

## Rapport - Litteraturgennemgang

### Dokumenteret dyrevelfærd

### Bedøvelse af kyllinger i forbindelse med aflivning på slagterier

10. marts 2011  
Proj.nr. 1384910-06  
MDAG/HDLN/MT

Helle Daugaard Larsen og Margit Dall Aaslyng

#### Sammendrag

Bedøvelse af slagtedyrl foretages for at opnå bevidstløshed og hel eller delvis ubevægelighed før afblødningen, som er den egentlige aflivning.

Formålet med denne litteraturoversigt er at beskrive og sammenfatte fordele og ulemper ved de hyppigst anvendte metoder til bedøvelse af kyllinger i forbindelse med kommerciel slagtning.

Der findes to bedøvelsesmetoder, der anvendes industrielt. El-bedøvelse, hvor forskellige elektriske parametre varierer, og gas-bedøvelse hvor der anvendes forskellige kombinationer af inerte gasser, CO<sub>2</sub> og O<sub>2</sub>. I Danmark anvendes i øjeblikket udelukkende el-bedøvelse.

El-bedøvede kyllinger genvinder bevidstheden, således at de kan stå op ca. 120 sekunder efter bedøvelsens ophør, hvorimod det ikke er alle gas-bedøvede kyllinger, der genvinder bevidstheden, når alle kyllinger skal være forsvarligt bedøvede.

Ved el-bedøvelse skal kyllingerne ophænges i benene, mens de er ved bevidsthed, hvorefter de sendes gennem et vandbad med strøm, hvorved der formentlig straks indtræder bevidstløshed. Ved gas-bedøvelse undgås håndtering, mens kyllingerne er ved bevidsthed. Til gengæld indsætter bevidstløsheden ikke straks, og for alle typer gas-bedøvelse gælder det, at man ser forskellige former for afværgereaktioner.

Ved omhyggelig vedligeholdelse og overvågning er såvel el- som gas-bedøvelse effektive bedøvelsesmetoder. Ekspertter synes dog at være enige om, at gas-bedøvelse er mere dyrevenlig end el-bedøvelse - selv om der hersker nogen uenighed om, hvorvidt anvendelse af inerte gasser (iltmangel) eller CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> er bedst for dyrevelfærden. Det vurderes her, at CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> ved gradvis introduktion til højere CO<sub>2</sub>-koncentration er den metode, der har flest tilhængere blandt dyrevelfærdsforskere. Samtidig medfører denne metode færrest slagteskader i form af brækkede knogler, især vinger, blødninger i muskulaturen og misfarvede vingspidser.

Det må samtidig konkluderes, at der ikke findes en ideel metode til bedø-

## Summary

velse af kyllinger i øjeblikket.

Stunning of production animals is performed to obtain unconsciousness and immobility before exsanguination.

The aim of the present literature review is to describe the advantages and disadvantages of the most commonly used stunning methods for commercial chicken slaughterhouses.

The two methods used for stunning in commercial chicken slaughterhouses today are electrical stunning in water bath and Controlled Atmosphere Stunning (CAS). For electrical stunning, variation in frequency (Hz), current level, and other electrical parameters vary between different brands of water baths and slaughter facilities. For gas stunning different combinations of inert gasses, CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> are used.

Electrically stunned chickens regain consciousness after approximately 120 seconds, whereas not all CAS-stunned chickens regain consciousness, when all chickens are adequately stunned.

Before electrical stunning, chickens are shackled while still conscious and are then led through an electrical water bath. Electrical stunning is considered to render the chickens unconscious immediately.

When using CAS-stunning, handling before stunning is avoided, but at the other hand it takes a while for the chickens to become unconscious. The onset is gradual, and different kinds of avoidance responses appear.

By meticulous surveillance and maintenance of the facilities for electrical and CAS stunning, respectively, both methods are effective for stunning chickens. Experts seem to agree that CAS stunning is generally better for animal welfare than electrical stunning. However, there is some disagreement as to whether the use of inert gasses at low O<sub>2</sub> concentrations (anoxia) or a combination of CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> should be preferred, considering animal welfare. In this review, the majority of authors tend to prefer the two phase CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> stunning, followed by high CO<sub>2</sub> killing. Furthermore, the last method also proved to cause fewer broken bones and other damage to the carcass.

At the same time, it must be concluded that no ideal stunning method is available at the moment.

## Baggrund

Bedøvelse af slagtedyrl foretages af dyrevelfærdsmæssige årsager for at opnå bevidstløshed og hel eller delvis ubevægelighed før aflødningen, som er den egentlige aflivning. Det tilstræbes, at bedøvelsen ikke får negativ indflydelse på dyrevelfærd eller kødkvalitet.

I Danmark bedøves kyllinger med el-bedøvelse i vandbad. Anlæggene varierer mellem virksomheder på parametre som ophængning, afstand fra ophængning til bedøvelse, frekvens, strømstyrke og tid.

I mange andre lande benyttes også gas-bedøvelse, og der anvendes forskellige gasser og gasblandinger, ofte med indhold af CO<sub>2</sub>.

Alle kommercielle fjerkræslagterier kører med høj produktionshastighed. Foruden opfyldelse af krav til dyrevelfærd og slagte kvalitet, skal de anvendte bedøvelsesmetoder være i stand til at fungere effektivt og stabilt ved en slagtehastighed på 5 - 10.000 kyllinger i timen.

Fælles for el- og gas-bedøvelse er, at anlæggene skal være justeret og vedligeholdt for at fungere tilfredsstillende. Begge metoder kan give skader og kompromitteret dyrevelfærd ved forkert indstilling.

Endvidere rummer de forskellige el- og gas-bedøvelsesmetoder forskellige problemstillinger omkring håndtering før, under og efter bedøvelse.

## Formål

Formålet med denne litteraturoversigt er at beskrive og sammenfatte fordele og ulemper ved de hyppigst anvendte metoder til bedøvelse af kyllinger i forbindelse med kommerciel slagting.

## Krav til bedøvelse og aflivning

Ifølge EU Rådets forordning 1099/2009 (aflivningsforordningen) om beskyttelse af dyr på aflivningstidspunktet, som træder i kraft i 2013, skal "Dyr skånes for enhver undgåelig smerte, psykisk belastning eller lidelse under aflivning og dermed forbundne aktiviteter".

Formålet med bedøvelse af slagtekyllinger før aflivning er, ifølge Buhr (2009), at lette automatiserede processer, minimere stress og døds kamp og dermed mindske skader på slagte kroppene, og endelig at sørge for smertefrihed og bevidstløshed på aflivningstidspunktet.

En bedøvelsesmetode bør ifølge Buhr (2009) anses for etisk forsvarlig, hvis bedøvelsen:

1. medfører hurtig bevidstløshed og minimal smerte i forbindelse hermed.
2. varer, indtil døden er indtrådt.
3. medfører, at der ikke, eller næsten ikke forekommer ubedøvede eller utilstrækkeligt bedøvede individer.

De to metoder, der anvendes kommercielt på kylling slagterier, er el-

bedøvelse og gas-bedøvelse.

## **EI-bedøvelse**

### *Beskrivelse*

Elektrisk bedøvelse i vandbad er den metode, der anvendes i Danmark. Der findes forskellige typer el-bedøvelsesanlæg. Nogle anlæg bruger vekselstrøm, andre en pulserende jævnstrøm. I nogle tilfælde har man endvidere ændret kurveforløbet til at blive rektangulært i stedet for den almindelige sinuskurve.

### *Bedøvelsesforløb*

#### *Indlevering i kasser*

Processen foregår ved, at kyllingerne transporteres til slagteriet i kasser, som tømmes ud på et transportbånd, der leder hen til en ophængningsstation.

#### *Ophængning*

På ophængningsstationen ophænges kyllingerne manuelt på slagtekæden med begge ben i de såkaldte slagtebøjler. Bøjlerne skal passe til kyllingernes størrelse (aflivningsforordningen). I praksis anvendes samme type bøjler til alle kyllinger, idet bøjlerne er udformet, så kyllinger i forskellig størrelse kan ophænges. Kyllinger med skader, hvor ophængning kan forårsage eller forværre smerte, skal aflives ved en alternativ metode. Kyllinger, som er for små og som ikke kan bedøves på tilfredsstillende måde i vandbadet, eller som af andre årsager vil lide unødigt ved ophængning, skal aflives ved en alternativ metode.

Kyllingerne transporteres ophængte til bedøvelsesanlægget, mens de stadig er ved bevidsthed. Ophængte kyllinger må ikke være ved bevidsthed i mere end et minut, og båndet skal forsynes med brystplade, der berører kyllingernes bryst, hvilket har en meget effektiv beroligende effekt. Derudover skal båndet være indrettet, så de ophængte kyllinger ikke møder forhindringer og i øvrigt forstyrres mindst muligt. I praksis indrettes belysningen ofte, så kyllingerne opfatter det som nat. Der skal være nem adgang til hele transportbåndet indtil skoldekarret i tilfælde af, at det bliver nødvendigt at fjerne dyr fra slagtekæden.

#### *Bedøvelsen*

Indgangen til bedøvelseskarret skal være isoleret og indrettet på en sådan måde, at elektrisk stød inden nedsænkning i bedøvelseskarret undgås. I bedøvelseskarret nedsænkes kyllingernes hoved og hals til vingebasis i et strømførende vandbad (aflivningsforordningen).

Hvis frekvensen er højere end 50 Hz, er der tale om en simpel bedøvelse, hvilket betyder, at selve bedøvelsen ikke nødvendigvis er dødelig og derfor skal efterfølges af en egentlig aflivning (afblødning). Strømstyrken skal være mindst 100 mA, hvis frekvensen er under 200 Hz, 150 mA hvis frekvensen er mellem 200 og 400 Hz, og 200 mA hvis frekvensen er mellem 400 og 1.500 Hz. Påvirkningen skal være mindst 4 sekunder. Der skal være elektroder i hele karrets længde, og slagtebøjlerne skal være våde

for at sikre strømgennemgang (aflivningsforordningen).

Endvidere skal nedsænkingsniveauet let kunne justeres til fugle af forskellig størrelse. Fugle, der bliver i vandbadet, f.eks. ved driftsforstyrrelser eller forsinkelser på slagtekæden, skal let kunne tages op og aflødes (aflivningsforordningen).

#### *Aflivning*

Selve aflivningen foregår ved afblødning. Afblødningen skal foretages straks efter bedøvelsen og foregår enten ved manuel overskæring af begge halsvener eller ved automatisk overskæring af halsvenerne. Automatisk overskæring af halsvenerne skal efterfølges af inspektion af aflivningen. I de tilfælde, hvor den automatiske overskæring svigter, skal der foretages manuel overskæring af halsvenerne (aflivningsforordningen).

#### *Fysiologisk respons*

Via et vandbad ledes strøm gennem hovedet og hele kroppen. Der indtræder som følge heraf momentant en epilepsi-lignende aktivitet i hele hjernen (generaliseret epileptiform aktivitet), hvilket medfører en "stivnet" epilepsilignende krampetilstand, hvilket antages at medføre bevidstløshed (Lambooj og Gerritzen, 2007). Herefter forekommer en udmattelsesfase af de aktiverede neuroner, der giver sig udslag i et isoelektrisk EEG, med en aktivitet på < 10 % af udgangsniveauet. Eventuelt forekommer fibrillering (hjerterflimren) eller hjertestop som følge af strømpåvirkning af hjertets ledningssystem. Der er dog rejst tvivl om, hvorvidt der induceres epileptiform aktivitet i alle kyllinger, hvilket bør undersøges nærmere (EFSA, 2004). Lambooj og Gerritzen (2007) anfører også, at der er utilstrækkelig viden på området.

Ved el-bedøvelse stimuleres neuronerne i hjernen af strømpåvirkningen. Når hele hjernen er stimuleret, er den ikke modtagelig for yderligere stimuli, og dermed opstår bevidstløshed og immobilisering. Efterfølgende er neuronerne depolariserede og dermed ude af stand til at blive aktiverede i en periode (refraktærperioden), hvorfor den refraktære andel af neuronerne i praksis vil være "ikke fungerende" og dermed ufølsomme for stimuli.

El-bedøvelsen virker ved at depolarisere (aktivere eller stimulere) neuroner i hjernen. Varigheden af hver elektrisk puls i bedøvelsesstrømmen har stor betydning for graden af neurondepolarisering, hvilket er forklaringen på, at høje frekvenser (korte bølgelængder) giver en mindre dyb bedøvelse, idet det må antages, at færre neuroner aktiveres og udmattes (Raj, 2006). Strømstyrker over en vis tærskelværdi, som afhænger af bølgelængden, giver dog ikke yderligere effekt (Tehovnik, 1996). Raj (2006) anbefalede ud fra EEG-målinger, at pulsbredden (den tid hvor strømstyrken er over stimulations-tærskelværdien) ved vekselstrømsbedøvelse skal være på mindst 30 % af bølgelængden, samt at al karforsyning til hovedet skal være overskåret senest 15 sekunder efter bedøvelsens ophør, idet bedøvelsen typisk holder i ca. 45 sekunder efter vandbadet (Raj, 2006).

Ved overskæring af al karforsyning til hovedet, viser undersøgelser, at bevidstløshed (EEG < 10 % af udgangsniveau) indtræder efter ca. 20 sekunder (Raj, 2006).

Aktivering af neuroner kræver, at strømstyrken, der påvirker det enkelte neuron, overstiger en vis tærskelværdi, samt at påvirkningen har en vis varighed. En detaljeret fysiologisk forklaring inkluderes ikke i denne litteraturoversigt. Den kombinerede afhængighed af strømstyrken (mA) og varigheden af strømpåvirkningen for aktivering af et givent neuron medfører, at graden af bedøvelse ikke blot afhænger af strømstyrken, som den enkelte kylling påvirkes med, men også af pulsbredden og dermed af frekvensen (Hz) (Raj, 2006). Dette stemmer overens med, at bedøvelse ved høje frekvenser (op til 1.500 Hz) kræver højere strømstyrke end bedøvelse ved lavere frekvenser (ned til 50 Hz). Ved lav frekvens (fra 50 til 200 Hz) er bedøvelsen mest effektiv. Ved højere frekvens bliver bedøvelsen af kortere varighed, og der skal en større strømstyrke til at inducere bedøvelsen.

Hvis strømstyrken forhøjes ved en given frekvens, vil bedøvelsen blive mere effektiv, og der vil forekomme færre underbedøvede kyllinger, men samtidig øges forekomsten af slagteskader, i form af knoglebrud og slagteblødninger (Lambooi og Gerritzen, 2007). Der er således et modsætningsforhold mellem dyrevelfærd (effektiv bedøvelse) og slagte kvalitet.

Der er tale om en simpel bedøvelse, hvis frekvensen er over 50 Hz, hvilket betyder, at dyrene på et tidspunkt kan/vil vågne op af bedøvelsen. Der skal derfor efterfølgende foretages en egentlig aflivning (Lambooi og Gerritzen, 2007).

Ifølge aflivningsforordningen skal el-bedøvelse medføre en epileptiform aktivering af hele hjernen (epilepsilignende krampetilstand) svarende til et bedøvelsesniveau 2, eventuelt med hjerteflimren eller hjertestop, svarende til bedøvelsesniveau 4. Ifølge Buhr (2009) induceres en egentlig kirurgisk bedøvelse (niveau 3) (tabel I). Som følge af el-stimuleringen af muskulaturen ses dog ikke en egentlig muskelafslapning under selve bedøvelsespåvirkningen. Efterfølgende skal kyllingerne dog være afslappede og som minimum uden cornearefleks, hvilket svarer til en let til moderat niveau 3 bedøvelse (tabel I) (Buhr, 2009).

**Table I:** Skematisk oversigt over de forskellige bedøvelsesstadier (modificeret fra Guedel (1937)).

| Bedøvelsesniveau | Fysiologisk respons   |
|------------------|---|
| Niveau 1         | <p>Analgesi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lokalt eller generelt tab af smertesans, nogen følelseløshed, evt. nedsat balance- og koordinationsevne</li> <li>• Bevidsthed og evne til frivillig muskelbevægelse intakt</li> </ul>        |
| Niveau 2         | <p>Bevidstløshed (excitations-stadiet)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Delirium, epileptiform krampe</li> <li>• Tab af smertesans</li> <li>• Intakt muskelrefleks</li> <li>• Krampe kan forekomme</li> <li>• Hyperventilation</li> </ul> |
| Niveau 3         | <p>Kirurgisk anæstesi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingen muskelaktivitet eller muskelrefleks</li> <li>• Tre stadier (let, medium, dyb) med gradvist tab af reflekser</li> </ul>   |
| Niveau 4         | <p>Overdosis-død</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingen reflekser, fladt EEG</li> <li>• Ingen respiration</li> <li>• Hjerterfunktion nedsat</li> </ul>  |

Raj (2006) beskriver, at der ved el-bedøvelse ses forholdsvis store variationer mellem forskellige produktionsanlæg i den anvendte frekvens (Hz), formen på vekselstrømskurven/pulserende jævnstrøm, antallet af kyllinger, der er nedsænket i vandbadet samtidig, varigheden af bedøvelsen samt om blodkarrene overskæres i den ene side eller begge sider ved den efterfølgende afblødning. For det enkelte anlæg kan der forekomme variationer i strømpåvirkningen af de enkelte kyllinger som følge af forskellig kontakt mellem kylling og slagtebøjle, ligesom graden af neddypning kan medføre, at en større eller mindre del af strømmen kan blive ledt gennem hovedet.

#### Skader

De typiske skader er brækkede vinger, ønskeben og andre knogler samt slagteblødninger i muskulaturen, især brystmusklen, samt rødtligt misfarvede vingespidses.

En betydelig del af forekomsten af knoglebrud skyldes håndteringen af de levende kyllinger i forbindelse med aflæsning og ophængning i slagtebøjler, mens de er ved bevidsthed, samt afværgereaktioner inden bedøvelsen. Men knoglebrud kan også forekomme under selve bedøvelsen (Jamil, 2003).

Brækkede knogler og blødninger, der sker i forbindelse med ophængning og indtil bedøvelsen, er et dyrevelfærdsspørgsmål. Hvis skaderne sker under selve bedøvelsen, er der blot tale om kvalitetsforringelser, idet det her forudsættes, at kyllingerne straks mister bevidstheden ved nedsænkning i vandbadet (Lambooi og Gerritzen, 2007).

Ved knoglebrud opstået før bedøvelse og aflivning vil der forekomme kraftig blødning omkring læsionen. Hvis skaden opstår efter aflivning, forekommer der ikke blødning omkring læsionen.

Hindle et al. (2010) har undersøgt alternative kurveforløb, bl.a. et modificeret firkantet vekselstrøms-kurveforløb, men fandt ikke at dette løste problemet med slagteblødninger i muskulaturen.

Ved el-bedøvelse ved hjælp af vekselstrøm med en frekvens på 50 Hz forårsager 120 mA hjerteflimren hos kyllinger. Ved denne metode ses dog blødninger i brystmuskulaturen, og der forekommer ligeledes "røde vingespids" (Gregory og Wilkins, 1989). Man har derfor forsøgt at finde opsætninger, der kunne forbedre kødkvaliteten i forbindelse med el-bedøvelse. Raj (2006) fandt en lavere forekomst af brækkede knogler og blødninger i muskulaturen ved bedøvelse ved 1.500 Hz i stedet for 50 Hz.

Simonovic og Grashorn (2010) fandt, at el-bedøvelse med jævnstrøm gav en mere effektiv afblødning, færre "røde vingespids" og færre brækkede ønskeben end el-bedøvelse med vekselstrøm, mens forskelle i kødkvalitetsparametre, f.eks. pH, var minimale og uden betydning.

*Tofaset el-bedøvelse.* Prinz (2010) har beskrevet et amerikansk tofaset bedøvelsesanlæg. Fase I: Pulserende jævnstrøm, 550 Hz, 12 - 15 V i ca. 1 cm dybt vandbad, hvor kyllingernes hoveder hviler på et metalnet. Fase II består af en metalplade med vekselstrøm, 50 Hz, 20 - 40 V. I fase I bliver kyllingerne bevidstløse, og kroppen afslappet. Fase II inducerer en dybere bedøvelse. Der er stillet spørgsmål til bedøvelsens effektivitet, og Prinz (2010) fandt ikke, at EEG-analyser af bedøvelsen gav indtryk af et fuldt tilfredsstillende bedøvelsesniveau. Der forekom ikke krampetilstand, hvilket formodes at have en positiv indflydelse på slagte kvalitet (færre skader) og kødkvalitet. Prinz (2010) anbefalede at forsøge at give en højere spænding med denne metode for at sikre mere effektiv bedøvelse og dermed bedre dyrevelfærd.

Wilkins et al. (1999) fandt, at el-bedøvelse ved lave frekvenser (50 Hz) gav flere slagteblødninger i muskulaturen end høje frekvenser (1.500 Hz). Omvendt giver lave frekvenser den mest effektive bedøvelse. Ved høje frekvenser kræves en højere strømstyrke for at opnå tilstrækkelig bedøvelse.



Generelt kan det konkluderes, at de opsætninger af elektriske parametre, der giver færre slagteskader, samtidig giver mindre effektiv bedøvelse. Så for el-bedøvelse eksisterer der et vist modsætningsforhold mellem hensyn til dyrevelfærd og hensyn til slagte kvalitet (skader).

#### *Kødkvalitet*

Efter aflivning omsættes muskelindholdet af glykogen anaerobt ved glykolyse til laktat med et deraf følgende pH-fald i muskulaturen. Hvor stort det samlede pH-fald bliver, afhænger af musklens indhold af glykogen på aflivningstidspunktet.

Ali et al. (2005) fandt, at pH umiddelbart efter aflivning (6 min. post mortem) var lavere i ikke-bedøvede (6,0) end i el-bedøvede kyllinger (6,35 - 6,45). Det lavere udgangsniveau holdt sig delvist over de følgende 24 timer, således at pH i brystmuskulatur fra ikke-bedøvede kyllinger (5,43) var ca. 0,2 lavere end for el-bedøvede kyllinger (5,65 - 5,69).

Et hurtigt pH-fald, som det ses ved ikke-bedøvede kyllinger, vil medføre, at brystkødet bliver mindre mørt end brystkødet fra el-bedøvede kyllinger, hvor pH-faldet er mindre og sker langsommere (Papinaho et al., 1995). Årsagen til det hurtigere pH fald er sandsynligvis, at den anaerobe omsætning i muskulaturen allerede er igangsat inden aflivningen hos de ikke bedøvede kyllinger som følge af afværgereaktioner.

#### *Dyrevelfærd*

##### *Krav til dyreværns mæssige foranstaltninger*

Der er iflg. aflivningsforordningen (Rådets Forordning 1099/2009), som træder i kraft i 2013, krav til håndtering af kyllinger og indretning af transportbånd inden bedøvelsen. Derudover er der krav om registrering og overvågning af følgende nøgleparametre i forbindelse med selve el-bedøvelsen: Minimumsstrømstyrke (mA), minimumsspænding (V), maksimumsfrekvens (Hz), forebyggelse af elektrisk stød før bedøvelsen, optimal strømgennemgang, maksimal varighed af ophængning før vandbad, mindste eksponeringstid for hvert dyr, nedsænkning til vingebasis, maksimumsinterval mellem bedøvelse og afblødning/aflivning ved frekvens over 50 Hz.

Raj (2006) beskriver endvidere, at afblødningen, og dermed et fald i hjerneaktivitet (EEG) til < 10 % af hvileniveauet, sker hurtigere ved overskæring af blodkarrene i begge sider af halsen (ca. 20 sekunder) frem for overskæring af blodkarrene i den ene side af halsen (50 - 55 sekunder).

Da der er flere kyllinger i vandbadet samtidig, udgør kyllingerne parallelforbundne kredsløb, og ikke alle kyllinger får nødvendigvis den samme mængde strøm gennem hoved og krop. Der kan være forskelle i kontakt mellem bøjler og fødder (haner og høner, fjer samt om fødderne er våde eller tørre), samt kontakt med vandet (forskellig størrelse kyllinger), hvilket

nødvendiggør en vis sikkerhedsmargin.

I praksis er det også blevet observeret, at ikke alle kyllinger har hovedet nederst efter ophængning. Uopdagede brækkede vinger kan for eksempel medføre, at en vinge hænger ned under hovedniveau, hvilket kan give elektrisk stød i den beskadigede vinge før bedøvelsen indtræder, hvilket uden tvivl medfører forøget smerte.

Ifølge EFSA (2004) skal el-bedøvelse inducere en epileptiform aktivitet i hele hjernen efterfulgt af et inaktivt EEG, hvor aktiviteten ligger < 10 % af det normale niveau. Alternativt er hjerteflimren eller hjertestop den bedste indikation af bevidstløshed. Det rapporteres, at i modsætning til større husdyr, så reagerer ikke alle kyllinger med epileptiform aktivitet. Derfor anbefales det, at der hos fjerkræ induceres hjertestop, samt at dette anvendes som mål for tilfredsstillende bedøvelse af velfærdsmæssige årsager. Ved hjertestop vil kyllingerne ikke vågne op af bedøvelsen igen.

Prinz (2010) beskrev problemer med dårligere bedøvelse af høner end haner og fandt, at høner gennemsnitligt skulle udsættes for 20 V mere end hanerne for at opnå det samme bedøvelsesniveau. Årsagen til dette menes at være den mindre diameter af hønernes ben og den deraf følgende dårligere kontakt mellem kyllingens ben og slagtebjølen.

Raj (2006) beskriver endvidere, at utilstrækkelig el-bedøvelse kan medføre, at kyllinger kun immobiliseres i stedet for at blive bedøvet. Raj (2006) refererer til egne undersøgelser, hvor kun henholdsvis 80 % og 90 % af kyllingerne viste epileptiform hjerneaktivitet ved EEG-målinger. Raj (2006) beskriver ikke, hvilken tilstand de resterende henholdsvis 10 % og 20 % befandt sig i på bedøvelses tidspunktet.

De dyrevelfærdsmæssige hovedudfordringer ved el-bedøvelse i vandbad er, at kyllingerne skal ophænges, mens de stadig er ved bevidsthed, risikoen for elektrisk stød før bedøvelse samt uklarhed om, hvorvidt eller i hvilken udstrækning bedøvelsen kan være utilstrækkelig til at inducere bevidstløshed og smertefrihed (immobilisering eller anæstesi?). Endvidere anfører Buhr (2009), at bedre tilpasning af bjølerne ville kunne sikre en korrekt strømføring gennem kyllingernes hoved og krop.

Hvorvidt der forekommer elektrisk immobilisering frem for bedøvelse, bør ifølge Buhr (2009) undersøges yderligere ved hjælp af EEG, men det fremhæves i artiklen, at såfremt el-bedøvelsen foregår forskriftsmæssigt, forekommer der ikke afværgereaktioner/døds kamp under afblødningen, som man ser for ubedøvede kyllinger.

Risikoen for elektrisk stød før vandbadet er blevet minimeret ved designmæssige forbedringer på vandbadene (Bilgili, 1999; anonym, 2006).

### *Dokumentation af dyrevelfærd*

Slagteskader registreres i Danmark på slagteriet via kødkontrollen post mortem. Fordelen ved at anvende disse skader som mål for dyrevelfærd (managementkontrol) før og under bedøvelsen på slagteriet er, at de er let målbare. Samtidig har såvel leverandør som slagteri en væsentlig motivation til at undgå disse skader, fordi de giver anledning til økonomisk tab. Det vil sige, at man udover at have objektive og målbare parametre for dyrevelfærd har et instrument til at motivere slagteri og leverandør til at forbedre forholdene ved indsamling i huse, indtransport til slagteriet og den levende håndtering på slagteriet.

Ved evaluering af dyrevelfærd i forbindelse med el-bedøvelse af fjerkræ beskriver EFSA (2004), at en succesrig el-bedøvelse kendetegnes ved:

- Tonisk krampetilstand indsætter straks, eventuelt med rykvisse bevægelser i vinger og ben.
- Åbne øjne.
- Ingen vejrtrækning under bedøvelsen.
- Ingen vingebasken under afblødning.
- Øjenreflekser skal være væk inden skoldekar.

Fordelene ved el-bedøvelse er, at bedøvelsen indtræder straks og er en effektiv metode ved optimal drift. Metoden er desuden relativ billig i drift.

Ulemperne ved el-bedøvelse er den levende håndtering og ophængning i benene, hvilket antages at være smertefuldt som følge af kompression af knoglerne. Der forekommer slagteskader (brækkede knogler, røde vingespidses, slagteblødninger). Der hersker en vis tvivl, om alle kyllinger bedøves eller om en del kun immobiliseres, da der kan forekomme forskelle i mængde strøm gennem hovedet (kontakt til slagtebøjler, grad af ned-sænkning). Endvidere er elektrisk stød før bedøvelse et problem (f. eks. ved brækkede vinger, der hænger ned under hovedniveau). Ikke alle automatiske afblødningsanlæg er lige effektive, hvilket medfører, at simpel (reversibel) bedøvelse er problematisk. Endvidere giver ophængningen af kyllingerne, mens de er ved bevidsthed et dårligt arbejdsmiljø for personalet. Skader, der medfører økonomisk tab, udligner de lave driftsudgifter.

## **Gas-bedøvelse**

### *Beskrivelse*

#### *Indlevering i kasser*

Processen foregår ved, at kyllingerne transporteres til slagteriet i kasser eller containere.

Der findes to systemer. Et, hvor kyllingerne tippes ud af kasserne på et transportbånd, hvor de gradvist bliver udsat for større mængder bedøvelsesgas og mindre O<sub>2</sub>. Et andet, hvor kyllingerne bliver i transport kasserne og sænkes ned i en gasblanding (Gade et al. 2001).

Selve gas-bedøvelsen kan foregå på flere måder, men fælles for dem er, at kyllingerne ikke skal håndteres eller ophænges på slagteriet, mens de er ved bevidsthed. Zachariassen og Kjeldsen (2008) beskriver to systemer til gradvis bedøvelse, hvor kyllingerne transporteres langsomt ned i en stigende gaskoncentration ved hjælp af transportbånd.

I aflivningsforordningen (Rådets Forordning 1099/2009) beskrives følgende principper for gasbedøvelse af fjerkræ:

- *Kuldioxid i to faser.* Kyllingerne lukkes ud af kasserne på et transportbånd, hvor de først eksponeres for op til 40 % kuldioxid (f.eks. 40 % CO<sub>2</sub>, 30 % O<sub>2</sub>, og 30 % N<sub>2</sub>) i et minut. Når kyllingerne er bevidstløse, følger en højere kuldioxidkoncentration (f.eks. 80 % CO<sub>2</sub> og 5 % O<sub>2</sub>) i to minutter.
- *Kuldioxid og inaktive gasser i blanding.* Kyllingerne forbliver i transportkasserne og eksponeres direkte eller gradvist for 30 % CO<sub>2</sub> og 60 % Ar eller N<sub>2</sub>, hvilket medfører anoxi (kvælning). Metoden er en simpel bedøvelse ved min. 30 % CO<sub>2</sub> i mindre end tre minutter.
- *Inaktive gasser.* Kyllingerne forbliver i transportkasserne og eksponeres direkte eller gradvist for en blanding af inaktive gasser, f.eks. 90 % Ar eller N<sub>2</sub> i atmosfærisk luft, hvilket medfører anoxi. Metoden er en simpel bedøvelse, hvis eksponeringen varer under tre minutter.

EFSA (2004) refererer til flere undersøgelser, der har vist, at flertallet af kyllingerne var døde efter to minutter i forskellige gasblandinger, og at opvågningstiden for de overlevende i nogle tilfælde var på under 30 sekunder. Disse oplysninger stemmer ikke overens med aflivningsforordningens (2009) oplysninger om gas-bedøvelse som en mulig simpel bedøvelsesmetode.

Udstyret skal være udformet, så bedøvelsen optimeres, og dyrene kæmper og klager sig mindst muligt, samt undgår skader som følge af bedøvelsen (aflivningsforordningen).

Det skal være muligt hele tiden at overvåge gaskoncentrationen og eksponeringstiden. Udstyret skal være forsynet med en alarm, og data skal opbevares i mindst et år (aflivningsforordningen, 2009). Derudover skal man sikre sig, at der ikke kan opstå skader som følge af for høj eller lav temperatur ved tilledningen af gasserne.

Der er krav om at måle maksimumsinterval mellem bedøvelse og afblødning. Endvidere skal der være plads til, at kyllingerne skal kunne lægge sig ned uden at ligge ovenpå hinanden i bedøvelseskammeret (aflivnings-

forordningen, 2009).

#### *Aflivning*

Umiddelbart efter bedøvelsen skal kyllingerne ophænges og aflødes.

#### *Fysiologisk respons*

Ved gasbedøvelse ses ikke momentan immobilisering som ved el-bedøvelse. Derfor forekommer varierende grader af afværgereaktioner, som varierer i forhold til gaskoncentrationer og -sammensætning.

De tre gasbedøvelsesmetoder, der nævnes her, har tre forskellige fysiologiske virkningsmetoder:

*Anoxi.* De inerte gasser (Ar og N<sub>2</sub>) virker ved at fortrænge ilten, hvorved kyllingerne kvæles.

Nogle forfattere har fundet hurtigt tab af hjerneaktivitet ved anvendelse af såvel 90 % Ar som 30 % CO<sub>2</sub>/60 % Ar (Raj, 2006), men en dårligere effekt på unge individer, med risiko for immobilisering før tab af bevidsthed.

*Hypercapnisk anoxi.* Ved anvendelse af CO<sub>2</sub> i blanding med inerte gasser, hvor O<sub>2</sub>-koncentrationen vil være meget lav (< 2 %), vil der også opstå hypoxi, hvis virkning tilsyneladende sætter ind hurtigere end CO<sub>2</sub>'s anæstetiske (bedøvende) virkning (Lambooj et al., 1999).

*Hypercapnisk hyperoxygen anæstesi, efterfulgt af hypercapnisk euthanasi.* 40 % CO<sub>2</sub>/30 % O<sub>2</sub>/30 % N<sub>2</sub> anvendes til bedøvelse af kyllingerne, hvorefter 80 % CO<sub>2</sub>/5 % O<sub>2</sub>/15 % N<sub>2</sub> anvendes til at aflive kyllingerne.

CO<sub>2</sub> virker ifølge Lambooj og Gerritzen (2007) bedøvende og forårsager hurtigt bevidstløshed, hvis det indåndes i store koncentrationer (mere end 12 %). Der ses nedsat eller ophørt puls og afværgereaktioner, formentlig vejtrækningsreflekser som følge af forhøjet mængde CO<sub>2</sub> (hypercapni) og nedsat O<sub>2</sub>-mængde (hypoxi) i blodet. Afværgereaktioner som følge af slimhindeirritation er endvidere sandsynlige, idet CO<sub>2</sub> er en "acidøs" gas. Ved koncentrationer på 65 % CO<sub>2</sub> og derover opfattes CO<sub>2</sub> af mennesker som ubehagelig og smertefremkaldende i næse samt på læber og i ansigtet (McKeegan et al. 2007b). Derfor formodes kontakt med høje koncentrationer af CO<sub>2</sub> at kunne give anledning til stress hos kyllingerne.

Buhr (2009) indvender, at der ikke er belæg for at påstå, at CO<sub>2</sub> har en anæstetisk (bedøvende) virkning. Samme forfatter oplyser, at tilsætning af O<sub>2</sub> til bedøvelsesgassen medfører, at bedøvelsetiden forlænges, men at der til gengæld ses færre afværgereaktioner og skader. I sidstnævnte tilfælde var der O<sub>2</sub> til stede, således at der ikke forekom anoxi, hvorfor gassens bedøvende effekt udelukkende kan tilskrives tilstedeværelsen af en høj koncentration af CO<sub>2</sub>. Hverken N<sub>2</sub> eller O<sub>2</sub> har i sig selv en bedøvende effekt, idet der findes store koncentrationer af begge dele i atmosfærisk luft.

En undersøgelse af Lambooij et al. (1999) viste, at bedøvelse med Ar og CO<sub>2</sub> uden O<sub>2</sub> virkede hurtigst (ca. 16 sekunder), hvorimod bedøvelse med 40 % CO<sub>2</sub>/30 % O<sub>2</sub>/30 % N<sub>2</sub> tog dobbelt så lang tid (ca. 32 sekunder). Andre forfattere angiver længere intervaller, men er ellers enige.

Hvis der anvendes inerte gasser, for eksempel argon, i høje koncentrationer, ses voldsommere basken med vingerne, end hvis der fortsat er O<sub>2</sub> til stede. Årsagen til dette formodes at være, at anoxi ikke medfører samtidig inaktivering i de forskellige hjerneafsnit, hvorfor der forekommer voldsomme kramper under selve bedøvelsesfasen. Dette resulterer i en øget forekomst af blødninger og brækkede knogler (McKeegan et al. 2007a).

Undersøgelser har vist, at voksne fugle blev gradvist bevidstløse ved gradvist nedsat O<sub>2</sub>-koncentration, uden tegn på kramper eller afværgereaktioner, og dermed sås færre skader. Kyllinger (unge individer) viste samme reaktion, men mistede evnen til kropskontrol mens de stadig var ved bevidsthed, hvilket formodes at forårsage lidelse hos disse (McKeegan et al., 2007b).

#### Skader

Man har observeret en lavere procentdel af slagtekroppe med brækkede knogler og blødninger ved anvendelse af gas-bedøvelse i stedet for el-bedøvelse. Gade et al. (2001) refererede fra et symposium, hvor Lambooij konkluderer, at gas-bedøvelse giver en mindre forekomst af muskelblødninger, hvilket bekræftes i andre undersøgelser (Gigaud et al. 2010).

Endvidere har man oplevet, at udbeningsprocessen blev lettere og udbytterne større ved gas-bedøvelse som følge af færre skader.

Anvendelse af inerte gasser kan dog give en øget frekvens af brækkede knogler og blødninger som følge af de afværgereaktioner, der opstår pga. iltmangel. Inerte gasser har ikke i sig selv en bedøvende effekt, men virker ved at fortrænge luftens ilt, så dyrene kvæles.

Forskellige undersøgelser har vist, at bedøvelse ved anoxi, det vil sige ved hjælp af inerte gasser som Ar eller N<sub>2</sub> eller en iltfattig blanding af CO<sub>2</sub> og inerte gasser, giver flere slagteskader end bedøvelse med en blanding af CO<sub>2</sub> og O<sub>2</sub> (McKeegan et al., 2007a), hvilket svarer godt til den observerede adfærd.

Hvis kyllingerne bedøves i transportkasserne, skal der findes en løsning til frasortering af kyllinger, der er døde ved ankomst. Disse kan formentlig identificeres og frasorteres ved hjælp af termografi samt manuel frasortering af kyllinger, hvor rigor mortis er indsat. Men der vil være behov for at udvikle og implementere en detektions- og sorteringsmetode, der løser problemet på en tilfredsstillende måde. Eksisterende muligheder herfor

kendes ikke og er derfor ikke omtalt her.

Ophængning af kyllingerne i bevidstløs tilstand giver endvidere en arbejdsmiljøforbedring for personalet.

### *Kødkvalitet*

Gigaud et al. (2010) fandt, at der ikke forekommer væsentlige forskelle i kødkvalitet mellem el-bedøvede og gas-bedøvede kyllinger. Der blev målt på pH-fald 3 og 24 timer efter slagtning, farveparametre, kogesvind, mørhed og sensorik. Ved afprøvning under produktionsforhold fandtes ikke betydelige forskelle i kødkvaliteten ved sammenligning af el- og gasbedøvelse. Endvidere fandt Gigaud et al. (2010), at kyllingernes genotype, samt hvornår udbening skete, havde markant indflydelse på kødkvaliteten.

Der fandtes en sammenhæng mellem kyllingernes genotyper og bedøvelsesmetoden, hvor især de langsomt voksende el-bedøvede kyllinger havde et signifikant lavere pH (ca. 0,1) i brystmuskulaturen umiddelbart efter slagtning end de gas-bedøvede kyllinger. Man havde i den forbindelse observeret, at de langsomt voksende kyllinger udviste flest afværgereaktioner under ophængning før el-bedøvelsen. Den højere muskelaktivitet umiddelbart før bedøvelse er derfor den mest sandsynlige forklaring på forskellen i muskel-pH mellem el-bedøvelse og gas-bedøvelse hos de langsomt voksende kyllinger. Det vil sige, at kyllingernes nedarvede temperament/væksthastighed/aktivitetsniveau kan have indflydelse på, hvilken bedøvelsesmetode, der bør vælges. Det var i øvrigt også den langsomt voksende genotype, der bidrog mest til, at der fandtes forskelle mellem el- og gasbedøvelse i forekomst af blødninger i brystkødet (Gigaud et al. (2010)).

Iwamoto et al. (2002) undersøgte tre forskellige muskeltyper histologisk efter henholdsvis el- og gasbedøvelse. De fandt, at brystmuskulaturen (type IIB fibre) fra el-bedøvede kyllinger havde mistet størstedelen af glykogendepotet i muskelfibre umiddelbart efter aflivningen, hvilket ikke var tilfældet for brystmuskulaturen fra de gasbedøvede kyllinger. Denne observation svarer godt til, at man observerer større aktivitet før bedøvelsen under ophængningen, samt at selve el-bedøvelsen forårsager muskelkrampe/-kontraktion, hvor gasbedøvelsen forårsager total muskelafslappelse. Efter 24 timer på køl var forskellen dog udlignet. Samme forfattere fandt, at Type I fibre var intakte 4 timer efter slagtning i gasbedøvede kyllinger, hvorimod der sås denaturering i de el-bedøvede kyllingers Type I muskelfibre.

### *Dyrevelværd*

#### *Fordele og ulemper*

Den største og mest afgørende velfærdsmæssige fordel ved gasbedøvelse er, at kyllingerne først skal håndteres og ophænges efter bedøvelsen. Det er imidlertid vigtigt, at selve bedøvelsesfasen optimeres, og at ophængning og afblødning foregår straks efter bedøvelsen, såfremt man

ikke vælger at sikre sig, at alle kyllinger dør som følge af gasbedøvelsen. I praksis vil det være vanskeligt at opnå en simpel bedøvelse, hvor op-hængning og afblødning kan foretages, før enkelte individer vågner op af bedøvelsen.

Den vigtigste ulempe ved anvendelse af gas-bedøvelse er, at bevidstløshed ikke indtræder med det samme, og at der kan optræde en del afværgereaktioner/dødskamp i denne forbindelse. Hvorvidt bevidstløshed eller tab af muskelkontrol sker først, bør undersøges nærmere. Ligesom der er divergerende meninger om, hvorvidt afværgereaktioner/dødskamp optræder før eller efter, at bevidstløshed er opnået.

#### *Gasbedøvelse sammenlignet med el-bedøvelse*

Gade et al. (2001) refererede fra et symposium, afholdt i Oldenburg, Tyskland, december 2000, hvor Lambooij konkluderer, at gas-bedøvelse samlet set giver betydelig mindre stresspåvirkning af kyllingerne end el-bedøvelse. Den overordnede konklusion på det pågældende symposium var en accept af CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>-bedøvelse som alternativ til elektrisk bedøvelse. Det blev konkluderet, at gasbedøvelsen var en dyrevelfærdsmæssig forbedring, og at metoden samtidig var "cost-effective", idet de øgede driftsomkostninger, sammenlignet med el-bedøvelsen, blev udignet af et færre antal bedøvelsesskader på slagtekroppene (Gade et al., 2001).

Iwamoto et al. (2002) konkluderede ud fra histologiske undersøgelser, at gasbedøvelsen skulle være dyreværns-mæssigt mere skånsom. Det er dog ikke givet, at mindre muskulær anstrengelse og/eller denaturering før og under bedøvelsen er et direkte udtryk for større dyrevelfærd.

Andre forfattere har udtrykt bekymring for, om gasbedøvelse med inerte gasser først immobiliserer kyllingen, hvorefter den dør ved kvælning. Et forløb der formentlig medfører betydelig lidelse (McKeegan et al., 2007a, 2007b).

#### *Forskellige typer gasbedøvelse*

Coenen et al. (2000) refererede til målinger, der klart viste mindre stress og mildere afværgereaktioner ved tilblanding af O<sub>2</sub> til bedøvelsesgassen frem for anoxisk bedøvelse, selvom bedøvelsen var længere tid om at indtræde.

Gade et al. (2001) præsenterede resultater fra en undersøgelse, der viser signifikant færre bedøvelsesskader ved gasbedøvelse med kontinuert gradient af CO<sub>2</sub> og O<sub>2</sub>.

Lambooij et al. (1999) fandt, at der forekom mindre basken med vingerne, hvis man anvender CO<sub>2</sub> og O<sub>2</sub> ved bedøvelsen. Til gengæld tog det ca. dobbelt så lang tid at bedøve kyllingerne (ca. 32 sekunder).



McKegan et al. (2007b) fandt, at anoxisk bedøvelse medførte voldsomme afværgereaktioner i form af vingebasken og padlen, samt at kyllingerne vrider sig. Undersøgelser med sideløbende EEG-målinger viser, at det ikke kan udelukkes, at kyllingerne er ved bevidsthed under en del af denne fase. Ved CO<sub>2</sub> med tilsætning af O<sub>2</sub> blev denne adfærd elimineret, men til gengæld forekom vejrtrækningsforstyrrelser i form af gispem og ekstra dybe vejrtrækninger.

McKegan et al. (2006) undersøgte i en anden undersøgelse de umiddelbare afværgereaktioner på forskellige gastyper i et elegant udført forsøg, hvor kyllingerne var trænet til at æde umiddelbart ved siden af en gasdyse. Gassen blev tilsat på en måde, så der ikke opstod ændret luftstrømning, når kyllingerne blev udsat for ændret gassammensætning. Ud fra dette forsøg blev det konkluderet, at en mindre del af kyllingerne ophørte kortvarigt med at æde ved eksponering for 10 % CO<sub>2</sub>. Der sås en stigning ved stigende koncentrationer af CO<sub>2</sub>, men efter 20 sekunder havde alle kyllinger genoptaget foderindtagelsen. Tilsætning af O<sub>2</sub> reducerede det observerede ubehag markant. Ved eksponering for 40 % CO<sub>2</sub> og 30 % O<sub>2</sub> fjernede kun 20 % af kyllingerne sig fra gaskilden. McKegan et al. (2007b) konkluderede, at CO<sub>2</sub> inducerer et mildt til moderat midlertidigt ubehag, som giver sig udslag i, at kyllingerne ophører med at æde kortvarigt.

Vejrtrækningsforstyrrelser forekom også som følge af CO<sub>2</sub>-eksponering, hvilket ikke resulterede i, at kyllingerne trak sig tilbage fra gaseksponeringen og i nogle tilfælde blot fortsatte med at æde. Resultaterne indikerede, at ubehaget i forbindelse med vejrtrækningsforstyrrelserne var minimale (McKegan et al. 2006).

McKeegan et al. (2007a) sammenlignede en hypercapnisk/anoxisk Ar/CO<sub>2</sub>-bedøvelse med hypercapnisk/hyperoxisk tofaset gasbedøvelse (først 40 % CO<sub>2</sub>/30 % O<sub>2</sub>/ 30 % N<sub>2</sub>, og derefter 80 % CO<sub>2</sub>/5 % O<sub>2</sub>/15 % N<sub>2</sub>). Det er værd at bemærke, at forsøget blev lavet i et produktionsanlæg. Man fandt, at Ar+CO<sub>2</sub> gav markant mere vingebasken, padling med benene og andre afværgereaktioner, men et hurtigere tab af vejrtrækning. Efter aflivning fandt McKegan et al. (2007), at der var signifikant flere skader i form af brækkede vinger og en tendens til flere blødninger på undersiden af brystmuskulaturen ved Ar+CO<sub>2</sub> bedøvelsen end ved tofaset bedøvelse. I samme undersøgelse fandtes endvidere et hurtigere pH-fald ved Ar+CO<sub>2</sub> bedøvelsen sammenlignet med tofaset bedøvelse. McKeegan et al. (2006, 2007a+b) konkluderede således, at tofaset bedøvelse overordnet er bedre end den anoxiske bedøvelse med hensyn til dyrevelfærd, slagte-kvalitet (færre skader) og kødkvalitet (pH-fald, mørhed).

Raj (2006), derimod, var tilhænger af anvendelse af inerte gasser ud fra et dyrevelfærdsmæssigt synspunkt og forklarer dette ved, at de voldsomme

kramper (og dermed skader), der forekommer i forbindelse med hypoxi, først forekommer, når kyllingerne er bevidstløse. Derimod beskrives afværgereflekserne mod CO<sub>2</sub> som en integreret del af åndedrætsreguleringen (Raj, 2006). Chemoreception af CO<sub>2</sub> antages at findes hos alle hvirveldyr, og gispen og særligt dybe vejrtrækninger observeres da også i særlig grad ved CO<sub>2</sub>-eksponering af kyllinger sammenlignet med andre gasser. Denne adfærd er udtryk for en reflektorisk reaktion, der skal bidrage til at reetablere en normal vejrtrækning. De fysiologiske mekanismer, der ligger til grund for den reflektoriske reaktion på CO<sub>2</sub>, beskrives ikke nærmere i denne oversigt.

Raj (2006) fremhæver, at 36 ud af 40 testpersoner følte ubehag og åndenød, når de blev udsat for 50 % CO<sub>2</sub>, hvorimod dykkere, der havde oplevet "black out" forårsaget af anoxi, ikke havde oplevet ubehag, samt at frivillige forsøgspersoner har beskrevet inhalation af N<sub>2</sub> som en "euforisk måde at miste bevidstheden på". Raj (2006) konkluderer, at humane intentioner om at eliminere undgåelig smerte og lidelse vil blive alvorligt kompromitteret ved CO<sub>2</sub>-bedøvelse af fjerkræ (EFSA, 2004).

Strøbech (2008) etablerede en nociceptiv model til undersøgelse af smertereaktion fra neuroner i næseslimhinden på rotter. Der fandtes ingen nociceptiv respons (smertereaktion) på eksponering for CO<sub>2</sub>. Der forekom dog en generel øget neuronaktivitet i hele hjernen ved eksponering for CO<sub>2</sub>, som ikke kan tolkes som et nociceptivt respons. CO<sub>2</sub> hæmmede tydeligt elektrisk induceret nociceptivt respons, hvilket viser en analgetisk (smertestillende) effekt. Strøbech (2008) anfører, at det ikke er ualmindeligt, at inhalerede bedøvelsesmidler (herunder halothan, der er et meget anvendt bedøvelsesmiddel til kirurgi, også humant) virker hyperalgesisk (øger følsomheden) i lave doser.

Det har ikke været muligt, ud fra den litteratur der er gennemgået i denne oversigt, at konkludere, om gasbedøvelse ved inerte gasser eller CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> skal foretrækkes til kyllinger ud fra et dyrevelfærdsmæssigt synspunkt. Men flertallet af de publikationer, der kunne gennemgås i denne oversigt, hælder til en kombination af CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>, som værende den foretrukne. Den eneste forskergruppe, der er uenige i dette standpunkt, er Raj et al., der er åbenlys tilhænger af inerte gasser til bedøvelse af kyllinger.

#### *Hvordan dokumenteres dyrevelfærden?*

Gade et al. (2001) refererede von Wenzlawowicz (2000), som fremlagde parametre til evaluering af afværgereaktioner ved gas-bedøvelse. Disse omfattede i stigende rækkefølge: Åbent næb, hovedrysten, nysen, basken med vingerne, gispen, voldsom gispen, rastløshed (forsøg på flugt), voldsom vingebasken.

Flere andre forfattere har dog sat spørgsmålstegn ved anvendelse af adfærd som objektive mål for dyrevelfærd/bevidsthedsniveau (McKeegan et al. 2007a, 2007, b).

Fravær af Somato-sensory evoked potential (SEP), som er hjernens reaktion på sanseindtryk fra huden, anbefales anvendt som udtryk for bevidstløshed ved gasbedøvelse (EFSA 2004). Også fravær af SEP kritiseres af McKeegan et al. (2007, 2007b), som mente, at et EEG-niveau på ca. 60 % af udgangsniveauet eller lavere ville være et godt udtryk for bevidstløshed. Et isoelektrisk EEG, med en aktivitet på < 10 % af udgangsniveauet, er et sikkert tegn på dysfunktion af hjernen, og dermed bevidstløshed.

EFSA (2004) beskriver veludført gasbedøvelse ved:

- Alle kyllinger skal være irreversibelt bedøvede, og må ikke kunne vågne af bedøvelsen
- Komplet muskelafslapning
- Fravær af reflekser
- Hjerteflimren eller hjertestop

### **Dyrevelfærd i forbindelse med indfangning, transport og håndtering på slagteriet**

I forbindelse med indfangning til transport til slagtning forekommer en del skader, der ses i form af knoglebrud og blødninger. I en svensk undersøgelse fandtes mellem 4 og 6 % af kyllingerne at være blevet skadet under maskinel indfangning på farmen (Jamil, 2003). Omkring 2 % havde fået skader under transporten, og lige så mange blev skadet under aflæsning og ophængning. Jamil (2003) anbefalede blandt andet lavere indfangningshastighed, lavere faldhøjde i forbindelse med tipping af transportkasser og flere andre tiltag til forbedring af dyrevelfærd og reduktion af produktionstab i forbindelse med håndtering af levende kyllinger før, under og efter transport til slagteriet.

### **Andre bedøvelsesmetoder**

*Dislokation af halsen eller slag i hovedet.* Manuel eller mekanisk strækning eller vridning af halsen, der fører til cerebral iskæmi eller et hårdt, præcist slag i hovedet, der forårsager alvorlig ødelæggelse af hjernen. Anvendes til aflivning af fjerkræ op til 3 kg's levende vægt og kan anvendes til slagtning, sanering og anden aflivning. Metoden må dog kun anvendes, hvis der ikke er adgang til andre bedøvelsesmetoder, og en person må højst aflive 70 dyr dagligt (aflivningsforordningen, 2009).

*Air jet.* Lambooij og Gerritzen (2007) nævner en mekanisk bedøvelsesmetode, der kaldes "air jet". Metoden kan bedst sammenlignes med aflivning ved bolt pistol, men er modificeret, således at to nåle injicerer trykluft ind i hjernen på kyllingen, hvilket giver øjeblikkelig bevidstløshed og en markant mindre forekomst af kramper efter bedøvelsen, som også kendes fra bedøvelse med bolt pistol hos andre dyrearter. Metoden figurerer ikke i

aflivningsforordningen (2009).

*Low atmosphere stunning (LAS)*. En metode til erstatning af gasbedøvelse med inerte gasser med vakuum, hvilket skulle have samme effekt. Metoden figurerer ikke i aflivningsforordningen (2009).

## Konklusion

Dyreværnsmæssige fordele og ulemper forekommer ved begge metoder. De væsentligste fordele og ulemper ved henholdsvis el- og gas-bedøvelse er nævnt i Tabel II.

**Tabel II:** Oversigt over de vigtigste fordele og ulemper ved el- og gasbedøvelse (Oversat fra Buhr (2009)).

---

### Fordele og ulemper ved el- og CAS-bedøvelse

---

Fordele ved el-bedøvelse.

- Hurtigt indsættende bevidstløshed (<2 sek.)
- Begrænsede driftsudgifter

Ulemper ved el-bedøvelse

- Ophængning af ubedøvede kyllinger
- Risiko for elektrisk stød før bedøvelse
- Risiko for utilstrækkelig bedøvelse (immobilisering i stedet for bedøvelse?)

Fordele ved CAS

- Bedøvelse i transportkasser/på transportbånd
- Ingen håndtering før bedøvelse

Ulemper ved CAS

- Langsommere indsættende bevidstløshed
  - Driftsudgifter til gas
  - Identifikation af kyllinger, der er døde ved ankomst vanskeliggøres, hvis der bedøves i transportkasser
  - Uklarhed om der forekommer tab af muskelkontrol før bevidsthedstab (medfører unødigt lidelse)
- 

Fordelene ved el-bedøvelse er, at bedøvelsen indtræder straks og er en effektiv metode ved optimal drift. Metoden er desuden relativ billig i drift.

Ulemperne ved el-bedøvelse er hovedsagelig den levende håndtering og ophængning i benene, hvilket antages at være smertefuldt som følge af kompression af knoglerne. Der forekommer slagteskader (brækkede knogler, røde vingspidser, slagteblødninger). Der hersker en vis tvivl om, hvorvidt alle kyllinger bedøves, eller om en del kun immobiliseres, da der kan forekomme forskelle i mængde strøm gennem hovedet (kontakt til slagtebøjler, grad af nedsækning). Endvidere er elektrisk stød før bedøvelse et problem (f. eks. ved brækkede vinger, der hænger ned under hovedniveau). Ikke alle automatiske afblødningsanlæg er lige effektive, hvilket medfører, at simpel (reversibel) el-bedøvelse er problematisk. Endvidere giver ophængningen af kyllingerne, mens de er ved bevidsthed, et dårligt arbejdsmiljø for personalet. Skader, der medfører økonomisk tab udligner de lave driftsudgifter.

Generelt kan det konkluderes, at de opsætninger af elektriske parametre (frekvens, strømstyrke, strømkurveforløb), der giver færre slagteskader, samtidig giver en mindre effektiv bedøvelse. Så for el-bedøvelse eksisterer der et modsætningsforhold mellem hensyn til dyrevelfærd og hensyn til slagteskader.

El-bedøvede kyllinger genvinder i princippet bevidstheden, således at de kan stå op ca. 120 sekunder efter bedøvelsens ophør, hvorimod ikke alle gas-bedøvede kyllinger genvinder bevidstheden, når alle kyllinger skal være forsvarligt bedøvet.

Den største og mest afgørende velfærdsmæssige fordel ved gasbedøvelse er, at kyllingerne først skal håndteres og ophænges efter bedøvelsen. Det er imidlertid vigtigt, at selve bedøvelsesfasen optimeres, og at op-hængning og afblødning foregår straks efter bedøvelsen, såfremt man ikke vælger at sikre sig, at alle kyllinger dør som følge af gasbedøvelsen.

I praksis vil det være vanskeligt at opnå en simpel bedøvelse, hvor op-hængning og afblødning kan foretages, før enkelte individer vågner op af bedøvelsen.

Den vigtigste ulempe ved anvendelse af gas-bedøvelse er, at bevidstløshed ikke indtræder med det samme, og at der kan optræde en del afværgereaktioner/dødskamp i denne forbindelse. Hvorvidt bevidstløshed eller tab af muskelkontrol sker først, bør undersøges nærmere. Ligesom der er divergerende meninger om, hvorvidt afværgereaktioner/dødskamp optræder før eller efter, at bevidstløshed er opnået.

Undersøgelser har vist, at flertallet af kyllingerne var døde efter to minutter i forskellige gasblandinger. Samtidig var opvågningstiden for de overlevende kyllinger i nogle tilfælde under 30 sekunder. Disse oplysninger stemmer ikke overens med aflivningsforordningens (2009) oplysninger om gas-bedøvelse som en mulig simpel bedøvelsesmetode.

Der hersker tilsyneladende nogenlunde enighed om, at der er potentielle og reelle velfærdsproblemer forbundet med såvel gas- som el-bedøvelse. Der synes at være konsensus om, at en eller anden form for gas-bedøvelse er at foretrække frem for el-bedøvelse. Der er dog ligeledes enighed om, at alle metoder skal konstrueres og vedligeholdes optimalt, samt konstant overvåges, for at være dyrevelfærdsmæssigt forsvarlige.

Der hersker dog tilsyneladende ikke enighed om, hvilken form for gas-bedøvelse der er at foretrække ud fra et dyrevelfærdsmæssigt synspunkt. Det synes dog overbevisende vist, at CO<sub>2</sub> har en bedøvende og smertestillende virkning. Gradvis introduktion til anoxi og/eller bedøvende gasarter medfører tilsyneladende mildere afværgereaktioner end en direkte

introduktion.

Det har ikke været muligt, ud fra den litteratur der er gennemgået i denne oversigt, entydigt at konkludere, om gasbedøvelse ved inerte gasser eller CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> skal foretrækkes til kyllinger ud fra et dyrevelfærdsmæssigt synspunkt. Men flertallet af de publikationer, der kunne gennemgås i denne oversigt, hælder til tofaset gas-bedøvelsen med en kombination af CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>, efterfulgt af høj CO<sub>2</sub> koncentration, som værende den foretrukne. Den eneste forskergruppe, der er uenig i dette standpunkt, er Raj et al., der er åbenlys tilhænger af inerte gasser til bedøvelse af kyllinger.

## Referencer

Aflivningsforordningen. (2009) Rådets forordning (EF) Nr. 1099/2009 af d. 24. september 2009 om beskyttelse af dyr på aflivningstidspunktet. Den Europæiske Unions Tidende.

Ali, A.S.A., Jensen, J.F., Lawson, M.A., Chwalibog, A. (2005) Variability in post-mortem pH values of broiler breast muscles due to electrical stunning voltages. Arch. Geflügelk. 69,5, 226-230.

Anonym (2006) Preventing pre-stun shocks. PPM 2.3, 16-17.

Bilgili, S.F., (1999) Recent advances in electrical stunning. Poultry Sci. 78, 282-286.

Buhr, R.J. (2009) Why poultry should be stunned at slaughter and the welfare advantages and challenges of electrical and gas stunning. European symposium on quality of poultry meat. Turku, Finland, Jun 21-24, Pl.18, 1-11.

Coenen, A., Smit, A., Zhonghua, L., Lujtelaar, G. van (2000): Gas mixtures for anaesthesia and euthanasia in broiler chickens. World's Poultry Science Journal 56, 225-234.

EFSA, European Food Safety Authority (2004) Scientific report of the scientific panel for animal health and welfare on a request from the commission related to welfare aspects of animal stunning and killing methods.

Gade, P.B., Von Holleben, K., Von Wenzlawowicz (2001) Animal welfare and controlled atmosphere stunning (CAS) of poultry using mixtures of carbon dioxide and oxygen. World's Poultry Sci. J., 57, 189-200.

Gigaud, V., Sante-Lhoutellier, V. Parafita, E., Le Bihan-Duval, E., Berri, C. (2010) Electrical or gas stunning: Which consequences for the meat quality in three chicken genotypes? XIIIth European Poultry Conference. Meat Quality.

Gregory, N.G. Wilkins, L.J. (1989) Effect of stunning current on carcass

quality in chickens. *Vet. Rec.* 124, 530-532.

Guedel, A.E. (1937) *Inhalation anesthesia: A fundamental guide*. New York, The maximillan co., s. 25.

Hari, P., Portin, K., Kettenmann, B., Jousmäki, V., Kobal, G., (1997) Right-hemisphere preponderance of responses to painful CO<sub>2</sub> stimulation of the human nasal mucosa. *Pain* 72, 145–151.

Hindle, V.A., Lambooi, E., Reimert, H.G., Workel, L.D., Gerritzen, M.A. (2010) Animal welfare concerns during the use of the water bath for stunning broilers, hens and ducks. *Poultry sci.* 89,3, 401-412.

Iwamoto, H., Ooga, T., Moriya, T., Miyachi, H., Matsuzaki, M., Nishimura, S., Tabata, S. (2002) Comparison of the histological and histochemical properties of skeletal muscles between carbon dioxide and electrically stunned chickens. *British Poultry Science* 43, 551-559.

Jamil, M. (2003) Skador hos kycklingar vid slakt och transport. *Svensk veterinärtidning*. 5, 11-16.

Lambooi, 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. *Appl. Animal Behav. Sci.* 62, 255-265.

Lambooi, E., et Gerritzen, M.A. (2007) Stunning systems of poultry species. XVIII European symposium on the quality of poultry meat, Sept. 2<sup>nd</sup> - 5<sup>th</sup>.

McKeegan, D.E.F., Abeyesinghe, S.M., McLeman, M.A., Lowe, J.C., Demmers, T.G.M., White, R.P., Kranen, R.W., Van Bommel, H., Lankhaar, J.A.C., Wathes, C.M. (2007a) Controlled atmosphere stunning of broiler chickens. II. Effects on behaviour, physiology, and meat quality in a commercial processing plant. *British poultry Science*, 48, 4, 430-442.

McKeegan, D.E.F., McIntyre, J.A., Demmers, T.G.M., Lowe, J.C., Wathes, C.M., Van den Broek, P.L.C., Coenen, A.M.L., Gentle, M.J. (2007b) Physiological and behavioural responses of broilers to controlled atmosphere stunning: Implications for welfare. *Animal welfare*, 16, 409-426.

McKeegan, D.E.F., McIntyre, J., Demmers, T.G.M., Wathes, C.M., Jones, R.B. (2006) Behavioural responses of broiler chickens during acute exposure to gaseous stimulation. *Appl. Animal Behav. Sci.* 99, 271-286.

Papinaho, P.A., Fletcher, D.L., Buhr, R.J. (1995) Effect of electrical stunning amperage and peri-mortem struggle on broiler breast rigor development and meat quality. *Poultry Sci.* 74, 1533-1539.

Prinz, S. (2010) Electrical stunning of broiler chickens. XIIIth European Poultry Conference.

Raj, A.B.M. (2006) Recent developments in stunning and slaughter of poultry. World's poultry Sci. Jour. 62, 3, 467-484.

Simonovic, S., Grashorn, M. (2010) Effect of different electrical stunning conditions on meat quality in broilers. XIIIth European Poultry Conference. Poster session II.

Strøbech, L. (2008) Trigeminal activity during CO<sub>2</sub> inhalation. Potential implications for stunning. Ph.D. Afhandling, SL Grafik, Fredriksberg, København.

Tehovnik, E.J. (1996) Electrical stimulation of neural tissue to evoke behavioural responses. J. Neurosci. Methods, 65, 1-17.

Wilkins, L.J., Wotton, S.B., Parkman, I.D. (1999) Constant current stunning effect on bird welfare and carcass quality. J.Appl.Poultry Res. 8, 465-471.

Zachariasen, J., Kjeldsen, P. (2008) United States Patent No.; US 7,331,848 B2. Linco Food Systems A/S, Denmark.