



---

# Minimale stroomsterkte voor euthanasie van varkens, schapen en kalkoenen.

KvB- 004 "minimale stroomsterkte euthanaseren"

Dr. Ing. M.A. Gerritzen en V.A. Hindle



LIVESTOCK RESEARCH  
WAGENINGEN **UR**

---

---

# Minimale stroomsterkte voor euthanasie van varkens, schapen en kalkoenen.

KvB- 004 "minimale stroomsterkte euthanaseren"

Dr. Ing. M.A. Gerritzen en V.A. Hindle

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen UR Livestock Research, in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoek thema 'Kennis voor Beleid AGRO' (projectnummer BO-20-008-004.50)

Wageningen UR Livestock Research  
Wageningen, Maart 2015

---

Livestock Research Report 852

---

Dr. Ing. M.A. Gerritzen en V.A. Hindle, 2015. *Minimale stroomsterkte voor euthanasie van varkens, schapen en kalkoenen; KVB- 004 "minimale stroomsterkte euthanaseren"*. Lelystad, Wageningen UR (University & Research centre) Livestock Research, Livestock Research Report 852; blz. 14

© 2014 Wageningen UR Livestock Research, Postbus 338, 6700 AH Wageningen, T 0317 48 39 53, E [info.livestockresearch@wur.nl](mailto:info.livestockresearch@wur.nl), [www.wageningenUR.nl/livestockresearch](http://www.wageningenUR.nl/livestockresearch). Livestock Research is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).

Livestock Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever of auteur.



De certificering volgens ISO 9001 door DNV onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op als onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponereerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Livestock Research Report

---

# Inhoud

<b>1</b>	<b>Aanleiding</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Achtergrond bij verdoven en doden met elektriciteit</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Schapen</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Varkens</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Pluimvee zwaarder dan 5kilo</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>11</b>
<b>7</b>	<b>Bronnen</b>	<b>12</b>

---

---

# 1 Aanleiding

Het ministerie van Economische Zaken is op bezig met de voorbereiding van een aanvulling op het besluit Houders van dieren. In aanvullende regelgeving zal ten aanzien van het euthanaseren van dieren op het primaire bedrijf door niet-dierenartsen onder meer worden vastgelegd welke euthanasiemethoden mogen worden gebruikt en over welke kennis en vaardigheden de persoon die euthanaseert dient te beschikken.

Een expertgroep onder leiding van Prof. Dr. L.J. Hellebrekers heeft op verzoek van het ministerie hierover geadviseerd (ref). De euthanasiemethoden die daarin worden geadviseerd zijn opgesteld vanuit de voorkeur voor enkelvoudige euthanasiemethoden. Hieronder wordt verstaan dat met één enkelvoudige handeling een dier wordt geëuthanaseerd en dat er dientengevolge na initiële bedwelming geen aanvullende dodingshandeling hoeft te worden uitgevoerd. Het ministerie overweegt dit principe over te nemen in de regeling t.a.v. het euthanaseren van dieren op het primaire bedrijf.

Eén van de methoden die daarbij door de expertgroep voor een aantal dier(sub)groepen is geadviseerd (t.w. kalkoenen zwaarder dan 5 kg, varkens zwaarder dan 25 kg en schapen /geiten) betreft doding met behulp van een stuurkast (trafo) en een verdovingstang. Daarbij is onder meer de kanttekening geplaatst dat de stroomsterkte voldoende hoog dient te zijn zodat er geen aanvullende dodingshandeling noodzakelijk is (cf. het principe van een enkelvoudige euthanasiemethode). De expertgroep heeft daarbij ook aangegeven dat zij geen nadere informatie beschikbaar had over hoe hoog de minimale stroomsterkte dient te zijn bij toepassing voor dit doel. Een literatuurstudie zou daar uitsluitsel over kunnen geven.

Kennis voor beleid vraag:

Aan de hand van een literatuurstudie antwoord formuleren op de vraag wat de minimale stroomsterkte dient te zijn om een dier met een elektrische methode in één handeling te doden.

De dier(sub)groepen waarvoor deze informatie wordt gevraagd zijn:

- Kalkoenen (pluimvee) zwaarder dan 5 kg
- Varkens zwaarder dan 25 kg
- Schapen (geiten)

Ook wordt hierbij gevraagd om in de literatuur na te gaan of de gevonden minimale stroomsterkten ook zijn toe te passen op voor waar het kalkoenen betreft op eenden of ander pluimvee en voor waar het schapen betreft op geiten.

---

## 2 Achtergrond bij verdoven en doden met elektriciteit

Elektrische stroom wordt op grote schaal toegepast voor het verdoven van dieren voor de slacht en voor het verdoven en doden van dieren bij o.a. een dierziekte uitbraak (varkens en pluimvee). De inductie van bewusteloosheid (verdoven) is afhankelijk van de toegepaste stroomsterkte (ampère) en de gebruikte frequentie (Hz) (Hoenderken 1978ab). Stroom wordt in principe toegediend met een vaststaande spanning (volt) en vooraf ingestelde frequentie, meestal 50Hz. De gerealiseerde stroomsterkte en dus effectiviteit van de methode is afhankelijk van de elektrische weerstand van het dier (wet van ohm). Bij het verdoven van dieren tijdens het slachtproces wordt bewusteloosheid opgewekt en wordt het verdoofde dier door verbloeding gedood. De toegediende elektrische verdovingsmethode is dan ook niet bedoeld als dodingsmethode. Voor het doen van dieren door middel van elektrocutie is het noodzakelijk dat het hart dusdanig wordt ontregeld dat het gaat fibrilleren en uiteindelijk stopt. Het is dan ook noodzakelijk dat bij elektrocutie (doden met behulp van elektriciteit) een stroom door de hersenen en door het lichaam wordt gevoerd. Naast constant voltage verdoovers worden ook continue stroomsterkte verdoovers toegepast voor het verdoven en doden van dieren, o.a. in New Zeeland (Blackmore en Petersen 1981).

Onderzoek naar het toepassen van verschillende frequenties heeft aangetoond dat frequenties tussen 50-200 Hz het meest effectief zijn voor de inductie van bewusteloosheid (Croft 1952; Hoenderken 1978a; Marple 1977; Warrington 1974). Lagere en hogere frequenties zijn minder effectief en worden voor het doden van dieren anders dan voor vleesconsumptie dan ook afgeraden.

Voor het verdoven van verschillende diersoorten en categorieën is vastgesteld wat de minimale stroomsterkte is die nodig is voor het opwekken van een epileptisch insult en bewusteloosheid. Voor vleesvarkens van 100-125kg is de minimale stroomsterkte vastgesteld op 1.25A (Hoenderken 1983), bij schapen op 1A (Gregory and Wotton 1984a b c, Gilbert et al 1984) en voor pluimvee 100mA (Hindle et al 2010).

### 3 Schapen

Elektrisch bedwelming bij schapen resulteert in onmiddellijk bewustheidsverlies mits op de juiste manier uitgevoerd. Elektrisch verdoven en doden van schapen door elektrocutie wordt beïnvloed door de bedekking van het lichaam met wol hierbij spelen leeftijd en ras een belangrijke rol (EFSA, 2004). Daarnaast is juiste plaatsing van de elektroden op de kop van schapen en geiten met horens moeilijk. Toch is een goede elektrische verdoving bij deze dieren mogelijk (EFSA 2004) met een minimale stroomsterkte van 1A gedurende 2 seconden. Voor het doden van de dieren is een kop-rug verdoving mogelijk waarbij in 1 handeling een stroom door de hersenen en het hart loopt (1A, 50Hz, 3 sec.). Deze methode is ontwikkeld voor het verdoven van schapen op de slachterij waarna de dieren worden verbloed en is dus niet ontwikkeld als dodingsmethode.



Figuur 1: positionering kop-rug verdoover met naald elektroden

Tijdens het doden van dieren bij een uitbraak van een besmettelijke dierziekte is een twee-fasen elektrocutie methode voorgesteld waarbij minimaal een stroomsterkte van 1 A (AC 50 Hz) werd toegediend gedurende 2 seconden op de kop gevolgd door een tweede cyclus op de borst gedurende 4 seconden. Bij dieren met veel wol op de plek waar de tangen worden geplaatst wordt aanbevolen tangen met naalden te gebruiken of het oppervlakte eerst nat te maken om de weerstand te verminderen of om de wol weg te scheren.

#### *Hartstilstand induceren bij schapen*

In Nieuw Zeeland is een methode ontwikkeld voor het doden van schapen d.m.v. elektrocutie. De schapen worden vastgezet op een lopende band-restrainer of in een chute. Om de weerstand van de wol te beperken of te vermijden zijn er elektroden ontwikkeld die een goed contact met de huid garanderen. De Nieuw-Zeelandse handmatig kop-rug verdovingsapparaten hebben een 8cm x 8cm zadelvormig elektrode die op de rug wordt bevestigd boven het hart en twee klemmen die op de kop worden gefixeerd. Waterspuiten in de klemmen en het rug-zadel zorgen voor een effectief contact (Frazerhurst 1975). Deze methode is een verbetering op het gebruik van naaldelektroden waarbij de elektroden worden op 40 cm van elkaar op de rug, en 2 klemmen op de kop worden geplaatst (Gilbert and Devine 1982).

Een alternatieve methode, ontwikkeld in Nieuw-Zeeland, is de kop-poot verdovingsapparaat. Hierbij loopt de stroom van de kop-elektrode naar een poot-elektrode. Hierbij worden de poten nat gesproeid voor een goede geleiding. De beste resultaten worden gevonden wanneer de poot-elektrode op een voorpoot is bevestigd. In dit onderzoek (Blackmore en Petersen, 1981) werd een hartstilstand opgewekt bij een stroomsterkte van 0.8A met (400V, 50Hz) gedurende 3s in 89.3% van de schapen met elektroden bevestigd aan de achterpoot en in 96.8% van schapen met een elektrode aan een voorpoten.

Voor het doden van schapen wordt in New Zeeland doorgaans een verdovingsapparaat gebruikt met maximum 400V en een ampère bereik van 0.5 -2A (Blackmore en Petersen, 1981). Instellingen gebruikt om een hartstilstand te bewerkstelligen in schapen variëren van 0.7 – 2A toegediend voor 3 of 4 s. Voltages variëren van 100-400V afhankelijk van de weerstand. Instellingen van 1A met 300-400V (50Hz) toegediend voor 3s resulteerde in bewusteloosheid en hartstilstand in 100% van de schapen en lammeren (Gregory en Wotton 1984b). Hierbij werd een kop-rug verdovingsapparaat gebruikt met elektroden op 38cm en bewusteloosheid werd vastgesteld op basis van EEG.



---

Een alternatieve methode voor schapen is de zogenaamde "split-current" of sequentiële verdovingsmethode. Een hoge stroomsterkte en voltage worden gebruikt bij de eerste kopverdoving om bewusteloosheid te initiëren, gevolgd door een lagere stroomsterkte om een hartstilstand te creëren (Gregory en Wotton, 1984bc, Gilbert et al 1984).

Gregory et al. (1984) gebruikte hoofdklemmen bij schapen waarbij een spanning van 300V (50Hz) werd toegediend gedurende 3s, gevolgd door 50V op de borstkas. Gilbert et al (1984) gebruikten 0.75-1 A (50Hz) gedurende 4s met kop-elektroden op 8cm uit elkaar gevolgd door een stroom van 0.3A gedurende 2s op de borst gedurende 4 s. Om ongecontroleerde spierbewegingen (schoppen) te reduceren werd een derde stoot van 0.9A tussen kop en lende toegediend. Geconstateerd werd dat minimaal 100V nodig is om het hart tot stilstand te brengen na kopverdoving. Gilbert et al. (1984) keken ook naar verschillende frequenties en stroomvormen voor de inductie van hartstilstand. Blokgolfvormen bij 14.3 tot 40 Hz en 1000 Hz met 400V resulteerden niet in een hartstilstand, evenals blokgolfvormen (AC) bij 14.3 Hz met 400V. Een wisselstroom (AC) met een frequentie van 50 Hz bleek het meest effectief om een hartstilstand te induceren.

Voor het verdoven en doden van schapen en geiten wordt door de HSA (2013) een stroomsterkte van 1.0A door de hersenen gevolgd door 1.0A door het hart geadviseerd.

#### *Behoeftte aan onderzoek bij schapen*

Ontwikkelen en toetsen van een bruikbaar systeem op primair bedrijf waarbij wordt getoetst of de gestelde instellingen en apparatuur toepasbaar zijn op het primaire bedrijf en of de methode altijd effectief is.

---

## 4 Varkens

Volgens EFSA (2004) is een stroomsterkte van 1.3 A gedurende 1s bij kop verdoving voldoende om onmiddellijk bewusteloosheid te initiëren bij een slachtvarken. Voor het opwekken van hartfibrillatie is een stroomsterkte van 1.3A (50Hz) gedurende 1 s bij een kop-rug verdoving in 1 cyclus voldoende. Een twee-stappen "stun to kill" cyclus is mogelijk door toedienen van een minimale stroomsterkte van 1.3A (50Hz), 1 s door de kop om bewusteloosheid te initiëren gevolgd door een stroom van 1 A (50Hz) gedurende 1s door de borst om fibrillatie van de hartboezem te veroorzaken. Deze methoden worden algemeen toegepast tijdens het elektrisch verdoven van varkens voor de slacht en dus gevolgd door verbloeding. Voor toepassing als enkelvoudige dodingsmethode wordt een kop doorstroming en de borst doorstroming van minimaal 3 seconden geadviseerd.

De bovengenoemde data voor elektrisch verdoven van varkens (1.3A) komen uit informatiebronnen van oud onderzoek onder laboratorium omstandigheden. Er is, volgens de EFSA deskundigen (2004), een dringend behoefte aan verificatie met gegevens uit de praktijk.

### *Hartstilstand induceren bij varkens*

Er is niet veel wetenschappelijk onderzoek beschikbaar over het initiëren van een hartstilstand bij varkens.

Werkervaringen met kop-rug verdoving zijn bekend uit Canada en de VS. Dit betreft voornamelijk verdoving met een brede plaat elektrode of twee klemmen (niet-penetratief) geplaatst op het voorhoofd (of achter de oren) gecombineerd met een brede zadelvormige rug-elektrode. De minimale stroomsterkte voor het doden van de varkens met deze methode is niet aangegeven.

Oriënterend onderzoek met een kop-voorpoot verdover gaf aan dat 300V gedurende 1 tot 2s voldoende stroom (gem 1.5A) geeft om een hartstilstand bij varkens te realiseren (Swilley 1985 pers. comm. Bron: Grandin 1997). In de VS, is er een automatisch kop-voorpoot verdover ontwikkeld (Grandin, 1997) waarbij de varkens zit op een lopende band en het hoofd van de varken maakt contact via een metalen klep. De voorpoten maken daarna contact via staven (wederzijds varken).

In Canada is een methode ontwikkeld waarbij een varken in een box wordt geplaatst waarbij een band om de borst wordt geplaatst "lasso-belt methode" (Denicourt et al 2010). Aangegeven wordt dat bij 110V gedurende 5s met 99% zekerheid leidde tot de dood van varkens in een gewichtsrage van 5 - 125kg.

In Engeland wordt er, in kleinere slachthuizen, een standaard (handmatig) elektrisch verdoving tang gebruikt waarbij 90V (50Hz) door de hersenen wordt toegediend gedurende 15s. Daarna wordt de tang op de borst geplaatst met de elektroden aan weerszijde van het hart gedurende 5s (Warriss en Wotton, 1981). Deze methode wordt in Nederland ook toegepast bij het doden van varkens tijdens een ziekte uitbraak. De instelling die hiervoor worden geadviseerd zijn 1.3A door de hersenen gevolgd door 1.3A door het hart (HSA, 2013).



**Figuur 2:** positionering elektroden bij varken

### *Behoeftte aan onderzoek bij varkens*

Toepasbaarheid van de verschillende methoden voor doden van varkens d.m.v. elektrocutie op het primaire bedrijf toetsen voor verschillende gewichtsklassen.

---

## 5 Pluimvee zwaarder dan 5kilo

Voor het verdoven van pluimvee voor slachten wordt in de meeste gevallen gebruik gemaakt van lichaamsdoorstroming. De lichaamsdoorstroming wordt meestal gerealiseerd in een waterbad verdoover. De instellingen van de verdovers zijn dusdanig dat met een minimale stroomsterkte bewusteloosheid wordt gerealiseerd zonder negatieve effecten op de productkwaliteit. Indien deze methode wordt toegepast voor verdoven en doden in een enkelvoudige handeling is het noodzakelijk dat de stroomsterkte voldoende hoog is bij een maximale frequentie van 50-60Hz.

### *Hartstilstand induceren bij pluimvee*

Onderzoek naar het induceren van hartstilstand en dood door elektrocutie bij kalkoenen is zeer beperkt. Door een EFSA panel (EFSA 2004) is gesteld dat een minimaal stroomsterkte van 150mA voor kippen en 250 mA voor kalkoenen wordt aanbevolen als instelling voor het doden d.m.v. lichaamsdoorstroming in een waterbad.

Bij toepassing van kop-kop verdoving waarbij een stroom door de hersenen loopt wordt voor kippen een stroomsterkte van 240mA en voor kalkoenen 400mA geadviseerd voor de inductie van bewusteloosheid. Kop-kop verdoving leidt echter niet tot hartfibrillatie en hartstilstand en moet dan ook worden gevolgd door een dodingshandeling of door een stroom door het hart. Het is voor kalkoenen of ander pluimvee zwaarder dan 5kg niet duidelijk wat de minimale stroomsterkte is voor het opwekken van hartfibrillatie en hartstilstand.

### *Behoeftte aan onderzoek bij pluimvee*

Om te komen tot een methode voor het doden van kalkoenen en ander pluimvee zwaarder dan 5kg d.m.v. elektrocutie is het nodig methoden te ontwikkelen. De benodigde stroomsterkte voor inductie van hartstilstand en dood bij verschillende gewichtsklassen en de toepasbaarheid onder praktische omstandigheden is niet voldoende bekend.

---

## 6 Conclusies en aanbevelingen

Om te komen tot toepasbare methoden voor het doden van kalkoenen en ander pluimvee zwaarder dan 5 kg, schapen, geiten en varkens op het primaire bedrijf door elektrocutie is aanvullend onderzoek noodzakelijk. Ontwikkelen van bestaande methoden die meestal worden toegepast onder slachterij omstandigheden naar methoden die kunnen worden toegepast op het primaire bedrijf door de veehouder biedt mogelijkheden.

Voor de verschillende diersoorten en categorieën in dit rapport zijn minimale stroomsterkten voor verdoven en doden deels benoemd in de literatuur. Voor schapen, geiten en varkens zijn deze door de Humane Slaughter Association ([www.hsa.org.uk](http://www.hsa.org.uk)) opgenomen.

**Tabel 1** minimale stroomsterkte voor verdoven en doden

species	stun	kill
Sheep/Goats	1.0 A	1.0 A
Lambs/Kids	1.0 A	1.0 A
Pigs	1.3 A	1.3 A

Bron HSA, 2013

Voor kalkoenen zijn de gestelde minimale stroomsterkte voor euthanasie minder eenduidig gesteld. Afhankelijk van de toegepaste methode i.e., lichaamsdoorstroming of kop-kop gevolgd door hart doorstroming, worden verschillende minimale stroomsterkten genoemd. Voor lichaamsdoorstroming waarbij een stroom loopt van de kop naar de poten wordt 250mA genoemd als minimale stroomsterkte en voor kop-kop gevolgd door hartdoorstroming 400mA als minimale stroomsterkte. Voor kalkoenen is geen gewichtscategorie aangegeven in de literatuur.

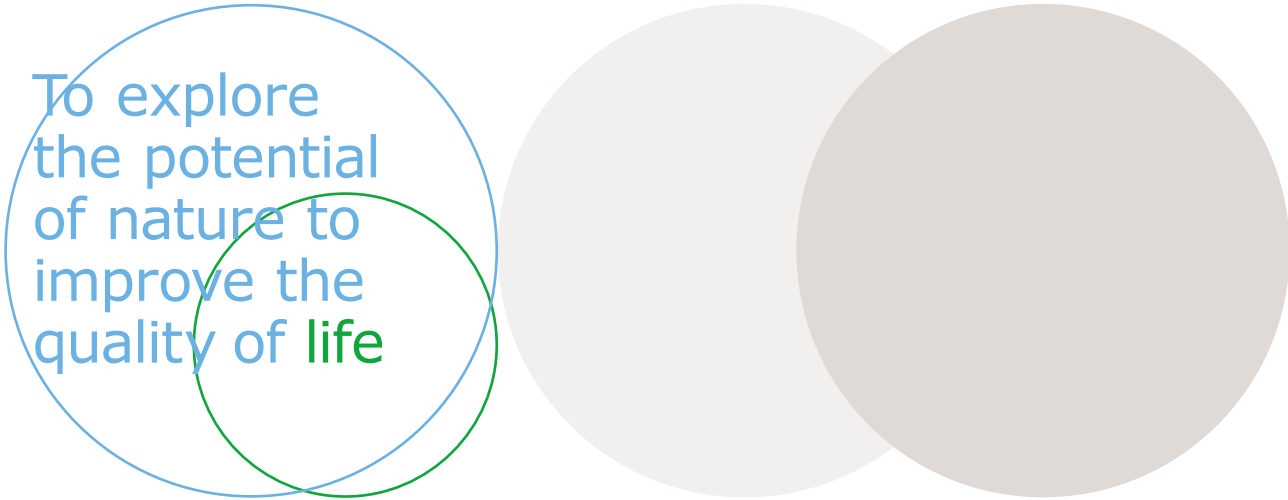
Op basis van de beschikbare informatie kan worden aanbevolen om de genoemde instellingen uit bovenstaande tabel voor schapen, geiten ( 1.0 ampère) en varkens (1,3 ampère) over te nemen in regelgeving. Voorwaarde hierbij is dat de stroom ook door het hart loopt. Het wordt aanbevolen om de toepassing in de praktijk te monitoren en de effectiviteit van methoden te registreren.

Voor kalkoenen wordt aanbevolen om in een dierproef te toetsen of de genoemde stroomsterkte van 400mA voldoet voor het doden van deze dieren in verschillende gewichtsklassen.

---

## 7 Bronnen

- Blackmore, D.K en Petersen, G.U 1981. Stunning and slaughter of sheep and calves in New Zealand. *New Zealand Vet. J.* 29:99-102.
- Croft, P.S. 1952. Problems of electrical stunning. *Vet. Rec.* 64:255-8.
- Danicourt M., Klopfenstein C. Dufour V., Pouliot F., D'Allaire S., 2010. Using an electrical approach to euthanize pigs on-farm: Fundamental principles to know. Proceedings of the "implementing knowledge" session at the annual meeting of the American Association of Swine veterinarians.
- EFSA, 2004. Welfare aspects of the main systems of stunning and killing the main commercial species of animals. *The EFSA Journal* 45, 1-29,
- Frazerhurst, L.F. 1975. Interim report on current developments in electrical stunning of sheep and lambs. *Meat Research Institute of New Zealand, MIRINZ.* 442:1-9.
- Gilbert, K.V and Devine, C.E. 1982. Effect of electrical stunning method on petechial hemorrhages and on the blood pressure of lambs. *Meat Sci.* 7:197-207.
- Gilbert, KY, Devine, C.E., Hand, R. and Ellery, S. 1984. Electrical stunning and stillness of lambs. *Meat Sci.* 11:45-58.
- Grandin, T. 1997. Cardiac Arrest Stunning Of Livestock And Poultry With 1997 Updates. In: *Advances in Animal Welfare Science.* M.W.Fox and L.D.Mickley 1985/86 (Editors) Martinus Nijhoff Publisher. Website accessed 23feb2015
- Gregory, N.G. and Wotton, S.B. 1984a. Sheep slaughtering procedures. II. Time to loss of brain responsiveness after exsanguination or cardiac arrest. *British Vet. J.* 140:354-60.
- Gregory, N.G. and Wotton, S.B.,1984b. Sheep slaughtering procedures. I. Survey of abattoir practice. *British Vet. J.* 140:281-6.
- Gregory, N.G. and Wotton, S.B. 1984c. Sheep slaughtering procedures. III. Head-to-back electrical stunning. *British Vet. J.* 140:570-5.
- Gregory, N.G., Wotton, S.B. and Wilkins, L.J. 1984. The effects of inducing cardiac arrest at stunning on brain function, bleeding efficiency and susceptibility to bruising in sheep. Paper 1:13, *Proceedings 30th European Meeting of Meat Research Workers.* Bristol, England. pp. 2526.
- Hindle, V.A. Lambooij E., Reimert H.R.M. Workel L.D. and Gerritzen M.A. 2010. Animal welfare concerns during the use of the water bathe for stunning broilers, hens and ducks. *Poultry Sci.* 89:401-412
- Hoenderken, R. 1978a. Electrical stunning of pigs for slaughter. Why? Hearing on Pre-slaughter Stunning. Kavlinge, Sweden. May 19, 1978.
- Hoenderken, R. 1978b. Electrical stunning of slaughter pigs. Thesis, State University. Utrecht, The Netherlands.
- Hoenderken, R. 1983. Electrical and carbon dioxide stunning of pigs for slaughter. In: Eikelenboom, G. ed. *Stunning of Animals for Slaughter.* Boston: Martinus Nijhoff. pp. 59-63.
- HSA, 2013. Electrical Stunning of Red Meat Animals. [www.hsa.org.uk](http://www.hsa.org.uk)
- Marple, D.M. 1977. The effect of slaughter and stunning methods on meat quality. *Proceedings of the Meat Industry Research Conference.* Auburn University, Auburn, Alabama. pp. 1414.
- Schutt-Abraham, I., Wormuth, H.J. and Fessel, J. 1983. Electrical stunning of poultry in view of animal welfare and meat production. In: Eikelenboom, G. ed. *Stunning of Animals for Slaughter.* Boston: Martinus Nijhoff. pp. 187-96.
- Warrington, P.D. 1974. Electrical stunning: A Review of the literature. *Vet. Bulletin.* 44:617-33.
- Warriss, P.D. and Wotton, S. B. 1981. Effect of cardiac arrest on exsanguination in pigs. *Research Vet. Sci.* 31:82-86.



To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life

---

Wageningen UR Livestock Research  
Postbus 338  
6700 AH Wageningen  
T 0317 48 39 53  
info.livestockresearch@wur.nl  
www.wageningenUR.nl/livestockresearch

Livestock Research Report 852



---

Wageningen UR Livestock Research ontwikkelt kennis voor een zorgvuldige en renderende veehouderij, vertaalt deze naar praktijkgerichte oplossingen en innovaties, en zorgt voor doorstroming van deze kennis. Onze wetenschappelijke kennis op het gebied van veehouderijsystemen en van voeding, genetica, welzijn en milieu-impact van landbouwhuisdieren integreren we, samen met onze klanten, tot veehouderijconcepten voor de 21e eeuw.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.