de elektrische elektroden is het van belang dat deze met regelmaat worden gecontroleerd en dat er bij een verminderde stroomafgifte een signaal wordt afgegeven (Barton-Gade et al., 1997).

Gasverdoving

Naast het elektrisch verdoven wordt ook gesproken van een bedwelmingstechniek met behulp van gas voor het verdoven van pluimvee. Er worden verschillende gascombinaties gebruikt voor deze methode. Een gasmengsel met 90% Ar met 8% N₂ of een ander inert gas gecombineerd met 2% O₂ in lucht, of een combinatie van 30% CO₂, 60% Ar, 8% N₂ en 2% O₂ of een gasmengsel van 40% CO₂ met 30% O₂ en 30% N₂ (Barton-Gade et al., 1997; Lambooi et al., 1999; Anonymous, 2004). Aangezien alternatieve gasmengsels zwaarder zijn in densiteit dan de lucht zelf, kunnen deze worden toegediend in een kelder of een tunnelsysteem (Barton-Gade et al., 1997).

N₂ en Ar zijn inerte stoffen die het O₂-element in lucht vervangen bij bedwelming via gastechniek. De dieren dienen hier minimaal 2 minuten aan blootgesteld te worden (Anonymous, 2004)

Het CO₂-gas is een gas dat een neurogeen effect heeft. Bij concentraties van CO₂ die gelijk of hoger zijn dan 12% wordt een direct centraal neurogeen effect waargenomen (Van den Boogaard et al., 1985). Het inademen van CO₂ in hoge concentraties zal een snelle bewusteloosheid bij het dier als gevolg hebben (Forslid, 1987). De oorzaak van het bewusteloos worden van dieren ligt bij het anesthetisch effect van CO₂. Dit effect wordt niet bewerkstelligd door de benauwdheid die de dieren zouden oplopen tijdens de gasbedwelming (Coenen et al., 1995). Naast het voordeel van een snelle bedwelming heeft CO₂ ook nadelige effecten voor het welzijn van het dier. Deze worden verderop besproken.

Andere verdovingsmethodes

Volgens de FCEC (Anonymous, 2007b) is er in de Verenigde Staten een alternatieve verdovingsmethode in ontwikkeling. Namelijk een verdoving door verstikking, waarbij de verschillende pluimvee diersoorten in kratten een kamer betreden waar de lucht wordt weggezogen. Dit werkt volgens hetzelfde principe als de gasverdoving (Anonymous, 2007b).

3.2 Effect van de verdovingsmethodes op het dierenwelzijn

Bij het toetsen van het dierenwelzijn tijdens de toepassing van de verschillende verdovingsmethoden wordt er bij het pluimvee gelet op het gedrag tijdens de bedwelming. Specifiek let men op het schudden van de kop, het fladderen met de vleugels, het verlies van de normale lichaamshouding, het snakken naar adem, waarbij de bek opengesperd is en eventueel de nek gestrekt is en vocalisatie van de kip (Lambooij et al., 1999). Bij het verlies van een normale lichaamshouding kan de kip niet meer blijven zitten en verslapt de nek. Dit is het begin van het bewustzijnsverlies (Raj et al., 1992; Raj en Gregory, 1995).

Mechanische verdoving

Vanwege de slechte gevolgen voor het dierenwelzijn wordt deze methode niet courant toegepast en gebruikt men deze enkel als de routinematig gebruikte methode gefaald heeft. Zowel de niet- als de penetrerende methode met de slagpin, zorgt er bij pluimvee voor dat er meerdere fracturen van de schedel ontstaan. Deze fracturen leiden tot structurele schade aan de hersenen van deze dieren, gevolgd door sterfte. Daarnaast is er een significant potentieel aan vogels, die dislocaties en fracturen kunnen oplopen, als ze voor de verdoving in bedwang worden gehouden door ze in haken te hangen (Anonymous, 2004).

Deze methodes zijn in strijd met het welzijn van het pluimvee en de commerciële gedachte (Anonymous, 1993). Volgens Barton-Gade et al., (1997) geeft de slagpinmethode meerdere problemen betreffende het welzijn, zijnde de manier van bedwingen van de kop, de presentatie van de kop aan de operator, de ideale schietpositie, de energie van de impact en de herhaalbaarheid.

Als deze methode toch wordt toegepast als enig alternatief en wanneer zo humaan mogelijk verdoven en doden het streefdoel is, dan kan men penetrerende kogels gebruiken waarbij de diameter van de kogel, de snelheid en de penetrerende diepte van kritiek belang zijn (Anonymous, 2004).

Om het welzijn van de dieren in de toekomst te verbeteren heeft de EFSA (Anonymous, 2004) verschillende aanbevelingen opgesteld. De vogels zouden op een juiste manier in bedwang moeten worden gehouden om een accurate plaatsing van het schot mogelijk te maken. De gebruikte methode van het in bedwang houden van de dieren moet er echter wel voor zorgen dat de potentiële kans op het ontstaan van fracturen en gewricht dislocaties tegengegaan wordt. Hiervoor moet er voorzichtig met de dieren worden omgesprongen en is een goed ontwerp van de haken noodzakelijk. Daarnaast moet het penschiettoestel loodrecht op het oppervlak van het frontale bot geplaatst worden. De kogel moet minimaal 6 millimeter zijn en een impact van 21 Joule veroorzaken en zou daarnaast per pluimveesoort geschikt moeten zijn om de schedel en de hersenen te vernietigen (Anonymous, 2004)

Elektrische verdoving

Elektrisch geladen zoutwaterbad

Volgens de EFSA (Anonymous, 2004) is het met het welzijn van pluimvee bij het gebruik van een zoutwaterbad dat onder stroom staat slecht gesteld. De reden daarvoor is dat sommige dieren occasioneel niet verdoofd worden voordat ze geslacht worden. Daarnaast is het ophangen aan de slachtlijn aan de poten extreem stressvol voor de dieren. De metatarsale beenderen ondergaan compressie bij de ophanging aan de haken wat pijn veroorzaakt bij de dieren en het ondersteboven hangen wekt stress en aversie op. Daarnaast kan het flapperen met de vleugels bij de meerderheid van de dieren een potentieel gevaar zijn, betreffende het ontstaan van fracturen en dislocaties van de gewrichten. Het flapperen van de vleugels op het tijdstip dat de dieren het waterbad met hun kop betreden is stressopwekkend en extreem pijnlijk voor de dieren. Kalkoenen hebben zeer lange vleugels, waardoor deze bij sommige dieren na ophanging lager komen dan hun kop. Dit kan bij het betreden van het zoutwaterbad ertoe leiden dat de vleugels eerst het elektrisch geladen gezouten water raken voordat de dieren verdoofd zijn. (Anonymous, 2004).

Bij het gebruik van deze methode is er ook een individueel verschil tussen de dieren aangezien de elektrische stroom varieert per dier. Dit komt omdat de elektrische weerstand of impedantie van iedere individuele vogel, zonder het gebruik van constante stroombedwelling, niet gecontroleerd kan worden. Wanneer er vertraging optreedt in het verdoven van pluimvee of als de slachtlijn niet verder kan wegens een storing, moeten de al verdoofde dieren worden geslacht en uitgebloed en de onverdoofde dieren moeten van de slachtlijn verwijderd kunnen worden. Naar aanleiding van de hierboven genoemde feiten is de EFSA (Anonymous, 2004) van mening dat het gebruik van deze methode zo snel mogelijk vervangen moet worden.

Om het welzijn van de dieren mogelijk iets te verbeteren is het aangeraden om de ophanging van de dieren aan de slachtlijn en het transport naar het elektrisch geladen waterbad in een minder verlichte ruimte te laten plaatsvinden. Dit heeft namelijk een kalmerend effect op de vogels, met een gereduceerde prevalentie en duur van het flapperen met de vleugels als gevolg. Het gebruik van een stang, welke langs de borst van de vogels strijkt, is aangeraden omdat dit een rustgevend effect op de dieren heeft. Deze maatregelen worden bij voorkeur gecombineerd met het doorsnijden van alle belangrijke arteriën in de nek, inclusief de gemeenschappelijke carotis arteriën, binnen twintig seconden na het verlaten van het zoutwaterbad, om te voorkomen dat de vogels bij bewustzijn kunnen komen terwijl ze uitbloeden en om er zeker van te zijn dat

alle dieren dood zijn op het moment van het betreden van de broeitanken (Barton-Gade et al., 1997; Anonymous, 2004).

Volgens de EFSA (Anonymous, 2004) zouden de elektrische zoutwaterbaden uitgerust moeten worden met een visueel en auditief alarmsysteem, dat waarschuwt wanneer het gebruikte voltage onder de benodigde levels zakt, dat noodzakelijk is om het minimum aan vereiste stoom te genereren.

Daarnaast is het van belang dat de gebruikte haken, waaraan de dieren aan de slachtlijn worden gehangen, geen pijn veroorzaken. Dit kan door middel van materieel te gebruiken dat aangepast kan worden aan de juiste grootte van de poten van de betreffende pluimveesoort en door deze daarnaast ook vochtig te maken voordat de dieren eraan worden bevestigd. Wanneer de haken namelijk nat zijn, zorgt het ervoor dat het contact tussen de haken en de poten van de vogels verbetert, wat resulteert in een gereduceerde elektrische weerstand. De manier van ophangen van de vogels aan de slachtlijn moet zo gebeuren dat het de kans op fracturen en dislocaties van de gewrichten minimaliseert. Kippen en kalkoenen hangen minimaal 10-12 seconden met beide poten aan de slachtlijn. De route van de slachtlijn is bij voorkeur vrij van abrupte bochten zodat het flapperen met de vleugels niet gestimuleerd wordt en daarnaast moet de tijd tussen het ophangen en het verdovingsbad lang genoeg zijn, zodat de dieren tot rust komen en stil hangen voordat ze het verdovingsbad betreden. Het interval tussen het bevestigen van de dieren aan de slachtlijn en het verdoven moet minder dan 1 minuut zijn (Anonymous, 2004).

De kippen die kleiner zijn dan hun leeftijdsgenoten en die na het ophangen dus te kort zouden zijn om op een juiste manier verdoofd te worden en de vogels die pijn lijden of gewond zijn, zouden op een alternatieve humane manier handmatig gedood moeten worden, bijvoorbeeld met de mechanische penetrerende slagpinmethode of het doorsnijden van de beide carotis arteriën (Barton-Gade et al., 1997; Anonymous, 2004).

Voor wat betreft het verdovingsbad zelf, is het in het kader van het dierenwelzijn aangeraden om op de plaats van intrede een geïsoleerde toegangsvlonder te plaatsen, om voortijdige elektrische schokken te voorkomen. Bijkomend zorgt de toegangsvlonder er eveneens voor dat het bad niet overstroomt bij het betreden ervan door de vogels (Anonymous, 2004). Volgens Barton-Gade et al. (1997) is de prevalentie van de voortijdige schokken bij kalkoenen rond de 80%. Dit is te wijten aan het feit dat de vleugels van kalkoenen lager hangen dan hun kop en dus gepredisponeren om eerder dan de kop contact te maken met het water. Daarnaast zijn wegens de anatomische dispositie van eenden en ganzen de koppen niet altijd ondergedompeld in een zoutwaterbad (Barton-Gade et al., 1997). Afhankelijk van de grootte van de vogels zou de hoogte van het bad aangepast moeten worden, om er zeker voor te zorgen dat de dieren met hun volledige kop tot op de basis van de vleugels het bad betreden. Om de elektrische conductiviteit te verhogen, is een zoutconcentratie aangeraden van minimaal 0,1% gewicht/volume, welke toegevoegd wordt aan een vers waterbad. Daarnaast worden over de hele lengte van het zoutwaterbad elektrodes geplaatst (Anonymous, 2004).

Elektrische elektroden

Voor het welzijn van de vogels is het van belang dat de elektroden op de juiste plaats worden gepositioneerd. Een afwijkende positie kan namelijk een verschil in de stroomweerstand veroorzaken en dit kan vervolgens leiden tot een onvolledige bedwelming en pijn (Barton-Gade et al., 1997).

Deze methode heeft verschillende voordelen voor wat betreft het dierenwelzijn ten opzichte van de elektrische verdoving met behulp van het onderstroom staande zoutwaterbad. De dieren worden namelijk niet opgehangen aan de slachtlijn, waardoor de pijn, stress en aversiereactie die hier anders mee gepaard gaan, vermeden worden. Daarnaast is het interval tussen de verdoving en het doden van de dieren door middel van het doorsnijden van de nek en het doorsnijden van de bloedvaten, minder kritisch. Dit is een gevolg van het feit dat de effectieve sterkte van de stroom die aan iedere vogel wordt doorgegeven via het waterbad, niet te garanderen valt en daarnaast daalt de effectiviteit van de verdoving bij toenemende elektrische frequenties, waardoor er geen ventriculaire fibrillatie van het hart geïnduceerd kan worden. Daarbij kan het machinaal doorsnijden van de nek soms niet effectief zijn in het doorsnijden van alle grote bloedvaten, wat zou kunnen resulteren in het terugkeren van het bewustzijn van de dieren terwijl ze aan het uitbloeden zijn. Bovendien kunnen de vogels die aan de slachtlijn tekenen van bewustzijn vertonen tijdens het uitbloeden, niet meer gemakkelijk en snel benaderd worden, om de alternatieve verdovingsmethode toe te passen. Het gebruik van droge elektroden om verdoving te induceren wordt momenteel niet commercieel toegepast, maar wel in de kleine verwerkingsbedrijven. Het gebruik van deze methode zou gestimuleerd moeten worden (Anonymous, 2004).

Bij het gebruik van de elektrische verdoving enkel over de kop worden er bij pluimveesoorten uitgesproken clonische convulsies waargenomen, zoals het flapperen met de vleugels. Deze interfereren aan de slachtlijn met het doorsnijden van de nek (Barton-Gade et al., 1997).

Gasverdoving

Volgens de EFSA (Anonymous, 2004) zijn de blootstellingstijden welke nodig zijn om pluimvee effectief te verdoven met ieder gasmengsel, zonder de vogels te doden en of onvoldoende te verdoven, niet geweten. Er wordt aangeraden dat de dieren het gasmengsel binnen 10 tot 15 seconden toegediend krijgen, vertrekkende van de normale atmosfeer (Barton-Gade et al., 1997).

Wanneer de vogels met een gekend gasmengsel het bewustzijn hebben verloren, is de duur van dit bewustzijnsverlies zeer kort. De uitbloeding van de vogels zal volgens Barton-Gade et al., (1997) binnen 15 seconden moeten plaatsvinden. Het is bijgevolg zeer moeilijk om te voorkomen dat de dieren terug bij bewustzijn komen voor of tijdens het uitbloeden. Als er zich tekenen aandienen van hernieuwd bewustzijn van de al verdoofde vogels, is het van belang dat de dieren opnieuw bedweld worden. De voorkeursmethode hiervoor betreft mechanische verdoving met een penetrerende kogel en niet een dislocatie van de nek (Barton-Gade et al., 1997).

Het bedwelmen van pluimvee met een gasmengsel (inductie van hypoxie bij minder dan 2% O₂) op het moment dat de dieren zich nog in de transportkranen bevinden is vanuit het welzijnsoogpunt aangewezen. Dit heeft namelijk als gevolg dat de dieren al buiten bewustzijn verkeren alvorens ze worden opgehangen

aan de slachtketting (Anonymous, 2004). Volgens Barton-Gade et al. (1997) is het zelfs aangewezen om pluimvee niet enkel te bedwelmen maar ook te doden door gebruik te maken van een gasmengsel. Hiervoor is een minimum blootstelling van 2 minuten aan het gasmengsel vereist om kippen en kalkoenen te doden (Barton-Gade et al., 1997).

CO₂-gas

Het CO₂-gas is een gas dat een snel bedwelmings-effect heeft bij het dier als het in hoge concentraties wordt ingeademd. Naast dit voordeel heeft de CO₂-bedwelmings-effect ook nadelen voor het welzijn van het dier. Tijdens de bedwelmings-effect vertonen de dieren namelijk asfyxie en gedragsveranderingen zoals excitatie door de hypercapnie en hypoxie (Van den Boogaard et al., 1985; Forslid, 1987).

Volgens de EFSA (Anonymous, 2004) veroorzaakt het CO₂-gas in een concentratie boven de 20% een duidelijk welzijnsprobleem. Het gebruik van concentraties boven de 30% voor kalkoenen en boven de 25% voor kippen zijn op zijn minst onprettig en hogere gehalten geven aversie (Anonymous, 2004).

Via humane studies is men tot de ontdekking gekomen dat CO₂-gas een zuur gas is dat pijn als effect kan hebben. Het geeft een onaangenaam gevoel ter hoogte van de neusmucosa, de lippen en het voorhoofd bij de mens. Bij de hersenen van de mens werd een verhoogde activiteit gezien ter hoogte van de rechter hemisfeer, meer bepaald de secundaire somatosensorische cortex (SII-cortex) die geassocieerd is met de trigeminus activiteit in het algemene waarschuwingssysteem (Kobal en Hummel, 1985; Huttunen et al., 1986; Hari et al., 1997). De dieren kunnen een benauwdheid ervaren tijdens de gasbedwelmings-effect wat een stressreactie tot gevolg heeft (Raj et al., 1992; Raj en Gregory, 1993; Raj en Gregory, 1995). Volgens de EFSA (Anonymous, 2004) is een controleerbare atmosfeer met een concentratie CO₂ hoger dan 30% aversief en zou het pijn en respiratoire stress veroorzaken voor de vogels het bewustzijn verliezen.

Een lage concentratie CO₂ met de toevoeging van O₂ leidt bij ratten tot minder neveneffecten tijdens de bedwelmings-effect aangezien er geen asfyxie en excitatie waargenomen kunnen worden (Coenen et al., 1995). Mogelijk kan dit zelfde effect ook bij pluimvee waargenomen worden. Ter vervanging van O₂ kan men ook Ar gebruiken om te combineren met een lage concentratie CO₂ voor de bedwelmings-effect.

Ar-gas

Naast de combinatie CO₂ met Ar kan men ook kiezen voor enkel Ar. Over het algemeen zijn zuurstofvervangers minder effectief bij jonge dieren (Glass et al., 1994; Wooley en Gentle, 1988). Ar is daarentegen een gas dat gemakkelijk gebruikt kan worden bij de bedwelmings-effect. Ar is een inert gas, dat zwaarder dan lucht, geurloos en smaakloos is en daarnaast veroorzaakt het geen kortademigheid voordat de bedwelmings-effect is bereikt. De hoofdreden om een gasmengsel te gebruiken voor de verdoving van pluimvee, is dat de dieren de stress van het ophangen aan de slachtlijn bespaard wordt (Barton-Gade et al, 1997).

Zowel de methode met Ar als de methode met Ar in combinatie met een lage concentratie CO₂ leiden snel tot een verlies van de hersenfunctie bij kippen (Raj and Gregory, 1991; Raj et al., 1992). Ook werd dit gezien bij kalkoenen (Raj en Gregory, 1993; Raj en Gregory, 1994; Raj et al., 1996b) en bij varkens (Raj en Gregory, 1995). Bij de beide methodes wordt fladderen met de vleugels gezien bij het verlies van de

lichaamshouding. Dit zou mogelijk een reactie zijn op de zuurstofloze toestand waar ze zich in bevinden op het moment dat ze met het gas in aanraking komen (Lambooij et al., 1999).

Gecontroleerde atmosfeer

Daarnaast kan hypoxie geïnduceerd worden bij pluimvee met een gecontroleerde atmosfeer met Ar en of N₂, gecombineerd met zeer lage gehalten aan zuurstof (minder dan 2%) en CO₂ aan 30% of minder, zonder dat het aversie opwerkt. Deze atmosfeer blijkt afdoende te zijn om verdoving en sterfte bij pluimvee te induceren. Eventueel kunnen de vogels ook geanestheseerd worden met een alternatief systeem waarbij ze gedurende 1 minuut blootgesteld worden aan N₂ en O₂ in een atmosfeer met 30-40% CO₂-gas, gevolgd door een verblijf in 80% CO₂ gedurende 2 minuten om de dood te veroorzaken (Anonymous, 2004).

3.3 Effect van de verdovingsmethodes op de kwaliteit van het vlees

Het is moeilijk in te schatten wat de economische impact is van het dierenwelzijn. Volgens de FCEC (Anonymous, 2007b) heeft zowel het reduceren van handelingen bij levend pluimveesoorten als een verhoogde ventilatie een positief effect op de kwaliteit van het verkregen vlees. Het reduceren van stress bij de vogelsoorten zorgt voor een betere vleeskwaliteit. Stress wordt door de dieren vooral ervaren bij het ophangen aan de slachtlijn en kan iets worden verminderd door het dimmen van het licht in de ophangruimte en het plaatsen van een borstplaat of stang welke een kalmerend effect genereert. Het opleiden en trainen van het personeel dat de handelingen bij de dieren uitvoert, is hierbij van groot belang (Anonymous, 2007b).

BESPREKING

Er zijn momenteel verschillende verdovingsmethodes beschikbaar voor varkens en pluimvee in de commerciële slachthuizen in de Europese Lidstaten. Echter niet iedere methode heeft een gunstig effect op het dierenwelzijn en de geproduceerde vleeskwiteit.

Wanneer de slachthuizen pogen om een beter dierenwelzijn en een verminderd stressniveau te bekomen, heeft dit meerdere voordelen: de kwaliteit van het vlees verbetert, er hoeft minder vlees weggesneden te worden doordat er minder fracturen en bloedingen optreden, het vlees heeft een langere houdbaarheid vanwege de geremde bacteriële groei, varkensvlees kan hoger worden geclassificeerd en de consumenten zijn tevreden. Dit alles samen zorgt voor een verhoogde economische opbrengst.

De toegepaste verdovingsmethode moet dus voldoen aan een zo optimaal mogelijk dierenwelzijn en een zo laag mogelijk stressniveau. Dit houdt onder meer in dat het hanteren van de dieren bij voorkeur tot het minimum wordt beperkt, dat de dieren de handelingen zo lang mogelijk in een groep of samen met een soortgenoot ondergaan en dat de verdoving plaatsvindt bij een verminderde lichtintensiteit en een verlaagd geluidsniveau.

Daarnaast speelt het personeel dat de dieren hanteert, een grote rol van betekenis. Het is van belang dat ze goed zijn opgeleid/getraind, dat ze blijvend worden geadviseerd over mogelijk gemaakte fouten en dat ze zelf de gegevens bijhouden en monitoren zodat ze zelf het effect van hun rol gaan inzien.

Om dit bij varkens te bekomen, kan men de dieren het best verdoven met een gasverdoving die bestaat uit enkel een hoge concentratie Ar aan 90% of meer gedurende 3 minuten, die een bewustzijnsverlies induceert van minder dan 50 seconden. Dit gas is namelijk geur-, reuk-, en smaakloos en lokt geen aversie uit zoals CO₂. Daarnaast kunnen de dieren bij deze verdovingsmethode tot aan de verdoving samenblijven met een soortgenoot, aangezien ze samen in een gondel kunnen worden geplaatst. De dieren worden voortgedreven door drijfgangen en ondergaan op deze manier zo min mogelijk handelingen. Het enige nadeel van deze methode is het korte verdovingsinterval. Daarom is het aangeraden om hierop volgend de elektrische verdoving over de kop toe te passen. De dieren zijn zich op dat moment niet bewust van de elektrische verdoving en ondergaan op deze manier niet de stress die ze zouden ervaren wanneer deze verdoving als alleenstaande methode wordt toegepast. Het dierenwelzijn, het stressniveau en dus de vleeskwiteit en opbrengst zijn met deze methode het gunstigst.

Om dit bij pluimvee te bekomen kan men ze het best verdoven met een gasverdoving, waarbij gebruik gemaakt wordt van een gasmengsel met 90% Ar en 8% N₂ of een ander inert gas gecombineerd met 2% O₂ in lucht, op het moment dat de dieren zich nog in de transportbakken bevinden. Aangezien de mogelijkheid bestaat dat de dieren terug bij bewustzijn komen, is het aangeraden om de dieren 2 minuten in het gasmengsel te laten verblijven, zodat ze aansluitend op de verdoving sterven. Hierna worden de dieren aan de slachtlijn gehangen en wordt onmiddellijk de keel doorgesneden om een goede uitbloeding te bekomen. Ar-gas heeft meerdere voordelen: het induceert een snel verlies van de hersenfunctie, is geur-, reuk-, en smaakloos en lokt geen aversie uit. Met deze methode wordt vermeden dat de dieren gehanteerd worden

terwijl ze nog bij bewustzijn zijn. Bovendien bevinden de dieren zich tijdens de verdoving in de transportkrat samen met soortgenoten, wat dus bijdraagt tot het laag houden van het stressniveau. Daarnaast omzeilt men met deze methode de nadelige effecten van het ophangen aan de haken van de slachtlijn, wordt het ontstaan van fracturen en dislocaties vermeden en verkrijgt men een verbeterd dierenwelzijn. De grootte van de dieren heeft met deze verdovingsmethode ook geen invloed meer, in tegenstelling tot de elektrische verdoving met een zoutwaterbad, waarbij dat van groot belang is.

Om terug te komen op de probleemstelling van deze literatuurstudie met de vraag of er een toekomst is voor de elektrische verdoving bij varkens en pluimvee, is het antwoord, met het oog op het dierenwelzijn en de vleeskwaliteit: nee.

Om een verbeterd dierenwelzijn, een verminderd stressniveau en dus een verbeterde vleeskwaliteit en opbrengst te bekomen, is de elektrische verdoving in de toekomst bij zowel varkens als kippen, niet aan te raden. Bij beide diersoorten heeft de gasverdoving met Ar-gas de voorkeur, omdat deze methode wel verbeteringen ten aanzien van het dierenwelzijn en de vleeskwaliteit teweeg brengt. Bij varkens wordt echter nog steeds elektrische verdoving toegepast, namelijk na de initiële gasverdoving met Ar, waarbij dan elektroden op de kop geplaatst worden. De elektrische verdoving blijft bij varkens enkel een hulpmiddel, maar kan bij pluimvee in de toekomst verdwijnen.

REFERENTIELIJST

- Anonymous (1993). Council directive. On the protection of animals at the time of slaughter or killing. Official J. Eur. Comm. No 1.340 r21.
- Anonymous (2004). EFSA – European Food Safety Authority. Opinion of the Scientific Panel for animal stunning and killing methods. The EFSA Journal (2004), 45: 1-29.
- Anonymous (2005). HSA – Humane Slaughter Association. Gas Killing of Chickens and Turkeys, no 12. Internetreferentie:
<http://www.google.be/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&sqi=2&ved=0CCIQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.hsa.org.uk%2Fdownloads%2Ftechnical-notes%2FTN12-gas-killing-of-chickens-and-turkeys.pdf&ei=9IJDVYT3LoSjPIKRgKAM&usg=AFQjCNF5fiQZmYMvZ4-ZnTwuzdLSjig4mw> (geconsulteerd op 1 mei 2015).
- Anonymous (2007a). FCEC – Food Chain Evaluation Consortium. Study on the stunning/killing practices in slaughterhouses and their economic, social and environmental consequences. Final report Part I: Red meat. Internetreferentie:
http://ec.europa.eu/food/animal/welfare/slaughter/slaughter_econostudy_en.htm (geconsulteerd op 2 april 2015).
- Anonymous (2007b). FCEC – Food Chain Evaluation Consortium. Study on the stunning/killing practices in slaughterhouses and their economic, social and environmental consequences. Final report Part II: Poultry. Internetreferentie:
http://ec.europa.eu/food/animal/welfare/slaughter/slaughter_econostudy_en.htm (geconsulteerd op 2 april 2015).
- Anonymous (2008). HSA – Humane Slaughter Association. Electrical Waterbaths, no 10. Internetreferentie:
<http://www.google.be/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.hsa.org.uk%2Fdownloads%2Ftechnical-notes%2FTN10-electrical-waterbaths.pdf&ei=LFJDVbOWKpDtaqexgPAN&usg=AFQjCNFV8041qIDpmzUNj33SKQoqzfb9A> (geconsulteerd op 1 mei 2015).
- Anonymous (2013a). HSA – Humane Slaughter Association. Captive-Bolt stunning of Livestock. Internetreferentie:
http://www.google.be/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.hsa.org.uk%2Fdownloads%2Fpublications%2Fcaptiveboltstunningdownload.pdf&ei=7zhDVc3sFpXtasDnqegN&usg=AFQjCNEOGENrNmevJTNQH0K13jKyPAQ_vA&bvm=bv.92189499,d.d2s (geconsulteerd op 1 mei 2015)
- Anonymous (2013b). HSA – Humane Slaughter Association. Electrical Stunning of Red Meat Animals. Internetreferentie:
www.hsa.org.uk/electrical-stunning-of-red-meat-animals-download-pdfversion/download-pdf-version-1 (geconsulteerd op 1 mei 2015).
- Anonymous (2013c). HSA – Humane Slaughter Association. Practical Slaughter of Poultry. Internetreferentie:
www.hsa.org.uk/practical-slaughter-of-poultry-download-pdf-version/download-pdf-version-3 (geconsulteerd op 1 mei 2015).

- Barton-Gade P.A. (1996a). In: Taylor A.A, Raimundo A., Severin M., Smulders F.J.M. (Editors). Live handling, stunning and slaughter of red meat species. Meat Quality and Meat Packaging, Utrecht, The Netherlands, pp 25-42.
- Barton-Gade P.A. (1996b). Preliminary investigations on the effect of immersion of pigs in CO₂ gas.
- Barton-Gade P., Dantzer R., Forslid A., Ladewig J., Lambooj E., Raj A.B.M., Troeger K. (1997). Report of the working group on the slaughter and killing of animals of the scientific veterinary committee, Animal Welfare Section. European commission, directorate-general for agriculture VJ/BII.2.
- Boosen M., Roming L. (1993). Erfahrungen bei der Überwachung der Elektrobetäubung von Schlachtschweinen und der technische Überprüfung von Betäubungseinrichtungen im Regierungsbezirk Weser-Ems. Dtsch. Tierärztl. Wschr 100, 61-65.
- Brandt P., Aaslyng M.D. (2015). Welfare measurements of finishing pigs on the day of slaughter: A review. Meat Science 103, 13-23.
- Chambers P., Grandin T. (2001). Guidelines for humane handling, transport and slaughter of livestock. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations publication p5.
- Cantieni J. (1976). Ein Beitrag zur CO₂-Betaubung von Schlachtschweinen. Schweiz Arch Tierheilk, 119, 355-375.
- Coenen A.M.L., Drinkenburg W.H.I.M., Hoenderken R., van Luijtelaar E.L.J.M. (1995). Carbon dioxide euthanasia in rats: oxygen supplementation minimizes signs of agitation and asphyxia. Lab. Anim. 29, 262–268.
- Forslid A. (1987). Transient neocortical, hippocampal and amygdaloid EEG silence induced by one minute inhalation of high concentration CO₂ in the swine. Acta Physiol. Scand. 130, 1–10.
- Forslid A. (1992). Muscle spasms during pre-slaughter CO₂-anesthesia in pigs. Ethical considerations. Fleischwirtschaft 72, 167-168.
- Grandin T. (2010). Review: Auditing animal welfare at slaughter plants. Meat Science 86, 56-65.
- Gibson T.J., Johnson C.B., Murrel J.C., Chambers J.P. Stafford K.J., Mellor D.J. (2009a). Components of electroencephalographic responses to slaughter in halothane-anesthetized calves: Effects of cutting neck tissues compared to major blood vessels. New Zealand Veterinary Journal 57, 84-89.
- Gibson T.J., Johnson C.B., Murrel J.C., Hulls C.M., Mitchinson S.L., Stafford K.J., Johnstone A.C., Mellor D.J. (2009b). Electroencephalographic responses of halothane-anesthetized calves to slaughter by ventral-neck incision without stunning. New Zealand Veterinary Journal 57, 77-84.
- Glass H.G., Snyder F.F., Webster E. (1944). The rate of decline in resistance to anoxia of rabbits, dogs and guinea pigs from the onset of variability to adult life. Am. J. Phys. 140, 609–615.
- Gregory N.G., Raj A.B.M., Audsley A.R.S., Daly C.C. (1990). Effect of CO₂ on man. Fleischwirtschaft 70, 1173-1174.
- Hari R., Portin K. Kettenmann B., Jousmäki V., Kobal G. (1997). Right-hemisphere preponderance of responses to painful CO₂ stimulation of the human nasal mucosa. Pain 72, 145–151.
- Hoenderken R. Logtestijn J.G., Sybesma W., Spanjarrd W.J.M. (1979). Kohlendioxid-Betaubung von Schlachtschweinen. Fleischwirtschaft 59, 1572-1578.
- Huttunen J., Kobal G., Kaukoranta F., Hari R. (1986). Cortical responses to painful CO₂ stimulation of nasal mucosae: a magnetoencephalographic study in man. Electroenceph. Clin. Neurophysiol. 64, 347-349.

- Kobal G., Hummel Th. (1985). Human cerebral evoked potentials to different repetition rates of painful CO₂ stimuli. *Eur. J. Physiol. Suppl.* 403, R62.
- Lambooij E. (1990). The use of CO₂ for the stunning of slaughter pigs. Report of a meeting of experts held in Heeze from 26-27 January 1990. *Fleischwirtschaft* 70, 1063-1068.
- Lambooij E., Gerritzen M.A., Engel B., Hillebrand S.J.W., Lankhaar J., Pieterse C. (1999). Behavioural responses during exposure of broiler chickens to different gas mixtures. *Applied animal behaviour science* 62, 255-265.
- McKinstry J.L., Anil M.H. (2004). The effect of repeat application of electrical stunning on the welfare of pigs. *Meat Science* 67, 121-128.
- Raj A.B.M., Gregory N.G. (1991). Preferential feeding behaviour of hens in different gaseous atmospheres. *Br. Poultry Sci.* 32, 57-65.
- Raj A.B.M., Gregory N.G. (1993). Time to loss of somatosensory evoked potentials and onset of changes in the spontaneous electroencephalogram of turkeys during gas stunning. *Vet. Rec.* 133, 318-320.
- Raj A.B.M., Gregory N.G. (1994). An evaluation of humane gas stunning methods for turkeys. *Vet. Rec.* 135, 222-223.
- Raj A.B.M., Gregory N.G. (1995). Welfare implications of the gas stunning of pigs: 1. Determination of aversion to the initial inhalation of carbon dioxide or argon. *Anim. Welfare* 4, 273-280.
- Raj A.B.M., Gregory N.G. (1996a). Welfare implications of the gas stunning of pigs: 2. Stress of induction of anaesthesia. *Anim. Welfare* 5, 71-78.
- Raj A.B.M. (1996b). Aversive reactions of turkeys to argon, carbon dioxide and a mixture of carbon dioxide and argon. *Vet. Rec.* 138, 592-593.
- Raj A.B.M., Johnson S.P., Wotton S.B., McKinstry J.L. (1997). Welfare implications of gas stunning pigs: 3. The time to loss of somatosensory evoked potentials and spontaneous electrocorticogram of pigs during exposure to gases. *British Veterinary Journal* 153, 329-340.
- Raj A.B.M., Wotton S.B., Gregory N.G. (1992). Changes in the somatosensory evoked potentials and spontaneous electroencephalogram of hens during stunning with carbon dioxide and argon mixture. *Br. Vet. J.* 148, 147-156.
- Stark R.D., Gambles S.A., Lewis J.A. (1981). Methods to assess breathlessness in healthy subjects: A critical evaluation and application to analyze the acute effects of diazepam and promethazine on breathlessness induced by exercise or exposure to raised levels of carbon dioxide. *Clinical Science* 61, 429-440.
- Troeger K. (1991). Slaughtering: Animal protection and meat quality. *Fleischwirtschaft* 71, 298-302.
- Van den Boogaard A.E.J.M., van Dam E., Weekers F.H. (1985). Het gebruik van een koolzuur apparaat voor ratten. *Biotechniek* 32, 34-38.
- Warriss P.D., Brown S.N., Adams S.J.M., Carlett I.K. (1994). Relationships between subjective and objective assessment of stress at slaughter and meat quality in pigs. *Meat Science* 38, 329-340.
- Wooley S.C., Gentle M.J. (1988). Physiological and behavioural responses of the domestic hen to hypoxia. *Res. Vet. Sci.* 45, 377-382;
- Zeller W., Schatzmann U., Umhof A. (1987). Kohlendioxid-Betaubung von Schlachttieren. *Fleischwirtschaft* 67, 1519-1522.