

Wageningen UR Livestock Research

Partner in livestock innovations



Rapport 381

Zoelen van varkens en implicaties voor dierenwelzijn

Marc B. M. Bracke

Augustus 2010



LIVESTOCK RESEARCH

WAGENINGEN UR

Colofon

Uitgever

Wageningen UR Livestock Research
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 - 238238
Fax 0320 - 238050
E-mail info.livestockresearch@wur.nl
Internet <http://www.livestockresearch.wur.nl>

Redactie

Communication Services

Copyright

© Wageningen UR Livestock Research, onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek, 2010

Overname van de inhoud is toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding.

Aansprakelijkheid

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

Wageningen UR Livestock Research en Central Veterinary Institute, beiden onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek vormen samen met het Departement Dierwetenschappen van Wageningen University de Animal Sciences Group van Wageningen UR (University & Research centre).



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

Abstract

Review of wallowing behaviour in pigs and related species, its biological functions, criteria for an ideal mud pool and the importance of wallowing for animal welfare

Keywords

Wallowing, pigs, swine, semantic modelling, welfare assessment

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Auteur(s)

M.B.M. Bracke

Titel

Zoelen van varkens en implicaties voor dierenwelzijn

Rapport 381

Samenvatting

Overzicht van zoelgedrag van varkens en aanverwante diersoorten, biologische functies, criteria voor een ideaal modderbad en het belang voor dierenwelzijn.

Trefwoorden

Zoelen, modderbad, varkens, semantisch modelleren, dierenwelzijn



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

Rapport 381

Zoelen van varkens en implicaties voor dierenwelzijn

Wallowing in pigs and its implications for animal welfare

M.B.M. Bracke

Augustus 2010

Voorwoord

De toekomst van de intensieve veehouderij staat al een aantal jaren ter discussie. Wakker Dier is één van de actoren in het maatschappelijk debat en pleit voor afschaffing van de intensieve varkenshouderij. Om ook positieve aandacht voor dierenwelzijn te vragen organiseert Wakker Dier al een aantal jaren de verkiezing van de mooiste modderpoel van Nederland. In het kader daarvan heeft zij Marc Bracke van Wageningen UR Livestock Research gevraagd om een overzichtsrapportage te schrijven over het modderbadgedrag van varkens, inclusief criteria voor het ideale modderbad en een inschatting van het belang van zoelen (het nemen van een modderbad) voor varkens. Dit rapport probeert op die vragen antwoorden te formuleren via de systematiek van het semantisch modelleren. In die zin vormt het rapport ook een illustratie van hoe beschikbare wetenschappelijke kennis op een systematische manier omgezet kan worden in een meer geïntegreerd oordeel over dierenwelzijn.

Hans Spolder
Clusterleider Welzijn en Gezondheid, Wageningen UR Livestock Research

Samenvatting

Zoelen is een natuurlijk gedrag van varkens dat algemeen waargenomen kan worden bij verwilderde varkens en bij wilde zwijnen. Moderne houderijsystemen voor varkens bieden slechts zelden zoelmogelijkheden zoals modderbaden. Bovendien wordt in het welzijnsonderzoek zoelen niet erkend als een belangrijk welzijnsvraagstuk.

Dit rapport geeft een systematische analyse van het belang van het zoelen van varkens op basis van principes die in het semantisch modelleren ontwikkeld zijn. De basis wordt gevormd door een verzameling van wetenschappelijke citaten over zoelen van varkens en aanverwante diersoorten. In totaal zijn 48 publicaties geïdentificeerd met citaten over zoelgedrag bij varkens en wilde zwijnen, en 12 publicaties met citaten over zoelen bij aanverwante diersoorten.

De gangbare opvatting is dat varkens vooral zoelen voor thermoregulatie (verkoeling zoeken), voor bescherming tegen zonnebrand en voor het verwijderen van ectoparasieten. De meeste wetenschappelijke gegevens gaan over de thermoregulatorische functie: varkens hebben geen functionele zweetklieren en zoelen is een belangrijk gedragsmatig controlemechanisme van varkens om oververhitting te voorkomen. Er zijn ook aanwijzingen dat zoelen een functie kan hebben in geurmarkering en seksueel gedrag. Daarnaast beschrijft dit rapport de optie dat zoelen door varkens, net als stofbaden bij kippen, een teken kan zijn van positief welzijn, inclusief de visie dat het vertonen van het gedrag 'hardwired' kan zijn, en belonend in zichzelf. Vele diersoorten zoelen, inclusief neushoorns, olifanten, tapirs, runderen (bijv. de Amerikaanse bizon) en herten. Er bestaat ook enige taxonomische verwantschap tussen varkens en andere waterminnende zoogdieren zoals waterbuffels, nijlpaarden en walvissen. De conclusie is dat zoelen belangrijk is voor het welzijn van varkens vanwege de vele facetten die zoelen in optima forma heeft. Zoelen kan zelfs zeer belangrijk zijn in situaties waar thermoregulatie suboptimaal is.

Dit rapport beschrijft ook het ideale modderbad voor varkens op basis van systematisch afgeleide criteria over modderbadlocatie en -grootte, zoelsubstraat, zoelgerelateerde gedragingen, temperatuur, lichaamsverzorging en hygiëne. Het ideale modderbad is permanent aanwezig, biedt voldoende ruimte aan alle varkens om tegelijk te zoelen, bevat naast water ook aarde (modder), maakt gerelateerde gedragingen zoals wroeten en schuren mogelijk, biedt afkoeling wanneer het (te) warm is, en brengt geen gezondheidsrisico met zich mee door bevuilding van het modderbad (bijvoorbeeld door het regelmatig verversen van de inhoud en/of het verstrekken van vers water in/bij het modderbad).

Belangrijke kennishiaten zijn het ontbreken van een meer systematische vergelijking van de welzijnsimpact van zoelen met andere welzijnsissues, en beperkte beschikbaarheid van kwantitatieve informatie, vooral over de vraag of zoelen inderdaad belangrijk is voor positief welzijn van varkens. Dit rapport bespreekt ook de 'ethische speelruimte' van het al dan niet implementeren van modderbaden in de praktijk. Die speelruimte moet verder verkend worden, omdat de betrokken stakeholders naast gaten in kennis ook andere belangrijke obstakels ervaren. Denk daarbij aan economische afwegingen, technologische belemmeringen (bijv. ten aanzien van gezondheid en hygiëne) en psychologische factoren. Zoelen zou wel eens een belangrijk element kunnen zijn in het 'goede leven' van varkens. Als dat zo is, dan mag het niet volledig ontbreken in transitieprocessen naar een integraal duurzame varkenshouderij.

Summary

Wallowing is a natural behaviour of pigs, commonly observed in feral pigs and wild boars. Current housing systems for domestic pigs rarely offer wallowing facilities such as mud pools. Furthermore, in welfare science wallowing is not recognised as an important welfare issue for pigs.

This report provides a systematic analysis of the importance of wallowing for pigs using principles developed in semantic modelling. The basis of the assessment was a literature search for relevant scientific citations. In total 48 papers were identified to extract citations about wallowing behaviour in pigs and wild boar, and 12 papers to extract citations about wallowing in related species.

The *communis opinio* is that pigs wallow mainly for cooling, for sunburn protection and for the removal of ecto-parasites. Most scientific evidence concerns its thermoregulatory function: pigs lack functional sweat glands and wallowing is an important behavioural control mechanism in pigs to prevent hyperthermia. Wallowing may also serve a function in scent-marking and sexual behaviour. In addition, the report discusses the possibility that wallowing in pigs, like dustbathing in poultry, may be indicative of positive welfare, including the view that the performance of the behaviour may be 'hardwired' and rewarding in itself. Wallowing is observed in many species including rhino's, elephants, tapirs, bovids (e.g. American bison) and deer. Some taxonomic relationships also exist between pigs and other water-loving mammals such as water buffalo, hippo's and whales. It is concluded that wallowing is important for pig welfare because of the multifaceted nature of wallowing in optima forma. Wallowing may even be very important when thermoregulation is suboptimal.

This report also describes the ideal mud pool for pigs, based on systematically derived criteria related to wallow location and size, wallowing substrate, behavioural aspects, temperature, body care and hygiene. The ideal mud pool is permanently available, provides sufficient space to allow all pigs to wallow simultaneously, contains earth and water (mud), allows related behaviours such as rooting and scratching, provides cooling when it is (too) hot, and does not generate a health risk due to soiling of the pool (e.g. through regular refreshment of its contents and/or the provision of fresh drinking water in/near the wallow).

Major remaining gaps in knowledge include a lack of a more systematic comparison of the welfare importance of wallowing and other pig welfare issues, and limited availability of quantitative information, especially about the impact of wallowing for positive welfare. This report also discusses the 'ethical room for manoeuvre' of the implementation of wallowing facilities for pigs in practice. This room for manoeuvre should be explored further, because stakeholders may perceive other obstacles besides gaps in knowledge. These include economical considerations, technological considerations (e.g. concerning health and hygiene) and psychological factors. Wallowing may be an important element of the 'good life' of pigs. If so, it should be incorporated in transition processes towards fully sustainable pig farming.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
2	Methode	4
3	Een beschrijving van zoelgedrag	6
3.1	Zoelen in gedomesticeerde varkens	6
3.1.1	Het gedrag zelf	6
3.1.2	Schuren en andere gerelateerde gedragingen (bijv. foerageren)	6
3.1.3	Thermoregulatie	6
3.2	Zoelen door verwilderde varkens en wilde zwijnen	6
3.2.1	Gedrag en locatie	6
3.2.2	Schuren	6
3.2.3	Timing	6
3.3	Zoelen in aanverwante soorten	6
3.3.1	Natuurlijke historie van het varken	6
3.3.2	Zoelen bij aanverwante zoogdieren	7
4	Waarom zoelen varkens?	8
4.1	Overzicht van hypothesen	8
4.2	Redenen voor zoelen van varkens en aanverwante zoogdieren	9
4.2.1	Thermoregulatie	9
4.2.2	Zonnebrand	9
4.2.3	Desinfectie van wonden en andere gezondheidsgerelateerde redenen om te zoelen ..	9
4.2.4	Seksueel gedrag en geurmarkering	9
5	Het ideale modderbad en de 'status quo'	10
5.1	'Status quo'	10
5.2	Aanbevelingen over zoelen in de literatuur	10
5.3	Overzicht van criteria voor een ideaal modder bad	10
5.3.1	Modderbadlocatie en -grootte	10
5.3.2	Zoelsubstraat: modder en water	11
5.3.3	Temperatuur	11
5.3.4	Gedraging in relatie tot zoelen	11
5.3.5	Lichaamsverzorging	11
5.3.6	Hygiëne	12
6	Hoe belangrijk is zoelen voor het welzijn van varkens?	13
6.1	Meningen van wetenschappers	13
6.2	Pijn en ziekte	13
6.3	Overleven: hittestress	13
6.3.1	Gedrag	13
6.3.2	Respiratie	13

6.3.3	Huid- en lichaamstemperatuur.....	13
6.3.4	Productie.....	13
6.3.5	Overleven per se.....	13
6.4	Fitness.....	14
6.4.1	Hygiëne.....	14
6.4.2	Kreupelheid.....	14
6.5	HPA en SAM.....	14
6.6	Agressie.....	14
6.7	Abnormaal gedrag: hokbevuiling, vaccuumgedrag, intentiebewegingen.....	14
6.8	Frustratie en vermijden.....	15
6.9	Natuurlijk gedrag.....	15
6.10	Preferenties.....	16
6.11	Demand.....	16
6.12	Tijdsduur.....	16
7	Discussie.....	17
7.1	Referenties en citaten.....	17
7.2	Beschrijving van zoelen van varkens en aanverwante diersoorten.....	17
7.3	Redenen om te zoelen.....	17
7.4	Zoelen in relatie tot positief welzijn.....	17
7.5	'Status quo' en criteria voor het ideale modderbad.....	19
7.6	Het belang van zoelen voor varkens.....	19
7.7	Verder onderzoek.....	21
7.8	Ethische implicaties.....	21
	Dankwoord.....	24
8	Literatuur.....	25
9	Annex (Bijlage).....	31
9.1	A description of wallowing behaviour.....	31
9.1.1	Wallowing in domestic pigs.....	31
9.1.2	Wallowing in feral pigs and wild boar.....	35
9.1.3	Wallowing in related species.....	37
9.2	Why do pigs wallow?.....	40
9.2.1	Overview of hypotheses.....	40
9.2.2	Reasons for wallowing in pigs and related mammals.....	40
9.2.3	Thermoregulation.....	41
9.2.4	Sun burn.....	43
9.2.5	Grooming, body care, removal of ectoparasites, biting insects.....	44
9.2.6	Disinfection of wounds and other health-related reasons for wallowing.....	44
9.2.7	Sexual behaviour and scent-marking.....	45
9.2.8	Pleasure.....	45
9.3	Ideal mud pool and 'status quo'.....	46
9.3.1	Recommendations on wallowing in the literature.....	46
9.3.2	Overview of criteria for an ideal mud pool.....	46
9.3.3	'Status quo'.....	48
9.4	How important is wallowing for pig welfare?.....	48
9.4.1	Opinions from scientists.....	48
9.4.2	Pain and illness.....	49

9.4.3 Survival: Heat stress	49
9.4.4 Fitness	52
9.4.5 HPA and SAM.....	53
9.4.6 Aggression	53
9.4.7 Abnormal behaviour: pen soiling, vacuum behaviour, intention movements	53
9.4.8 Frustration and avoidance	54
9.4.9 Natural behaviour.....	54
9.4.10 Preferences.....	54
9.4.11 Demand	54
9.4.12 Duration	55

1 Inleiding

“Wallowing is especially notable among pigs and piglike animals (Sowls, 1984)” (cited from Butler, 1995). Zoelen, het bedekken van het lichaamsoppervlak met modder (of een daarop lijkende substantie), is een natuurlijk gedrag dat betrekkelijk soortspecifiek is voor varkens in vergelijking met andere gedomesticeerde diersoorten. Het is mogelijk intrinsiek gemotiveerd gedrag ('hardwired') en belangrijk voor het welzijn van varkens. Desondanks heeft het betrekkelijk weinig aandacht gehad in het onderzoek naar dierenwelzijn.

Een groep internationale deskundigen gaf eerder ook een uitermate lage weegfactor-score aan het attribuut 'zoelen' (een score van 1,4 op een schaal van 0 tot 10, Bracke et al., 2002b). In een RDA-rapport over het natuurlijk gedrag van het varken werden slechts zeven zinnen aan het modderbad besteed op een totaal van 55 pagina's (RDA 2006), en in drie generieke artikelen over natuurlijk gedrag van landbouwhuisdieren werd zoelen helemaal niet genoemd (Jensen en Toates, 1993; Spinka, 2006; Bracke en Hopster, 2006).

Jensen en Toates (1993) vinden dat dieren ethologische (gedragmatige) behoeften kunnen hebben, d.w.z. “needs to perform particular behaviours when the physiological needs of the animal are taken care of”. Ze starten met de waarneming dat “[a]ccording to current theory, there exist apparent behavioural needs to perform parts of the behavioural repertoires of animals, fulfilling some or all of the following three criteria: (1) the behaviour patterns are mainly caused by internal factors; (2) the tendencies are gradually built up while they are not being performed; (3) the mere performance of the behaviour patterns is rewarding.” Echter, Jensen en Toates (1993) merken op dat motivatie altijd een functie van zowel interne als externe factoren is, en dat zij geen reden zien waarom een gedragsexpressie een behoefte ('need') moet zijn als de neiging ertoe toeneemt over de tijd en niet wanneer andere motivationele processen verantwoordelijk zijn voor variatie in de expressie. Met andere woorden: gedragingen die niet zo sterk op de automatische piloot worden uitgevoerd kunnen desondanks toch ethologische behoeften zijn.

Varkens kunnen erg gemotiveerd zijn om in modder te zoelen, maar dit is vooral gereguleerd door de omgevingstemperatuur. Jensen en Toates (1993) stellen echter ook voor dat het predicaat 'need' vereist dat er sprake is van lijden (verminderd welzijn) wanneer het gedrag niet uitgevoerd kan worden. Volgens de auteur van dit rapport (MB), echter, is dit formeel niet vereist, omdat de term 'need' (behoefte) ook gebruikt kan worden voor (belangrijke) bijdragen aan positief welzijn (Bracke en Hopster, 2006).

Spinka (2006) stelde dat “a large class of natural behaviours is associated with positive affective experience, and thus their performance directly enhances animal welfare.” Het is niet duidelijk of zoelen een natuurlijk gedrag is volgens deze auteur.

Bracke en Hopster (2006) definieerden natuurlijk gedrag als gedrag “that animals tend to perform under natural conditions, because it is pleasurable and promotes biological functioning”. Ook al werd zoelen niet expliciet genoemd in het artikel, zoelen is vermoedelijk een natuurlijk gedrag volgens deze definitie, omdat onder natuurlijke of 'ad lib' condities (d.w.z. wanneer varkens een vrije keuze zouden hebben) zij de neiging hebben te zoelen, vermoedelijk omdat het aangenaam is en biologisch functioneren bevordert.

Dit rapport onderzoekt welk wetenschappelijk werk gedaan is naar zoelgedrag bij varkens en aanverwante diersoorten en beschrijft hoe, wanneer en waarom varkens zoelen, en waarom het wel of niet belangrijk is voor het welzijn van varkens. Het rapport verkent in het bijzonder de optie dat zoelen als zodanig aangenaam kan zijn voor het varken.

Voor een praktische inschatting van welzijn is het concept van de vijf vrijheden geformuleerd (Brambell, 1965; FAWC, 1992, 2009), waarbij één vrijheid als regel geïnterpreteerd wordt als het vermogen van dieren om hun normale of natuurlijke gedrag te vertonen. Belangrijke voorbeelden van zulke natuurlijke gedragingen van landbouwhuisdieren zijn verschillende voedselzoekgedragingen (bijv. wroeten van varkens en scharrelen van kippen), nestbouwen van zeugen en leghennen, en stofbaden van pluimvee (Toates en Jensen, 1993; Anon., 2001; Spinka, 2006).

De vijf vrijheden zijn (FAWC, 2009):

- Freedom from hunger and thirst
- Freedom from discomfort
- Freedom from pain, injury and disease
- Freedom to express normal behaviour
- Freedom from fear and distress

De tweede en de vijfde vrijheid betreffen discomfort en distress die gerelateerd kunnen zijn aan zoelen, bijv. wanneer het helpt om hittestress te verminderen.

De vierde vrijheid wordt ook wel meer volledige omschreven als:

“Freedom to express normal behaviour, by providing sufficient space, proper facilities and appropriate company of the animal's own kind” (FAWC, 2009).

Als nadere uitleg stelt FAWC (2009):

“One criticism of the Five Freedoms is their focus on poor welfare and suffering. This focus was undoubtedly appropriate at the time they were devised but the requirement to provide for an animal's needs in the new Animal Welfare Act [in the UK] implies that good welfare should be an ambition too. A common misconception is that the Fourth Freedom is to express natural rather than normal behaviour. Normal suggests behaviour that is not abnormal; stereotypic and other abnormal behaviours such as tail chewing are undesirable and a sign of poor welfare. Although domesticated farm animals usually retain the ability to show the natural behaviour of their progenitors, their behavioural needs and repertoire on a farm can differ markedly from those of their ancestors” (FAWC, 2009). Volgens deze uitleg is zoelen wellicht niet voor welzijn van belang als ‘normal behaviour’, omdat het onthouden van zoelgedrag geen aanleiding lijkt te geven tot ongewenst abnormaal gedrag (tenzij we het zoelen in de eigen mest kunnen zien als abnormaal, zie hieronder). Het Ministerie van LNV, daarentegen, interpreteert deze vrijheid als de vrijheid om natuurlijk, soortspecifiek gedrag te vertonen (LNV, 2007). Deze formulering lijkt zoelen te moeten omvatten, en daarom ‘bescherming’ behoeven, omdat zoelen van varkens tenminste net zo ‘natuurlijk’ en ‘soortspecifiek’ is als de meeste andere typische voorbeelden (zoals grazen van koeien, scharrelen van kippen, nestbouwen en stofbaden). Als gevolg daarvan zou het noodzakelijk zijn om zoelfaciliteiten in diervriendelijke en duurzame varkensbedrijven op te nemen. Op dit moment is dat niet het geval (De Greef et al., 2003; Van Eijk et al., 2010a,b; Van der Peet et al., 2010).

Dierenwelzijn is een hot issue. Tot op heden is het lijden van landbouwhuisdieren het belangrijkste aandachtspunt geweest, waarbij men dieren soms ziet als ‘machines’ (Harrison, 1964). Er is een geleidelijke verschuiving waar te nemen in deze benadering van dierenwelzijn. Dit komt deels omdat het debat in toenemende mate gedomineerd wordt door positionering van dierenwelzijn in de markt, inclusief de noodzaak om dan positief over welzijn te communiceren. In de toekomst zal positief welzijn, d.w.z. het ‘goede leven’ (‘good life’), naar verwachting meer aandacht krijgen (FAWC, 2009). Misschien vormt zoelgedrag een element van het goede leven van varkens, zoals ook het geval lijkt te zijn voor het stofbaden van kippen (cf Widowski en Duncan, 2000; Olsson en Keeling, 2005). Er zijn verschillende redenen waarom het relevant is om zoelen in relatie tot welzijn van varkens nader te onderzoeken.

Allereerst lijkt zoelen een belangrijk element in de publieke perceptie van varkenswelzijn (Lassen et al., 2006), maar tot op heden heeft dit slechts weinig aandacht gekregen van onderzoekers van dierenwelzijn. Daarom is een systematisch literatuuroverzicht van de beschikbare informatie gewenst. Ten tweede lijkt er een discrepantie te bestaan tussen de publieke perceptie en wetenschappers over het belang van zoelen (Lassen et al., 2006). Wanneer wetenschappers menen dat zoelen niet erg belangrijk is, moeten ze in staat zijn uit te leggen waarom dat zo is.

Ten derde is er een discrepantie tussen verschillende disciplines in het welzijnsonderzoek over het belang van bepaalde aspecten van welzijn, bijv. over natuurlijk gedrag en positief welzijn (Bracke et al., 2008) en over negatief welzijn. Het onderwerp ‘zoelen’ vormt een interessante casus omdat het over beide aspecten van welzijn gaat, die enerzijds gerelateerd zijn aan natuurlijk gedrag en anderzijds aan basale fysiologische behoeften (zoals thermocomfort en parasitaire infecties). Beide aspecten zouden meer aandacht kunnen verdienen. Een exposé van zoelgedrag in varkens zou in het bijzonder ook interessant kunnen zijn in het licht van de traditionele studie van natuurlijk gedrag (Lorenz, 1958; Stolba en Wood-Gush, 1989). Terwijl wetenschappelijk onderzoek aan dierenwelzijn voorheen het belang onderkende van het bestuderen van dieren onder (semi-)natuurlijke omstandigheden, wordt tegenwoordig vrijwel alle welzijnsonderzoek uitgevoerd op commerciële bedrijven, op proefbedrijven en in laboratoria. Zoelen is echter moeilijk te bestuderen onder gecontroleerde omstandigheden. Daarom kan het relevant zijn om het overzicht uit te breiden naar verwilderde varkens en wilde zwijnen, en ook naar diersoorten die genetisch aan het varken verwant zijn. Zo'n uitgebreider literatuuronderzoek pas waarschijnlijk ook goed bij nieuwe trends in wetenschappelijk onderzoek naar positieve aspecten van dierenwelzijn, en kan misschien ook bijdragen aan het ontwikkelen van nieuwe manieren om positief welzijn objectiever te meten.

Ten vierde is er een zekere verschuiving in dierwetenschappelijk onderzoek opgetreden in de loop van de tijd. Terwijl voorheen (voor het opkomen van de intensieve varkenshouderij) zoelen erkend werd als een normaal onderdeel in de houderij van het varken, lijken auteurs van nieuwere tekstboeken bijna ‘vergeten’ te zijn dat zoelen een belangrijk element is in het gedragsrepertoire van het varken (Sambraus, 1981). Dierwetenschappers zouden daarom ook gebaad kunnen zijn bij een overzicht van zoelgedrag van varkens.

Ten vijfde heb ik (MB) ook een persoonlijk belang. Toen ik op zoek was naar een geschikte illustratie voor mijn definitie van welzijn, heb ik een plaatje gekozen van een zeug in een modderbad omdat het exclusief varkensgeluk leek uit te drukken. Een dergelijke intuïtieve keuze vraagt om een meer objectieve verificatie. Zo'n verantwoording kan geleverd worden met een geformaliseerd literatuuroverzicht (zie Bracke *et al* 2006) wat illustreert hoe principes uit het semantisch modelleren (Anon., 2001; Bracke *et al.*, 2002a, 2008) gebruikt kunnen worden om systematisch het welzijnsbelang van zoelen voor varkens in te schatten. Voorheen is het modelleren bekritiseerd omdat het slechts zou bevestigen wat al bekend was, door de hoge correlaties met expertopinions (Bracke *et al* 2008). Het toepassen van principes van semantisch modelleren op het zoelen van varkens kan illustreren hoe semantisch modelleren ook kan leiden tot een conclusie die verschilt van de heersende opvatting in het dierenwelzijnsonderzoek (namelijk dat zoelen voor varkens belangrijker is dan op dit moment wordt erkend).

Ten slotte kan zoelen een interessante casus zijn om mechanismen bloot te leggen van percepties van stakeholders over dierenwelzijn. Zoelen is waarschijnlijk een heel gevoelig onderwerp en een systematisch overzicht van het zoelen van varkens zou ethische en politieke besluitvorming kunnen ondersteunen. Het stellen van vragen over zoelen van varkens activeert vermoedelijk psychologische mechanismen, zoals cognitieve dissonantie (Festinger, 1957) wat gerelateerd kan zijn aan een fenomeen wat bij dieren onderzocht wordt als cognitive bias (Harding *et al.*, 2004; Mendl *et al.*, 2009). De ethische speelruimte (Korthals, 2004, 2008a,b) voor het creëren van zoelmogelijkheden voor varkens is als gevolg daarvan vermoedelijk beperkt. Stakeholders kunnen er de voorkeur aan geven om onwetend te blijven (vanwege cognitieve dissonantie, bijv. omdat ze denken te weten dat het toch niet haalbaar is), of ze kunnen dubieuze argumenten aanvoeren over zoelen (resultierend in 'cognitieve bias'). Ze kunnen bijvoorbeeld vinden dat varkens geen behoefte hebben aan zoelen omdat boeren de omgevingstemperatuur en ectoparasieten adequaat controleren. Beide aannamen, over de adequate controle en over (onze kennis van) de redenen van varkens om te zoelen, zijn echter misschien maar beperkt geldig. In ieder geval lijkt het a priori ontkennen van een zoelbehoefte op de nu verouderde opvatting dat gedomesticeerde varkens geen behoefte hebben aan voedselzoekgedrag (wroeten), omdat ze kwalitatief (nutritioneel) goed gevoerd worden. Misschien is zoelen zelfs belangrijk voor varkens, los van de vermeende biologische functies van het gedrag. De doelstellingen van dit rapport zijn daarom om a) een inventarisatie van het zoelen van varkens en aanverwante diersoorten te maken, b) om te onderzoeken wat het belang van zoelen is voor het welzijn van varkens gebaseerd op beschikbare kennis en principes van het semantisch modelleren, c) om te specificeren hoe de ideale modderpoel eruit moet zien, d) om hiaten in kennis en richtingen voor toekomstig onderzoek te identificeren, en e) om het onderwerp 'zoelen van varkens' van een ethische paragraaf te voorzien in relatie tot het begrip 'ethische speelruimte'.

2 Methode

In mei 2010 is een literatuuronderzoek uitgevoerd op internet, waarbij als startpunt vooral gebruik gemaakt is van Google Scholar en Scopus. Zoektermen waren: 'wallow', 'mud', 'pigs', 'hogs' en 'swine'. Uit de gevonden referenties zijn citaten gehaald over zoelen van varkens en aanverwante diersoorten. De citaten zijn gegroepeerd op onderwerp en weergegeven tussen aanhalingstekens ("..."), gevolgd door de referentie waaruit ze afkomstig zijn. De citaten zijn opgenomen in de Engelstalige bijlage (Annex) van dit rapport. De kopjes in de bijlage corresponderen met de paragrafen in het rapport. Referenties tussen aanhalingstekens zijn secundair. Zij kunnen via de primaire referenties worden opgezocht.

Aanbevelingen voor criteria voor het ideale of best mogelijke modderbad zijn geformuleerd op basis van de citaten. In de bijlage zijn deze criteria gemarkeerd met een pijl (→), die men kan lezen als 'uit dit citaat lijken de volgende attributen relevant voor de ideale modderpoel voor varkens'.

Noten bij de citaten bevatten commentaar van de auteur van dit rapport.

Omdat de citaten gerangschikt zijn op onderwerp en sommige citaten over meerdere onderwerpen gaan, was enige overlap tussen de secties onvermijdelijk. Waar mogelijk zijn dubbele citaten weggelaten. Een uiterst beknopte samenvatting van de informatie die via de citaten in de Annex is verzameld is weergegeven in de paragrafen in het rapport. Voor de achterliggende informatie wordt de lezer steeds naar de Annex verwezen.

Het belang van zoelen voor het welzijn van varkens is ingeschat met principes die eerder zijn geformuleerd in het semantisch modelleren (Anon., 2001; Bracke et al., 2002a; Bracke en Hopster, 2006). De onderliggende premisse is dat een inschatting van het belang van een attribuut voor welzijn (zoals een modderbad voor varkens) gebaseerd moet zijn op wetenschappelijke informatie. Deze informatie beschrijft de relaties tussen zogenaamde design criteria (zoals aan-/afwezigheid van een modderbad; omgevingstemperatuur; type dier, e.d.) en welzijns-performance criteria. De performance criteria zijn eerder geclassificeerd volgens wetenschappelijke discipline (Bracke et al., 2002a).

Hieronder vallen als eerste verschillende ethologische benaderingen zoals (de studie van) het natuurlijk gedrag, preferentietesten en demandstudies (die wijzen op positief welzijn), maar ook (informatie over) frustratie en vermijding, abnormaal gedrag en agressie (deze duiden op negatief welzijn). Vervolgens zijn er de stress-fysiologische parameters, inclusief SAM (sympatisch-adrenerg-medullaire activatie) en HPA (hypothalamic-pituitary-adrenocortical activation). Ten derde gaat het om fitness (inclusief aspecten van bijv. productie) en overleven (bijv. gerelateerd aan fysiologische eisen zoals een slecht klimaat). Ten slotte kan ook informatie over ziekte en pijn een aanwijzing geven over het belang van een welzijnsattribuut. Deze wetenschappelijke disciplines vormen de zogenaamde weegcategorieën, die gebruikt zijn om het belang van zoelen in te schatten (Bracke et al., 2002a). Formeel kan de weging van een attribuut afgeleid worden uit de vergelijking met andere attributen, waarbij het gewicht van elk attribuut een functie is van het verschil in welzijnsrelevantie tussen het beste en slechtste niveau (level) van dat attribuut (Bracke et al., 2002a). Als maat van 'verschil' wordt informatie over welzijnsperformance criteria gebruikt in relatie tot de incidentie, duur en intensiteit (Willeberg, 1991) van vermeende onderliggende emotionele en motivationele toestanden. Deze staan voor het geluk en lijden, gerief en ongerief, dat samen het welzijn van het dier definieert, d.w.z. de kwaliteit van leven zoals het dier het zelf ervaart (Bracke et al., 1999).

Het gewicht van een attribuut hangt van nog twee dingen af. Namelijk van de reikwijdte van het inschattingsdomein, wat in dit rapport breed gedefinieerd is, variërend van bijv. intensieve varkenshouderij tot het leven in een volledig natuurlijke omgeving, maar ook variërend van klimatologisch ongunstige tot heel gunstige omstandigheden. Het gewicht hangt ook af van de specificatie van het attribuut in relatie tot andere attributen in het algehele/onderliggende 'welzijnsmodel' (zodat overlap bijv. wordt vermeden). Het belang van zoelen is in dit rapport generiek ingeschat inclusief de thermoregulatorische en andere functies van het gedrag. Dit verschilt van eerder werk (Bracke et al., 2002a), waarin een model gemaakt is voor algehele welzijnsbeoordeling bij dragende zeugen.

Het welzijnsmodel van Bracke et al. (2002a) bevatte 37 attributen. Eén attribuut 'zoelen' had twee levels ('modderbad' en 'geen modderbad'). 'Zoelen' had een relatief lage weegfactor (4,6 op een schaal van 2,4 tot 25,8). Verschillende redenen verklaren dit lage gewicht:

- (1) Naast het attribuut 'zoelen' bevat het model ook gerelateerde attributen, bijv. 'blootstelling aan hitte' en 'schuren' met weegfactoren van respectievelijk 11.2 en 10.4. Deze attributen voegen relevantie toe aan het attribuut 'modderbad' zoals in dit rapport is gespecificeerd.
- (2) De belangrijkste bron van wetenschappelijke uitspraken voor het modelleren was het EU-rapport over intensief gehouden varkens (SVC, 1997). Dat rapport noemde zoelgedrag en/of hittestress nauwelijks. Latere literatuuroverzichten bespraken zoelen wat uitgebreider (EFSA,

2007a, b), maar specifieke informatie over zoelen, zoals in dit rapport zoelen is verzameld, was niet opgenomen in het algemene welzijnsmodel.

Voor het modelleren van algeheel welzijn levert een uitspraak over natuurlijk gedrag, bijv. 'varkens zijn sociale dieren', een drempelwaarde lading, d.w.z. het wordt gezien als (net) voldoende om een attribuut in het model te formuleren door het genereren van een minimale welzijnsloading. Omdat varkens sociale dieren zijn, hebben ze de neiging zich in sociale groepen te organiseren als ze daar de kans voor krijgen. Dit levert de eerste stap in het wegen van het attribuut 'leven in groepen', wat tot de conclusie kan leiden dat sociale omstandigheden belangrijk zijn voor dierenwelzijn mits voldoende andere informatie (uit andere weegcategorieën) beschikbaar is over verder gewicht aan het attribuut toe te voegen. Dat sociaal contact belangrijk is voor varkenswelzijn wordt bijvoorbeeld bevestigd. Het is zelfs expliciet opgenomen in de definitie van de vijf vrijheden (om normaal gedrag te kunnen vertonen) als het leven 'in the company of the animal's own kind' (FAWC, 2009). Wanneer 'het leven in groepen' belangrijk is omdat varkens sociale dieren zijn, dan is zoelen even belangrijk wanneer varkens 'zoelende dieren' zijn (mits de overige feiten vergelijkbaar zijn). Het belang van het attribuut 'zoelen' kan, net als van het attribuut 'sociaal contact', bepaald worden op basis van de informatie van alle weegcategorieën bij elkaar. Zo is het bijvoorbeeld relevant om in de afweging mee te nemen dat varkens vooral zoelen boven bepaalde omgevingstemperaturen. Vergelijkbare overwegingen gelden ook voor 'sociaal gedrag' (bijv. leven in groepen is niet belangrijk voor beren en voor werpende zeugen, die de neiging hebben solitair te leven, SVC, 1997). Voor wat betreft de weegcategorie 'stress' (HPA) geldt dat zowel 'zoelen' als 'sociaal contact' met stress gepaard kunnen gaan (hittestress bij 'zoelen'; stress door agressie, sociale isolatie en door het mengen van dieren bij 'sociaal contact'). Voor 'zoelen' geldt dat het productieverhogend en levensreddend kan zijn (in geval van ernstige hittestress). Er is geen vergelijkbaar argument voor het belang van 'sociaal contact' (omdat het geïsoleerd huisvesten van varkens niet tot productiederving of sterfte leidt). Het valt echter buiten de reikwijdte van dit rapport om een nadere inschatting te maken van het belang van zoelen in vergelijking met andere welzijnsrelevante attributen zoals sociaal contact, hokverrijking of het niet castreren. De beknopte vergelijking met 'sociaal contact' is hier enkel gepresenteerd om de principes van het semantisch modelleren te illustreren waarmee het welzijnsbelang wordt ingeschat. Overigens suggereert deze vergelijking dat zoelen wel eens een vergelijkbaar welzijnsbelang kan hebben als bijvoorbeeld 'sociaal contact'. Dit wordt verder in de discussie van dit rapport besproken.

Om het algehele belang van een modderbad voor varkens op een kwalitatieve manier te wegen (op een ordinale schaal van 'totaal niet belangrijk' tot 'van cruciaal belang') moet de informatie van de welzijnsperformance criteria die als weegcategorieën geïntegreerd zijn geïntegreerd worden. Hiervoor wordt in dit rapport slechts een algemene vuistregel gebruikt, namelijk dat informatie over stressfysiologie en overleven over het algemeen een hoger gewicht krijgen dan aanwijzingen voor gedragsmatige veranderingen (cf Bracke et al., 2002a).

3 Een beschrijving van zoelgedrag

3.1 Zoelen in gedomesticeerde varkens

Hieronder volgt de kern van de citaten die in de bijlage (Annex) onder corresponderende kopjes verzameld zijn.

3.1.1 *Het gedrag zelf*

Het meest opmerkelijke van het zoelen van varkens is het liggen en rollen in modder zodanig dat een gedeelte en soms bijna het gehele lichaam door modder wordt bedekt.

3.1.2 *Schuren en andere gerelateerde gedragingen (bijv. foerageren)*

Zoelen wordt normaal gesproken gevolgd door schuren en wrijven.

3.1.3 *Thermoregulatie*

Varkens zoelen vooral vanaf ongeveer 20 C.

3.2 Zoelen door verwilderde varkens en wilde zwijnen

3.2.1 *Gedrag en locatie*

Wilde varkens zoelen uitgebreid op vochtige plaatsen, vooral gedurende warm weer.

3.2.2 *Schuren*

In het wild is zoelgedrag nauw gerelateerd aan het schuren tegen bomen en stenen.

3.2.3 *Timing*

Wilde varkens lijken op alle mogelijke plaatsen te zoelen (waar modderbaden gemaakt kunnen worden). Ze doen dit in alle seizoenen, ook als het koud(er) is.

3.3 Zoelen in aanverwante soorten

3.3.1 *Natuurlijke historie van het varken*

Tabel 1 geeft een indeling van het varken (*Sus scrofa*) in het dierenrijk, gebaseerd op Animal Diversity Web (<http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/index.html>).

Tabel 1. De plaats van het varken (*Sus scrofa*) in het dierenrijk.
The pig (*Sus scrofa*) in the animal kingdom.

Group	Pigs	Examples of other members of the group
Species	<i>Sus scrofa</i> , wild boar	The bearded pig and various warty pigs
Genus	<i>Sus</i>	Warthogs, forest hogs, bushpigs
Family	Suidae	Peccaries, hippopotamuses, bovids (e.g. cattle), cervidae (deer), camels
Order	Artiodactyla, even-toed ungulates	Cetaceans (whales, dolphins, porpoises), perisodactyla (odd-toed ungulates), primates (incl. humans), rodents, proboscidea (elephants, tapirs, rhinoceroses),
Class	Mammals	Birds, reptiles, amphibians, bony fish
Subphylum	Vertebrates	Urochordata and Cephalochordata (both invertebrate chordata)

De fylogenie van het varken is op verschillende manieren gerelateerd aan water en zoelen. Dit ondersteunt de gedachte dat varkens wel eens van nature van een modderbad zouden kunnen houden.

3.3.2 *Zoelen bij aanverwante zoogdieren*

Zoelen komt voor bij vele diersoorten die genetisch aan het varken verwant zijn (even- en onevenhoevigen en walvissen). Deze dieren zoelen om verschillende redenen. Misschien was het verlangen om te zoelen primair, en hebben zich bijpassende biologische functies ontwikkeld in de loop van de evolutie (zie ook de paragraaf in het volgende hoofdstuk over redenen voor zoelen van varkens en aanverwante zoogdieren).

4 Waarom zoelen varkens?

4.1 Overzicht van hypothesen

Deze paragraaf gaat over de vraag: 'Waarom zoelen varkens?' Om dergelijke waarom-vragen te beantwoorden heeft Tinbergen (1963) vier typen vragen geformuleerd. Deze gaan over:

- Ontogenie (Hoe ontwikkelt het gedrag in de levensgeschiedenis van een dier?)
- Fylogenie (Wat is de evolutionaire geschiedenis van het gedrag?)
- Functie (Wat is de waarde om te overleven?)
- Oorzaak (Wat laat het gedrag optreden?)

De literatuurverkenning heeft geen informatie over de ontogenie van zoelen opgeleverd. In de vorige paragrafen is al een aantal aspecten van de fylogenie, functie en oorzaak besproken. Deze sectie werkt de bestaande hypothesen voor zoelen verder uit. De meest gangbare hypothesen zijn thermoregulatie, verwijderen van ectoparasieten en bescherming tegen zonnebrand bij gedomesticeerde varkens, terwijl desinfectie van wonden (in plaats van zonnebrand) voorheen voorgesteld is als één van de belangrijkste functies voor zoelen bij wilde zwijnen (Fernández-Llario, 2005).

Op basis van de informatie over zoelen bij aanverwante diersoorten is in deze sectie een meer uitgebreide lijst van hypothesen opgesteld waarom varkens zoelen. De lijst, die deels overlappende functies omvat, is als volgt:

- Thermoregulatie (Fernández-Llario, 2005)
 - Verkoeling bij hoge omgevingstemperaturen (ofwel direct door het liggen in het modderbad en/of door indirecte koeling door verdamping van een laag modder op de huid)
 - Koeling gedurende acclimatisering (transitie-effect; Fraser, 1970b)
 - Incidentele koeling, bijv. vanwege hoge activiteit zoals gedurende berigheid; (Sambraus, 1981); gevechten van beren in relatie tot voorplanting; opgejaagd worden (Stegeman, 1939) en voedselopname (Sambraus, 1981).
- Gezondheid
 - Desinfectie van huidwonden, vooral bij mannelijke dieren (door gevechten voor toegang tot vrouwelijke dieren) (Fernández-Llario, 2005)
- Lichaamverzorging / comfortgedrag
 - Verharen
 - Verwijderen van huidschilfers
 - Verminderen van ectoparasieten (luizen, schurft, teken; Fernández-Llario, 2005)
 - Bijtende insecten (Nalin, 1996)
 - Zonnebrand
 - Modificatie van lichaamsgeur (geur-markering/schoonmaken van het lichaam)
- Sociale functie
 - Geurwrijven/geurmarkeren / status advertentie (Gosling en McKay, 1990)
 - Zelf-markering (Miura, 1985)
 - Sociale cohesie (bijv. McMillan et al., 2000)
- Antipredatiegedrag
 - Geurcamouflage (Gosling en McKay, 1990)
- Seksuele functie
 - 'Display'/ competitie tussen mannelijk dieren (seksueel gedrag; Fernández-Llario, 2005)
 - Berig zijn (Sambraus, 1981)
- Rust (bijv. Sambraus, 1981)
- Spel (McDowell, 2009; Horrell et al., 2001)
- Plezier / 'gedragsbehoefte' (het gedrag zelf is belonend; varkens zoelen omdat ze het prettig/lekker vinden)

Een uitgebreide lijst met mogelijke functies van zoelen is dus samengesteld, inclusief de mogelijkheid dat varkens primair zoelen omdat ze het prettig vinden (misschien wel vergelijkbaar met het nemen van een bad door mensen). Vanwege het tentatieve karakter wordt deze laatste optie verder besproken in de 'Discussie' van het rapport.

4.2 Redenen voor zoelen van varkens en aanverwante zoogdieren

4.2.1 Thermoregulatie

Zoelen in modder heeft een thermoregulatorische functie voor varkens (zie ook de paragraaf over hittestress hieronder). Fysiologische aanpassingen zijn in overeenstemming met deze functie: varkens hebben geen functionele zweetklieren, een isolerende laag vet, een dunne vacht, beperkte mogelijkheden om te hijgen en een huid die snel verbrand door de zon. Varkens zoelen niet alleen om zichzelf te koelen tijdens hoge omgevingstemperaturen. Ze moeten zich ook koelen bij voedselopname (Sambraus, 1981), ziekte (ontsteking en koorts, Sambraus, 1981) en verhoogde activiteit (bijv. gedurende de berigheid, Sambraus, 1981; tijdens het vermijden van roofdieren of wanneer op hen gejaagd wordt, bijv. Graves, 1984; bij spel, exploratie en foerageren),.

4.2.2 Zonnebrand

Een modderbad geeft bescherming tegen zonnebrand.

4.2.3 Desinfectie van wonden en andere gezondheidsgelateerde redenen om te zoelen

Het zoelen kan aan gezondheid gekoppeld zijn via thermoregulatie (afkoeling zoeken bij koorts) en via lichaamsverzorging (genezing van huidwonden door bacteriedodende werking van modder).

4.2.4 Seksueel gedrag en geurmarkering

Mannelijke wilde zwijnen zoelen meer tijdens het bronstseizoen en het zoelen lijkt daarom een functie te hebben in seksueel gedrag (Fernández-Llario, 2005). Net zoals bij toegenomen zoelgedrag wanneer zeugen berig zijn, kan dit een thermoregulatorische reactie zijn, maar geurmarkering kan ook een rol spelen. Het is niet bekend of en in welke mate dit ook voor gedomesticeerde varkens geldt, maar als regel worden gedragsbehoeften zoals deze slechts in beperkte mate door domesticatie gewijzigd.

5 Het ideale modderbad en de 'status quo'

Om het algehele belang van zoelen voor varkens te kunnen inschatten (zie volgend hoofdstuk) zijn hier de beste en slechtst mogelijke levels van het attribuut 'zoelen' gekarakteriseerd. Het slechtst mogelijke level is gespecificeerd in relatie tot de 'status quo' waaronder de meeste varkens gehouden worden (zonder zoelfaciliteiten). Het best mogelijke level is afgeleid van de aanbevelingen in de literatuur en de criteria die uit de citaten over zoelgedrag zijn af te leiden.

5.1 'Status quo'

Deze paragraaf beschrijft kort het bestaande contrast in de varkenshouderij in vergelijking met zoelen in optima forma, wat in de volgende paragrafen nader omschreven wordt. In vergelijking met ideale zoelcondities, moet het slechtst mogelijke level van het attribuut 'zoelen' gekarakteriseerd worden als een situatie waarin er helemaal geen mogelijkheden zijn om te zoelen. Tijdens perioden met hitte vertraagt de groei van de varkens substantieel en komt verhoogde sterfte voor, (gedeeltelijk) vanwege hittestress (cf. McGlone, 1999). Normaliter worden de varkens gehouden bij temperaturen die voor productie geadviseerd worden. Varkens rusten op harde betonnen vloeren. Water is beschikbaar uit drinknippels of drinkbakjes die boven de roostervloer geïnstalleerd zijn. Hierdoor kan geen natte ligplaats gecreëerd worden. Zoelen in mest is ook beperkt (bijv. door roostervloersystemen of door andere maatregelen die voorkomen dat varkens kunnen liggen in hun eigen ontlasting). Er zijn geen of heel beperkte faciliteiten voor het schuren en wrijven (lichaamsverzorging). Hokafscheidingen zijn bijv. erg glad afgewerkt. Ectoparasieten en 'stekende' insecten zoals muggen en vliegen zijn aanwezig. Water is ad libitum beschikbaar en voer wordt verstrekt in hoeveelheden die tegemoet komen aan de nutritionele vereisten: (vrijwel) ad libitum voor lacterende zeugen, gespeende biggen en vleesvarkens, substantiële voerbepijking voor dragende zeugen. Omdat geen substraat verstrekt wordt zijn er vrijwel geen mogelijkheden om normaal wroeten en overige exploratoir gedrag en/of foerageergedrag uit te voeren.

5.2 Aanbevelingen over zoelen in de literatuur

Enkele auteurs hebben specifieke aanbevelingen gedaan voor modderpoelen. Deze zijn als citaten opgenomen in de corresponderende paragraaf van de 'Annex'.

5.3 Overzicht van criteria voor een ideaal modderbad

Criteria voor een ideaal modderbad voor varkens zijn geïdentificeerd in relatie tot de citaten in de bijlage (Annex, zie '→'). Deze criteria zijn als volgt gegroepeerd:

- Modderbadlocatie en -grootte
- Zoelsubstraat: modder en water
- Temperatuur
- Gedragingen in relatie tot zoelen
- Lichaamsverzorging
- Hygiëne

5.3.1 Modderbadlocatie en -grootte

Idealiter moeten modderbaden tweemaal zo groot zijn als het aantal varkens (McGlone, 1999), geschikt voor zowel gezamenlijk zoelen (inclusief de onderdanige dieren, McGlone, 1999), als voor het individueel zoelen (Stegeman, 1938).

Gemakkelijke toegang voor alle dieren is belangrijk en kan bijv. verkregen worden door een centrale locatie voor de modderpoel (Dellmeier en Friend, 1991).

Een voldoende grote grenszone heeft de voorkeur van de varkens, waar modder en water niet verder reiken dan tot het ellebooggewricht (Sambraus, 1981). Modderbaden hebben zowel ondiepere als diepere gebieden om tegemoet te komen aan de verschillende zoelbehoeften bij verschillende temperaturen. Varkens moeten hun gehoorgangen boven het water/modderoppervlak kunnen houden (Sambraus, 1981). Om water in het modderbad te houden, kunnen modderbaden het beste liggen op laaggeleden, natte delen van het varkensverblijf (Dickson et al., 2001).

5.3.2 Zoelsubstraat: modder en water

Modderbaden zijn gemaakt in gebieden met vochtige aarde. Modderbaden zijn kuilen gevuld met modder, maar ook met water (Campbell en Long, 2009). Ze worden gemaakt door het luieren, rollen en wroeten van de varkens (Stevens, 1996). Modderbaden moeten eruit zien als een vijver en niet slechts dikke modder bevatten (McGlone, 1999). Modder is beter dan water voor het geven van verkoeling (Jensen, 2002; Ingram, 1965). Een ideale modderpoel moet een dikke laag modder achterlaten wanneer het heel warm is (McGlone, 1999).

5.3.3 Temperatuur

Idealiter moeten modderbaden altijd beschikbaar zijn, omdat ze (waarschijnlijk) worden gebruikt bij alle temperaturen, afhankelijk van variabelen zoals ziekte (Sambraus, 1981), oestruscyclus (aangezien zeugen meer zoelen wanneer ze berig zijn, Sambraus, 1981) en bij warmteproducerende activiteiten (Stegeman, 1938; Graves, 1984).

Verschillende publicaties stellen enigszins verschillende temperaturen voor waarbij een modderbad beschikbaar zou moeten zijn (vanaf 21,1 C, Heitman et al. 1962; vanaf 20 C, Jensen, 2002; vanaf 18 C, Stolba en Wood-Gush, 1989; vanaf 15 C, Olsen et al., 2001). Dellmeier en Friend (1991) stellen dat slachtvarkens (>90kg) vanaf 17 C voordeel kunnen hebben van een modderbad. Beneden 12 C leken dragende zeugen geen behoefte aan een modderbad te hebben (Sambraus, 1981), maar wilde zwijnen zoelen ook bij koudere temperaturen en tijdens regen (Frädrieh, 1967). Ook gedomesticeerde varkens zoelen incidenteel bij zeer lage temperaturen (rondom het vriespunt, McGlone, persoonlijke communicatie). Sommige auteurs geven aan dat modderbaden in de schaduw moeten liggen (Stegeman, 1938; Dellmeier en Friend, 1991). McGlone (1999) beveelt schaduw aan gedurende heel heet weer. Deze auteur beveelt een modderbad aan vanaf 21,5 C voor zeugen in een droog klimaat waarbij het modderbad in de schaduw moet liggen vanaf 35,5 C. Bij een vochtig klimaat zou een modderbad vanaf ongeveer 21 C beschikbaar moeten zijn, en moet het al vanaf ongeveer 27 C in de schaduw liggen (McGlone, 1999).

Een modderbad zou koel moeten zijn tijdens warm weer (McGlone, 1999), en idealiter (puur voor dierenwelzijn) misschien zelfs wel verwarmd tijdens minder warm weer (een ondiepe modderpoel in de zon kan de voorkeur hebben van de varkens in het voorjaar, wanneer het warm begint te worden en varkens risico lopen op zonnebrand). Tijdens erg heet weer kan de instroom van vers water ook helpen om te voorkomen dat de randen van het water erg heet worden (McGlone, 1999).

Een laatste opmerking: Het is belangrijk voor varkens om ook toegang te hebben tot een droge en comfortabele ligplaats (waarbij het modderbad er dus niet voor mag zorgen dat het hele hok nat wordt).

5.3.4 Gedraging in relatie tot zoelen

Varkens moeten kunnen graven en wroeten in modder voordat ze de poel ingaan (Jensen, 2002). De 'perfecte' poel komt tegemoet aan verschillende gedragsbehoeften die afhankelijk zijn van de omgevingstemperatuur (staan in koel water wanneer het een beetje warm is; zitten; rollen, zichzelf onderdompelen wanneer het nog warmer wordt; McGlone, 1999).

Een ideale modderpoel staat verschillende veranderingen van lichaamshouding toe (en biedt daarvoor ook voldoende grip; Olsen et al., 2001). Idealiter is een modderbad de hele dag beschikbaar, in ieder geval ook direct na het vreten (Sambraus, 1981). Varkens zoelen verschillende keren per dag (Stevens, 1996). Andere gedragingen die specifiek aan zoelen gerelateerd zijn hebben te maken met lichaamsverzorging / comfort gedragingen. Deze worden in de volgende paragraaf besproken.

5.3.5 Lichaamsverzorging

Schuurpalen zijn beschikbaar nabij de modderbaden en op andere plaatsen in de omheining (Stegeman, 1938). Dit omvat mogelijkheden voor verschillende manieren van schuren (anogenitaal; zijdelings; kopschuren). Hiervoor kan een boom en een steen nabij het modderbad voldoende zijn (Jensen, 2002). Schuurpalen die uitgebreid gebruikt zijn vertonen tekenen van modder op de palen tot op een hoogte van het grootste dier in de groep (Stegeman, 1938). Pijnbomen met een diameter van minder dan 15 cm lijken de voorkeur te hebben onder natuurlijke omstandigheden (Stegeman, 1938; Graves, 1984). Anderen rapporteren dat palen die behandeld zijn met creosoot geliefd zouden zijn (Stevens, 1996; Dickson et al., 2001).

5.3.6 *Hygiëne*

Hygiëne van het modderbad is belangrijk. Idealiter zou een modderbad geen excrementen moeten bevatten die de varkens kunnen opnemen. Anders is desinfectie belangrijk (Day, 1915; Van Putten, 2000). Het zou varkens toegestaan moeten zijn om te mesten en te urineren nabij of misschien zelfs in het modderbad (Olsen et al., 2001; Sambras, 1981).

Om te voorkomen dat besmet water wordt opgenomen zou vers water beschikbaar moeten zijn in of nabij het modderbad, bijv. door het druppelen/instromen van vers water in het modderbad (McGlone, 1999; Dellmeier en Friend, 1991).

6 Hoe belangrijk is zoelen voor het welzijn van varkens?

Het belang van zoelen is een functie van de mate waarin welzijnsperformance maten (weegcategorieën) van toepassing zijn op een attribuut (zoelen). De weegcategorieën worden in de onderstaande paragrafen besproken, hoofdzakelijk in de volgorde van hun vermeende potentiële belang voor het laden op welzijn (zie tabel 2 in Bracke et al., 2002a). Terwijl informatie over weegcategorieën vooral iets zeggen over de (potentiële) 'intensiteit' van de welzijnsimpact, is de duur van het modderbadgebruik ook belangrijk. Dit hoofdstuk heeft daarom een slotparagraaf ('Tijdsduur') waarin informatie wordt weergegeven over de vraag of varkens onder normale houderijcondities in Nederland zouden willen zoelen. Samenvattend geeft dit hoofdstuk de indruk dat zoelen wel eens erg belangrijk zou kunnen zijn voor varkens.

6.1 Mening van wetenschappers

Meningen van wetenschappers over het belang van zoelen voor varkens lopen sterk uiteen. Verschillende oudere referenties stellen dat zoelen erg belangrijk is. Meer recente publicaties lijken minder waarde aan zoelgedrag te hechten, maar incidenteel wijzen auteurs zoals Sambras, Van Putten en McGlone op het belang van zoelgedrag (zie Annex).

6.2 Pijn en ziekte

Er was geen informatie beschikbaar over zoelen in relatie tot pijn, maar in de paragraaf 'Fitness' wordt aangegeven dat (langdurig) zoelen, net als het gebruik van vernevelaars, mogelijk tot kreupelheden kan leiden. Dit zou de welzijnsvoordelen van zoelen verminderen. Tegelijkertijd geeft het aan dat varkens mogelijk bereid zijn deze 'kosten' te 'dragen' omdat ze (blijkbaar) zoelen belangrijk(er) 'vinden' (vanuit evolutionair perspectief).

Informatie over ziekte in relatie tot zoelgedrag is verzameld in de paragraaf 'Hygiëne' (onder 'Fitness').

6.3 Overleven: hittestress

Deze sectie gaat over de thermoregulatorische gevolgen van het (on-)vermogen van varkens om te zoelen. De sectie geeft een classificatie van effecten op gedrag (activiteit), ademhaling, huid- en lichaamstemperatuur, productie en overleving als zodanig. Citaten onder deze kopjes zijn te vinden in de bijlage (Annex). De verzamelde informatie geeft aan dat de welzijnswaarde van zoelen belangrijke thermoregulatorische voordelen voor varkens kan hebben. Of dit wel of niet van toepassing is hangt o.a. af van de feitelijke thermale condities (hoogte van de temperatuur en duur van blootstelling, relatieve vochtigheid).

6.3.1 Gedrag

Een modderbad kan de algehele activiteit verhogen in perioden van warm weer (Dellmeier en Friend, 1991).

6.3.2 Respiratie

Zoelen vermindert verhoogde ademhaling ten gevolge van (over-)verhitting.

6.3.3 Huid- en lichaamstemperatuur

Zoelen vermindert de huid- en lichaamstemperatuur.

6.3.4 Productie

Zoelen kan de productie verhogen, vermoedelijk omdat het afkoeling geeft waardoor bij hitte de voeropname minder geremd wordt.

6.3.5 Overleven per se

Zoelen kan voorkomen dat varkens doodgaan door hittestress.

6.4 Fitness

Deze paragraaf betreft de biologische kosten of risico's die varkens bereid zijn te lopen in relatie tot zoelen, exclusief risico's in relatie tot andere weegcategorieën, zoals hittestress en agressie, die in andere secties worden gepresenteerd.

Terwijl het uitvoeren van zoelgedrag blijkbaar voordelen biedt voor het overleven onder hete omstandigheden en waarschijnlijk ook om ectoparasieten te verminderen, kan het gedrag ook verhoogde risico's voor het overleven en reproductie met zich meebrengen. Zo'n risico kan bijvoorbeeld een verminderd vermogen zijn om predatoren te ontdekken en eraan te ontsnappen wanneer zoelgedrag wordt uitgevoerd. Een ander risico kan ontstaan bij het zoelen bij (te) lage temperaturen, waardoor varkens blootgesteld kunnen worden aan onderkoeling, een verhoogde voeropnamebehoefte en risico op ziekte, vooral ook omdat varkens niet erg goed in staat zijn om (koude) natte modder van hun lichaam te verwijderen (Sambraus, 1981). Twee specifieke risico's zijn benoemd in de volgende paragrafen: hygiëne en kreupelheid. Het is belangrijk op te merken dat deze risico's op twee tegengestelde manieren laden op 'zoelen'. Voor zover deze aspecten biologische kosten vertegenwoordigen die varkens bereid zijn te dragen, kunnen ze iets zeggen over het belang van het zoelen (bijv. voor zover varkens de neiging hebben om te zoelen, ondanks de daarmee gepaard gaande risico's van verminderde hygiëne). Aan de andere kant kunnen deze aspecten ook zelf welzijnsrelevantie hebben, en dat kan het overall welzijnsvoordeel van het zoelen verminderen (bijv. wanneer varkens als gevolg van het zoelen lijden aan meer ziekten en kreupelheid). Een interpretatie van deze informatie voor het welzijnsbelang van zoelen voor varkens moet rekening houden met deze tegengestelde effecten.

6.4.1 Hygiëne

Hygiëne is een belangrijk probleem dat in verband is gebracht met het zoelen van varkens. Varkens kunnen in het modderbad urineren en defaeceren, en ze kunnen van het vieze water drinken.

6.4.2 Kreupelheid

Incidenteel melden boeren (angst voor) een verhoogde incidentie van kreupelheden wanneer douchesystemen worden gebruikt (Van Tongeren, persoonlijke communicatie). Dergelijke risico's kunnen ook verbonden zijn aan (excessief) zoelen. Klauwen kunnen zacht worden van langdurig zoelen en/of blootstelling aan natte vloeren als gevolg van modderbaden. Ook hier geldt dat de welzijnsimplicaties beide kanten uit kunnen werken: kreupelheden zouden welzijn verminderen, maar wanneer dit een evolutionair significant risico van zoelen zou zijn geweest, kan het ook weergegeven dat zoelen als zodanig belangrijk is voor de varkens.

6.5 HPA en SAM

Geen specifieke informatie is gevonden over zoelen in relatie tot HPA-as activatie en het SAM system. Het is echter waarschijnlijk dat hittestress (zie de paragraaf 'Overleven per se') op enig moment gerelateerd is aan activatie van beide systemen. Dragende zeugen lieten bijv. hogere cortisolspiegels zien bij omgevingstemperaturen van 32 C dan bij 18 C (Bate en Hacker, 1985).

6.6 Agressie

Er was geen specifieke informatie beschikbaar over agressie in relatie tot zoelgedrag (maar zie de paragraaf 'Frustratie en vermijden').

6.7 Abnormaal gedrag: hokbevuiling, vaccuumgedrag, intentiebewegingen

Auteurs hebben het woord 'zoelen' in verschillende betekenissen gebruikt. Sommige auteurs gebruiken het woord om te verwijzen naar het rollen in ontlasting (bijv. Huynh et al., 2007). Anderen zien dit niet als (eigenlijk) zoelgedrag (EFSA, 2007b). In dit rapport is zoelen gedefinieerd als gedrag dat leidt tot het bedekken van het lichaamsoppervlak (haar, huid) met modder of een daarop lijkende substantie (zoals water of uitwerpselen).

Of zoelen in excrementen gezien kan worden als abnormaal gedrag is niet helemaal duidelijk. Er zijn enkele aanwijzingen dat het misschien niet abnormaal is. Veelvuldig mesten in het modderbad is waargenomen (Olsen et al., 2001) en aanverwante diersoorten zoals herten vertonen zoelgedrag in

directe relatie met hun eigen excreties (zie de paragraaf 'Zoelen in aanverwante soorten', waar aangegeven werd dat zoelen in excrementen gezien kan worden als een vorm van geurmarkering / adverteren van de status; Kikuta en Stone, 1986; Gosling en McKay, 1990).

De meeste aanwijzingen suggereren echter dat zoelen in mest een abnormale vorm van gedrag is en geen aanduiding van goed welzijn is. Excrementen zijn tamelijk irriterende substanties, en varkens hebben een afkeer van hun eigen mest (Bracke, 2007). Zij lijken hun lichaam schoon te willen houden van mest (bijv. Wechsler en Bachmann, 1998; Spinka, 2006). Sambraus (1981) meldde slechts heel beperkt eliminatie in goede modderpoelen. Varkens zoelen in mest bij hogere temperaturen dan in modder (Huynh et al., 2005). Daarom zal zoelen in ontlasting (mest en urine) vermoedelijk slechts dan plaatsvinden wanneer varkens geen beter zoelsubstraat zoals modder ter beschikking staat. Wanneer dat het geval is, kan zoelen in ontlasting lijken op het schijnstofbad dat optreedt bij gebrek aan geschikt substraat maar op een gegeven moment toch door bijv. voedselpartikels kan worden opgewekt (Olsson en Keeling, 2005). Het kan dan misschien zelfs vergelijkbaar zijn met staartbijten voor zover dit orale exploratie betreft die omgericht wordt op 'ongeschikt substraat', namelijk de staarten van hokgenoten (cf. Bracke et al., 2004; EFSA 2007c).

Varkens hebben vaak de neiging om met drinkwater bezig te zijn. Dit wordt normaliter geïnterpreteerd als een vorm van exploratie, spel, verveling en/of omgericht foerageergedrag. Het kan echter ook heel goed een intentiebeweging zijn van de motivatie om te zoelen.

Het is niet bekend in hoeverre zoelgedrag aanleiding kan geven tot intern gemotiveerd vaccuumgedrag, zoals stofbad (Olsson en Keeling, 2005). Het zou waarschijnlijk ook moeilijk zijn om dit gedrag te onderscheiden van normaal rustgedrag en van normale veranderingen in houding gedurende het rusten. Bovendien verschillen zoelen en stofbad waarschijnlijk in hun neiging om interne controle te ontwikkelen. Vogels stofbad vooral om oud veervet te verminderen (Olsson en Keeling, 2005). Dat is vermoedelijk moeilijk te monitoren. Zoelen is verbonden aan externe thermoregulatorische randvoorwaarden (zowel bij hoge als lage temperaturen) waar al monitoringssystemen voor aanwezig zijn. Slechts tussen bepaalde grenzen (binnen de comfortzone) hebben varkens de mogelijkheid om te zoelen omdat ze het prettig vinden. Daarom is het minder waarschijnlijk dat zoelgedrag uitgevoerd wordt op de 'automatische piloot', zoals bij stofbad het geval lijkt te zijn. Hieruit kan echter niet geconcludeerd worden dat zoelen minder belangrijk is voor varkens dan stofbad voor pluimvee (Jensen en Toates, 1993, zie ook de 'Inleiding').

6.8 Frustratie en vermijden

Het is niet bekend in welke mate varkens gefrustreerd kunnen zijn wanneer ze plotseling/onverwacht niet kunnen zoelen en of er dan cortisolresponse optreedt (cf. Mason et al., 2001). Er is één anekdotisch rapport (Horrell et al., 2001) waarin aangegeven wordt dat varkens een rebound in zoelgedrag zouden kunnen laten zien, d.w.z. dat ze na een periode van onthouding meer zoelgedrag laten zien dan gemiddeld verwacht zou mogen worden.

McGlone (1999) beveelt aan dat modderbad groot genoeg moeten zijn om toegang te geven voor onderdanige zeugen. Dit impliceert dat dominante zeugen het modderbad kunnen verdedigen, waarbij submissieve dieren de toegang ontzegd kan worden. Dit is in overeenstemming met waarnemingen van Sambraus (1981) die meldde dat hoewel dominante zeugen die bij het modderbad aankwamen onderschikte zeugen niet wegjoegen wanneer die er al lagen, de dominante zeugen die al in het modderbad lagen wel geneigd waren de onderschikte dieren die later aankwamen te verdrijven.

6.9 Natuurlijk gedrag

Net zoals de meeste andere gedragingen van dieren, weten zeugen vermoedelijk 'instinctief' hoe en wanneer ze moeten zoelen, terwijl een fine-tuning plaatsvindt door conditionering. Dit beantwoordt, tot op zekere hoogte, de vraag die door Curtis en Stricklin (1991) gesteld werd: 'Has a pig that's never seen a mudhole ever imagined one? Wanted one? Needed one? Felt deprived when it didn't have one?' Het is goed mogelijk dat varkens een evolutionair 'geheugen' hebben van zoelen. Dit zou in overeenstemming zijn met het gegeven dat varkens bijvoorbeeld ook nog steeds wroetschijven hebben waarmee ze willen wroeten, ook al hebben ze dat orgaan en het bijbehorende voedselzoek- (en modderbadmaak-)gedrag niet meer nodig in de moderne houderijomstandigheden. Domesticatie heeft evolutie nog niet uitgewist (Anon., 2001).

Zoelen is duidelijk een natuurlijk gedrag van varkens (zie de sectie 'Een beschrijving van zoelgedrag'). Varkens laten het gedrag zien onder specifieke omstandigheden, bijv. in relatie tot temperatuur en bij voorkeur op moerassige plaatsen (Stolba en Wood-Gush, 1989). Zoelen is ook een tamelijk typisch (soortspecifiek) gedrag voor varkens (Butler, 1985). Varkens hebben ook andere aanpassingen die

ermee verband houden (bijv. varkens hebben geen functionele zweetklieren, ze fourageren bij voorkeur in moerasachtige gebieden, ze kunnen zwemmen, ze houden hun oren boven het wateroppervlak, zie voorgaande paragrafen). In het bijzonder is het zoelen van varkens ook nauw verbonden met een ander soortspecifiek en zeer belangrijk gedrag, namelijk wroeten. Een varken heeft een 'schop' (wroetschijf) die bijzonder geschikt is, niet alleen om voedsel te zoeken, maar ook om modderbaden te maken. Varkens in intensieve houderijsystemen dragen deze schop nog steeds met zich mee, maar ze hebben meestal niet de gelegenheid om hem te gebruiken, ook al zijn ze vermoedelijk nog steeds gemotiveerd om dat wel te doen (Anon., 2001).

6.10 Preferenties

Incidenteel zijn preferenties gerapporteerd, bijv. dat varkens modder verkiezen boven water (Jensen, 2002) en boven mest (Huynh et al., 2005) om in te rollen, en dat varkens pijnbomen van minder dan 15 cm diameter lijken te verkiezen om modder van het lichaam te verwijderen (Stegeman, 1938). Er zijn echter geen preferentiestudies gedaan naar zoelgedrag.

6.11 Demand

Er zijn verschillende aanwijzingen dat varkens bereid zijn om te werken om te kunnen zoelen (bijv. Van Putten, 2000; Horrell et al., 2001). In feite is dit ook al geïmpliceerd in het feit dat ze hun eigen modderbaden maken wanneer ze er de kans voor krijgen.

6.12 Tijdsduur

Deze paragraaf geeft in hoofdlijnen aan of varkens gehouden onder normale Nederlandse omstandigheden modderbaden zouden gebruiken wanneer ze ter beschikking zouden staan. Afhankelijk van de kwaliteit van het modderbad en andere omgevingscondities zijn zoelincidenties gerapporteerd van 7 keer een paar minuten per dag in een kunstmatig waterbad van beperkte omvang (Huynh et al., 2007) tot een totale duur van meerdere uren per dag (gemiddeld 3 uur 's ochtends en 0,5 uur 's middags bij zeugen met uitloop en ruime modderpoelen, Sambraus, 1981). Deze studies zijn gedaan bij hoge omgevingstemperaturen. Een intermediaire duur werd gerapporteerd door Johnson et al. (2008) voor lacterende zeugen onder extreem warme omstandigheden (zomer in Texas).

Verschillende auteurs geven onderste 'kritische' temperaturen aan bij welke zoelen duidelijk wordt waargenomen of zoelmogelijkheden worden aanbevolen. Deze informatie kan gekoppeld worden aan de huidige omstandigheden op Nederlandse bedrijven om het potentiële gebruik van modderbaden over de tijd in te schatten. Voor zowel dragende zeugen als vleesvarkens zijn aanwijzingen hieronder op een rij gezet.

Zeugen lijken gemotiveerd om te zoelen boven 20 C (Sambraus, 1981). McGlone (1999) raadde modderbaden aan voor zeugen vanaf 21,5 C in een droog klimaat, en al vanaf 21,1 C in een vochtig klimaat. Recente metingen die vier- of vijfmaal over het jaar heen werden uitgevoerd op vier Nederlandse bedrijven gaven aan dat dragende zeugen meestal (15 uit 19 waarnemingen) gehouden worden bij temperaturen boven 20 C en ook meestal boven 22 C (12 van de 19 waarnemingen; range: 18,1-26,1C; Mosquera et al., 2010a). Dit betekent dat de dragende zeugen in Nederland normaal gesproken gehouden worden bij temperaturen waarbij zoelen aanbevolen zou kunnen worden ten behoeve van dierenwelzijn.

Voor vleesvarkens namen Andresen en Redbo (1999) zoelen waar vanaf 22,2 C. Olsen et al. (2001) meldden dat vleesvarkens het modderbad gebruikten om te liggen bij temperaturen vanaf -4 tot 24 C (waarbij temperaturen slechts in 5% van de waarnemingen boven de 18 C uitkwam), met een toegenomen gebruiksduur bij temperaturen boven 15 C. Recente metingen die vijfmaal herhaald zijn verspreid over het jaar op acht Nederlandse bedrijven gaven aan dat vleesvarkens meestal (41 van de 42 waarnemingen) bij temperaturen worden gehouden boven 22 C (range 20,1 – 27,6 C; n = 32 gevallen boven 24 C; n = 23 gevallen boven 25 C; Mosquera et al., 2010). Dit impliceert dat ook de vleesvarkens in Nederland normaliter bij temperaturen gehouden worden waarbij een modderbad aanbevolen zou kunnen worden voor dierenwelzijn.

Conclusie: onder Nederlandse thermale houderijcondities maken varkens (vleesvarkens en dragende zeugen) mogelijk uitgebreid gebruik van zoelmogelijkheden wanneer die verschaft zouden worden. Dat geldt in nog sterkere mate voor de lacterende zeugen omdat die vaak onder erg warme condities worden gehuisvest. Onvoldoende data zijn beschikbaar om incidenties en tijdsduur preciezer in te schatten. Gebruik zou ook afhangen van de kwaliteit van het modderbad.

7 Discussie

7.1 Referenties en citaten

Voor dit rapport zijn citaten uit 66 literatuurbronnen verzameld. Hiervan waren 48 bronnen met citaten over zoelen van varkens en wilde zwijnen, en 12 bronnen over zoelen in aanverwante diersoorten (zie de literatuurlijst). Op basis van de citaten zijn de mogelijke redenen waarom varkens zoelen verkend, inclusief de mogelijkheid dat varkens zoelen omdat ze het aangenaam vinden. Ook vormen de citaten de basis voor een beschrijving van het ideale modderbad en voor een inschatting van het belang van zoelen voor het welzijn van varkens.

7.2 Beschrijving van zoelen van varkens en aanverwante diersoorten

Zoelgedrag is vooral beschreven in kwalitatieve termen. Het is gekoppeld aan veel gedragssystemen van varkens. Zoelen is gerelateerd aan ingestie (eten en drinken) en fourageren (d.w.z. soortspecifiek wroeten): wroeten is nodig voor het maken en modificeren van modderpoelen. Varkens drinken ook vaak in samenhang met zoelen en zoelen vooral uitgebreid na het eten (Sambraus, 1981). Eliminatie (mesten en urineren) wordt vaak gedaan voor en na het zoelen, maar soms ook wanneer de dieren in het modderbad zijn. Terwijl het rollen in modder een karakteristieke eigenschap is van het zoelen, welke een belangrijke rol heeft bij de thermoregulatie van varkens, gaat zoelen ook gepaard met uitgebreid rustgedrag (tot een gemiddelde duur van 3,5 uur per dag in de studie van Sambraus, 1981). Ook verschillende schuur- en wrijfgedragingen, elementen van lichaamsverzorging/comfort gedrag, worden vaak gezien na het zoelen, bijv. om opgedroogde modder van het lichaamsoppervlak te verwijderen.

Zoelen wordt volop waargenomen in aanverwante diersoorten. Andere evenhoevigen zoals de Amerikaanse bizon, de waterbuffel en hertachtigen vertonen uitgebreid zoelgedrag. Zoelen in aanverwante diersoorten wijst op zowel functionele als fylogenetische redenen voor zoelen bij varkens. Zoelen wordt vooral gedaan door grotere dieren met een lage verhouding tussen lichaamsoppervlakte en lichaamsgewicht (zoals bij de olifant en de neushoorn). Omdat varkens afstammen van een relatief grote voorouder, kunnen ze ook een waterminnende aard geërfd hebben zoals die ook wordt aangetroffen bij andere afstammelingen zoals nijlpaarden en walvissen.

7.3 Redenen om te zoelen

Een uitgebreide lijst is opgesteld met redenen waarom varkens zouden kunnen zoelen. Naast thermoregulatie, bescherming tegen zonnebrand en het verwijderen van ectoparasieten, kunnen varkens zoelen vanwege gezondheid (desinfectie van wonden), om bescherming te vinden tegen bijtende insecten, om de lichaamsgeur aan te passen (bijv. vanwege seksuele, sociale of antipredatieredenen), om te rusten, te spelen en voor het genot van het zoelen zelf.

In het bijzonder bleek dat zoelen gerelateerd kan zijn aan reproductief gedrag van varkens. Observaties aan wilde zwijnen suggereert dat beren vaker zoelen gedurende de bronstperiode, ondanks relatief lage temperaturen (Fernández-Llario 2005). Bij gedomesticeerde varkens heeft Sambraus (1981) waargenomen dat berige zeugen vaak gedurende korte periodes zoelen. Uit het overzicht van mogelijke zoelredenen komt naar voren dat we niet te snel moeten denken dat we een complex gedragssysteem als zoelen van varkens precies begrijpen en/of dat we de behoefte van varkens aan zoelgedrag met een eenvoudige koelinstallatie en een antiparasitaire behandeling kunnen 'verhelpen'. Een andere, misschien belangrijkere suggestie in relatie tot dierenwelzijn, is dat varkens wellicht zoelen omdat ze het prettig vinden, d.w.z. dat zoelen positief bijdraagt aan welzijn (of dat nu een ethologische behoefte genoemd kan worden of niet). Dit wordt nader besproken in de volgende paragraaf.

7.4 Zoelen in relatie tot positief welzijn

Volgens verschillende auteurs (Sambraus, 1981; Van Putten, 2000) en volgens de publieke opinie (Lassen et al., 2006) lijkt zoelen een positieve bijdrage te kunnen leveren aan het welzijn van varkens. Zoelen zou belonend kunnen zijn wanneer het verlichting geeft van negatieve ervaringen zoals hittestress en ectoparasieten. Bovendien omvat werkelijk zoelen een reeks gedragsmatige en functionele elementen die kunnen bijdragen aan de algehele welzijnsbeleving. Het gaat om wroetgedragingen die algemeen belangrijk gevonden worden voor welzijn in relatie tot fourageren,

maar die ook belangrijk voor varkens kunnen zijn in relatie tot het uitgraven van modderbaden. Zoelen is ook gerelateerd aan andere gedragingen die belangrijk zijn voor welzijn, zoals nestbouw bij zeugen en stofbaden van kippen (Jensen en Toates, 1993; Anon., 2001; Spinka, 2006): varkens maken zowel nesten als modderbaden ten behoeve van thermoregulatie tijdens het rusten; en zoelen omvat duidelijk elementen van lichaamsverzorging van varkens, net zoals dat ook het geval is bij stofbaden van kippen. Terwijl het vertonen van comfortgedragingen prettig kan zijn in zichzelf, zo kan ook het wroetend maken van een modderbad, welke incidenteel resulteert in het vinden van wat extra voedsel, in zichzelf prettig zijn. Hetzelfde geldt voor de constructie van een comfortabel 'bed', d.w.z. een modderbad dat zacht is (veel zachter dan een betonvloer) en 'past' bij het lichaam van het varken. Het eigenlijke zoelen omvat dus een reeks van functionele gedragingen die een positieve bijdrage kunnen geven aan welzijn (Bracke, 2008), naast het feit dat het iets geeft om te doen (versus verveling; McFarland, 1989; Wemelfelder, 1993).

Een ander argument dat suggereert dat varkens zoelen prettig vinden kan ontleend worden aan de fylogenetische relaties tussen diersoorten in relatie tot het zoelgedrag. Veel aanverwante diersoorten zoelen om heel uiteenlopende redenen. Dit suggereert dat de dieren ook het gedrag hebben kunnen 'willen' uitvoeren en er vervolgens een biologische functie bij hebben 'gevonden' om aan hun meer basale 'ethologische behoefte' te voldoen. Dit wordt vooral ondersteund door de waarneming dat een aantal verwante soorten duidelijk waterminnende dieren zijn zoals walvissen, nijlpaarden en waterbuffels.

Ook een analogie met gerelateerde gedragingen bij mensen zoals zwemmen en baden geeft aan dat zoelen bij varkens een aangename ervaring kan geven. Wanneer deze menselijke gedragingen worden beschreven in biologische termen dan zien we, bijvoorbeeld, dat mensen rebound baden/douchen vertonen, dat baden/haarwassen excessief haarvet verwijdert en dat zwemmen gecorreleerd is met omgevingstemperaturen (er wordt meer gezwommen gedurende warme dagen in het voorjaar en de zomer). Dit zou allemaal kunnen suggereren dat deze gedragingen bij mensen, tenminste gedeeltelijk gereguleerd worden door dezelfde behoeften als het zoelen bij varkens, namelijk thermoregulatie en lichaamsverzorging. Wanneer mensen, echter, ernaar gevraagd wordt zullen ze niet primair deze redenen opgeven. In plaats daarvan melden ze dat hun belangrijkste motivatie is dat ze het zwemmen en en baden prettig vinden. Specifieke observaties bevestigen dit. Mensen bezoeken bijvoorbeeld verwarmde zwembaden zelfs in de winter. Dit suggereert dat thermoregulatie niet de enige reden kan zijn voor zwemmen. Wanneer varkens net zo zouden houden van zoelen, dan zouden zij ook een verwarmd modderbad opzoeken. Het is overigens niet bekend of ze dat ook zouden doen.

Zoelen ten behoeve van lichaamsverzorging wordt mogelijk gereguleerd door een intern controlemechanisme. Dan ontstaat er een prettige ervaring bij het vertonen van het gedrag zelf (met bepaalde intervallen en vooropgesteld dat aan bepaalde randvoorwaarden wordt voldaan). Iets vergelijkbaars lijkt het geval te zijn bij het stofbaden van kippen (Olsson en Keeling, 2005). De biologische reden hiervoor kan zijn dat het moeilijk of onmogelijk is voor een vogel om de toestand van het veervet te monitoren. Op vergelijkbare wijze kan het zoelen van varkens (en het baden van mensen) moeilijk onder volledig externe controle (d.w.z. afhankelijk van externe stimuli) te brengen zijn. Het is dan zinvol om het gedrag als zodanig te belonen, tenminste tot op zekere hoogte, zodat het dier over de tijd heen ervaringen op kan bouwen die de benodigde (lange termijn) feedback geven die nodig is om het gedrag nauwkeuriger te regelen (bijv. om parasieten te verwijderen en huid- en haarconditie te onderhouden).

Daarnaast lijkt zoelgedrag biologische kosten te hebben. Deze kosten omvatten het feit dat varkens moeten werken om modderbaden te maken (wat een investering vergt van de beschikbare metabole energie). Biologische kosten omvatten ook aspecten zoals risico van blootstelling aan predatoren en hygiëne risico's (zie de sectie 'Fitness'). Wanneer varkens bereid zijn deze kosten te dragen, moeten er voordelen tegenop wegen, anders zou het gedrag niet behouden zijn in de loop van de evolutie. Wanneer dat zo is, zijn psychologische mechanismen te verwachten waarbij het gevoel van onbehagen wordt overstemd dat varkens zouden moeten hebben vanwege de gerelateerde kosten (en die moeilijk puur extern te reguleren zijn). Het is mogelijk dat als tegenhanger van dit mechanisme varkens het zoelen prettig vinden. Dit biologisch argument is relevant voor het inschatten van welzijn als geheel omdat het impliceert dat dieren, tot op zekere hoogte, zelf totaal verschillende welzijnsrisico's en voordelen, zoals ziekte/predatie en zoelen, kunnen afwegen. Dit verschaft de biologische basis voor het principe van compensatie voor inschatting van overall welzijn in het semantisch modelleren (Bracke et al., 2002a), iets wat in andere benaderingen van welzijnsinschatting overigens niet volledig wordt onderkend (bijv. Welfare Quality, Veissier et al., 2007). Hier wordt het punt over de biologische kosten van zoelen aangevoerd als aanwijzing dat zoelen positief bijdraagt aan welzijn. Wanneer varkens zoelen prettig vinden en onder

gedomesticeerde omstandigheden worden gehouden (door het bieden van bescherming tegen predatie, hygiënische omstandigheden, gezondheidszorg, voldoende voedsel, etc.), dan zou de einduitkomst wel eens een heel gelukkig varken kunnen zijn wanneer het de mogelijkheid zou krijgen om zoelgedrag in optima forma uit te voeren.

Observaties in het veld suggereren dat varkens zoelen bij temperaturen die duidelijk onder het boveinde van de thermische comfortzone liggen (Graves, 1984; Fernández-Llario 2005; McGlone, persoonlijk communicatie). Een evaluatie van zoelen in relatie tot de gangbare temperaturen onder normale houderijcondities in Nederland over het jaar heen (welke algemeen beschouwd wordt als 'comfortabel' voor de varkens, zie de paragraaf 'Tijdsduur') wijst er ook op dat varkens zoelfaciliteiten mogelijk volop zouden gebruiken. Gecontroleerde observaties zijn nodig om de conclusie van deze paragraaf te verifiëren, dat varkens zoelen omdat ze het prettig vinden. Suggesties voor verder onderzoek worden in een latere paragraaf beschreven.

7.5 'Status quo' en criteria voor het ideale modderbad

Om het belang van zoelen voor het welzijn van het varken in te schatten zijn de beste en slechtste levels (niveaus) van dit attribuut beschreven, respectievelijk in relatie tot de citaten over zoelen uit de literatuur en de 'status quo' van huidige praktijk in de varkenshouderij.

De meeste varkens worden gehouden zonder toegang tot een zoelplaats, ondanks (incidentele) omstandigheden die voor hittestress zorgen. Wanneer de buitentemperatuur stijgt, zijn de meeste varkens in staat om in hun eigen uitwerpselen te zoelen (urine en faeces), maar slechts in beperkte mate. Varkens worden gehouden in hokken met vloeren die (deels) uit betonnenroosters bestaan, die de uitwerpselen efficiënt afvoeren en die noch het wroeten (om te fourageren of zoelplaatsen te maken) mogelijk maken, noch een zachte ligplek verschaffen waar een varken de voorkeur voor heeft. Een goede modderpoel zou aan deze twee behoeftes wel tegemoet komen wanneer de omgevingstemperatuur verhoogd is. De temperatuur wordt gereguleerd door de veehouder en niet door het varken zelf. Omdat varkens voor vleesproductie worden gehouden en omdat activiteit de productie-efficiëntie kan verminderen, wordt de temperatuur over het algemeen vermoedelijk vrij hoog gehouden, zodanig dat de activiteit van de dieren geremd wordt. Mogelijk zijn dit temperaturen die minder comfortabel zijn vanuit het oogpunt van dierenwelzijn. In het algemeen zijn hokken niet uitgerust met faciliteiten om varkens het lichaamsverzorgend gedrag te laten vertonen zoals meestal na het zoelen gebeurt.

Daarentegen zijn de ideale faciliteiten voor zoelen gekarakteriseerd in relatie tot de eigenschappen van de zoelplaats zelf, de temperatuur, gedrag dat gerelateerd is aan zoelen en hygiëne. In het ideale geval zijn zoelplaatsen zo groot dat alle dieren in een hok tegelijk kunnen zoelen. Zoelplaatsen bieden voldoende grip en hebben een goed substraat nodig (modder is bijvoorbeeld beter dan water wat betreft eigenschappen zoals thermoregulatie, rust comfort en substraat om in te wroeten.) Het belang van het bieden van schaduw en andere manieren om substraattemperatuur te beheersen is afhankelijk van omgevingsfactoren (voornamelijk buitentemperatuur, zonneschijn en relatieve vochtigheid), maar is ook afhankelijk van dier-gerelateerde eigenschappen omdat de zoelbehoefte kan variëren met variabelen zoals de oestruscyclus, de aanwezigheid van parasieten, voeding en de gezondheidsstatus. Zoelplaatsen zouden daarom idealiter toegankelijk moeten zijn gedurende langere perioden en niet alleen wanneer het warm is. Tot de belangrijke criteria voor de ideale zoelplaats horen ook de mogelijkheid om diverse lichaamsverzorgende gedragingen uit te voeren (krabben van verschillende lichaamsdelen) als ook maatregelen om acceptabele hygiëneniveaus te waarborgen, zoals het regelmatig verversen van de inhoud van het modderbad en de aanwezigheid van vers drinkwater in of nabij de zoelplaats.

Het is vermoedelijk erg moeilijk of onmogelijk om deze ideale omstandigheden te realiseren onder de huidige commerciële omstandigheden. Dit aspect is echter niet relevant voor de vraag hoe belangrijk het zoelgedrag is voor het varkenswelzijn, waarbij het welzijn wordt gedefinieerd als het kwaliteit van leven zoals dat wordt waargenomen door het dier zelf (Bracke et al., 1999).

7.6 Het belang van zoelen voor varkens

Alles bij elkaar genomen geeft de informatie die in dit rapport wordt gepresenteerd aanleiding om te veronderstellen dat zoelen belangrijk is voor varkens, zeker wanneer alle mogelijke functies van het zoelen (inclusief thermoregulatie) worden meegenomen zoals in dit literatuuroverzicht is gedaan. Dit impliceert niet dat zoelplaatsen ethisch gezien zouden moeten worden aangeboden, noch dat zoelplaatsen tot een enorme toename in welzijn leiden wanneer al andere faciliteiten aanwezig

zouden zijn om natuurlijk gedrag zoals wroeten, schuren, afkoelen en rusten te vertonen. Het betekent dat de welzijnsimplicaties (geclassificeerd volgens de weegcategorïeën) die geassocieerd zijn met het hoogste mogelijk level/niveau ('een ideale modderplaats') en het laagste niveau ('status quo', inclusief bijvoorbeeld geen mogelijkheid om af te koelen bij heel heet weer') behoorlijk zijn. Die verschillen duiden erop dat er een grote, misschien wel heel grote, discrepantie is tussen hoe varkens hun omgeving waarnemen onder standaard/arme omstandigheden (Istwerte) in vergelijking met hoe ze zouden willen dat hun wereld eruitzag (Sollwerte; Anon., 2001).

Bijna alle weegcategorïeën bleken te laden op het attribuut 'zoelen', zowel positief als negatief. Zoelen heeft een verband met productie en overleving vanwege vermindering van hittestress. Het risico dat de fitness van het varken verkleint door zoelen (bijvoorbeeld door verminderde hygiëne) wijst mogelijk op een biologisch mechanisme dat de waarde voor het varken onderstreept in verhouding tot andere risico's zoals oververhitting. Ook staat zoelen mogelijk in verband met abnormaal gedrag (bevuilen van het hok en intentiebewegingen) en met frustratie (omdat dominante dieren submissieve dieren de toegang tot een modderbad kunnen ontzeggen, iets wat aangeeft dat ze het modderbad belangrijk vinden). Deze weegcategorïeën laden op 'zoelen' via negatief welzijn. Omgekeerd is zoelen ook positief belangrijk (zie boven), omdat het vertoond wordt onder natuurlijke omstandigheden en de behoefte van het varken om te zoelen een fylogenetische oorsprong lijkt te hebben. Daarbij komt dat het varken niet alleen een voorkeur heeft om dit natuurlijk gedrag uit te voeren (d.w.z. dat het gedrag willen uitvoeren), maar het naar alle waarschijnlijkheid ook 'vereist' is (d.w.z. dat varkens ook moeite willen doen om zelf een zoelplaats te maken als ze de mogelijkheid zouden krijgen; cf Van Putten, 2000; Horrell et al., 2001).

Het wegen van verschillende welzijnsattributen is per definitie relatief, dus is de conclusie dat zoelen belangrijk is voor varkens geformuleerd tegen de achtergrond van het afwegen van attributen in het algemeen zoals dat in het semantisch modelleren wordt gedaan (zie Bracke et al 2002a,b, 2008). Een meer systematische analyse is nodig om specifiek de welzijnswaarde van zoelen te kunnen vaststellen in vergelijking met andere attributen. Een dergelijke analyse zou erop kunnen wijzen dat, onder bepaalde omstandigheden, zoelen net zo belangrijk is als bijvoorbeeld sociaal contact (zie 'Methodiek') en dat zoelen belangrijker zou kunnen zijn dan (non-)castratie, één van de meest bekende welzijnsproblemen bij varkens in Nederland op dit moment. In het geval van castratie lijken de schijnbare welzijnsrisico's (minder pijn en angst bij niet castreren) (deels) teniet gedaan te worden door mogelijk substantiële welzijnsrisico's (zoals seksuele frustratie, agressie, treiterij en staartbijten; Rydmer et al., 2010) wanneer beren niet gecastreerd worden. Als gevolg daarvan zou het algehele welzijnsbelang van (niet-)castreren, wat voornamelijk bestaat uit een (vermeende) reductie in negatief welzijn, aanzienlijk kunnen verschillen van het belang van zoelen, wat ook van belang is voor positief welzijn (zie boven).

De conclusie dat zoelen belangrijk is, misschien wel belangrijker dan andere gangbare welzijnsvragen bij varkens, is verrassend omdat het verschilt van de wijze waarop algemeen over zoelen wordt geoordeeld in de toegepaste ethologie (zoals bijvoorbeeld bleek uit de lage weegscores die eerder door experts werden gegeven, Bracke et al., 2002b). Deze opmerkelijke conclusie kan worden verklaard, ten eerste, door het feit dat basale behoeften zoals thermoregulatie, als een onderdeel van welzijn, relatief weinig aandacht hebben gekregen in het welzijnsonderzoek (zie bijv. Prunier et al., 2010). Toch heeft bijvoorbeeld thermoregulatie een behoorlijke overlevingswaarde en wordt het in verband gebracht met productieverlies, stress, ontwijkgedrag en 'abnormaal' hokbevuilingsgedrag. Het feit dat varkens in de intensieve veehouderij hun afkeer om in de eigen uitwerpselen te liggen, overwinnen om toch afkoeling te zoeken, suggereert dat de motivatie om te zoelen mogelijk behoorlijk kan zijn (ook bij gedomesticeerde varkens). Een andere verklaring voor deze opmerkelijke conclusie ligt bij het positieve welzijn, waarbij zoelen bijzonder belangrijk lijkt als een typisch voorbeeld van het soortspecifiek en natuurlijk gedrag van varkens, waar de dieren van kunnen genieten, vermoedelijk zelfs een 'demand' voor hebben.

Als het kenmerk 'zoelen' zo gespecificeerd wordt dat de thermoregulatorische functie wordt uitgesloten (zoals bijv. in Bracke et al., 2002a), dan is zoelen minder belangrijk omdat het alleen zijn positieve 'lading' behoudt. Toch laat de analyse in dit rapport (zie ook de paragraaf 'Tijdsduur') zien dat varkens die in Nederland volgens de huidige normen in de varkenshouderij worden gehouden, waarbij verondersteld wordt dat de dieren binnen hun thermische comfortzone blijven, mogelijk substantieel gebruik zouden maken van zoelmogelijkheden indien die zouden worden aangeboden. De positieve lading van dit kenmerk is mogelijk ook nog bijzonder wetenschappelijk relevant als apart onderzoeksterrein (Boissy et al., 2007) en ook om ethische en politieke redenen, namelijk als onderdeel van positief welzijn en het 'goede leven' (FAWC, 2009).

De conclusie is dat zoelen belangrijk is en belangrijker lijkt, wellicht veel meer, dan tot nu toe algemeen werd aangenomen.

7.7 Verder onderzoek

Verder onderzoek zou zich moeten richten op een breed spectrum van vragen die verband houden met de ontogenie, fylogenie, functie (overlevingswaarde) en oorzaken van het zoelen. Op al deze gebieden is er veel minder bekend over zoelen bij varkens dan over, bijvoorbeeld, stofbaden bij pluimvee (cf Olsson en Keeling, 2005). Hoewel er studies zijn die een begin hebben gemaakt met het verzamelen van kwantitatieve gegevens over het zoelgedrag (bijv. Heitman en Hughes, 1949; Huynh et al., 2007), is er nog veel onbekend.

Om de specifieke vraag naar het belang van zoelen voor het welzijn van varkens te beantwoorden, zou de huidige analyse aangevuld kunnen worden met een meer systematische vergelijking tussen zoelen en andere welzijnsvraagstukken bij varkens zoals mutilaties (staartbijten, castratie), ruimte, omgevingsverrijking en sociaal contact. Wat betreft specifieke empirische vraagstukken, zou het relevant zijn om meer te weten te komen over de interne en externe sturing van het zoelgedrag, met name in relatie tot mogelijke negatieve en positieve emoties. Wordt het zoelgedrag vertoond om hittestress te vermijden of, onder bepaalde omstandigheden, gewoon omdat het op zichzelf belonend is?

Misschien is één van eenvoudigste dingen die zou kunnen worden onderzocht het tijdelijk onthouden van de toegang tot het modderbad om zo mogelijke frustratie te registreren evenals probleemoplossend gedrag (pogingen om een modderbad te creëren door bijvoorbeeld het wroeten ter compensatie) en rebound effecten (d.w.z. kijken hoe graag varkens weer zoelen na verschillende onthoudingsperiodes). Het zou ook relevant zijn om te weten hoe varkens reageren wanneer ze een draagbaar modderbad (bijvoorbeeld een kinderzandbak in de gang van de stal) tot hun beschikking krijgen.

Het zou bijzonder relevant zijn om te weten hoeveel varkens er voor over hebben om toegang te krijgen tot verschillende types modderbaden (bijvoorbeeld gevuld met modder, water, van verschillende groottes en dieptes en hygiënische toestand) onder verschillende omstandigheden (bijvoorbeeld variabele buitentemperaturen en ectoparasietconcentraties). In theorie zou er een consumer-demand opzet gebruikt kunnen worden, zoals eerder voor het gebruik van waterbaden bij gefokte nertsen is gedaan (Mason et al., 2001). Dat zou kunnen laten zien dat de dieren mogelijk verhoogde cortisolwaarden hebben wanneer ze plotseling de toegang tot een bad wordt onthouden. Dergelijke laboratoriumproeven zijn echter moeilijk uit te voeren om zowel praktische als methodologische redenen. Een praktisch probleem is het verkrijgen van controle over zaken zoals toegang tot het modderbad (bijvoorbeeld door computergestuurde verzwaarde toegangsdeurtjes) en omgevingstemperatuur. Methodologische problemen zijn bijvoorbeeld temperatuurschommelingen (die zowel activiteit als bereidheid tot werken kunnen reduceren), verstoring van normale gedragsroutines (bijvoorbeeld rust en sociaal gedrag) en de mogelijkheid dat bepaald gedrag (zoals spelen) misschien minder afhankelijk is van een demand-opstelling dan ander gedrag (bijvoorbeeld fourageren) of zelfs positief is omdat de vraag elastisch is in plaats van inelastisch (bijv. Lawrence, 1987).

Meer recente aanpakken om positief welzijn te bestuderen zouden ook kunnen worden overwogen (zie Boissy et al., 2007; Keeling et al., 2008), zoals een cognitieve bias studie (met als hypothese dat verrijkte varkens positiever reageren op een dubbelzinnige stimulus (zoals een signaal dat er voedsel aankomt) in vergelijking met gedepriveerde varkens; cf. Harding en Mendl, 2004; Burman et al., 2008; Mendl et al., 2009; Walsh et al., 2010), anticipatie (met als hypothese dat verrijkte varkens sterker reageren op een verwachte beloning; Spruijt et al., 2001) en de intensiteit van gedrag (met als hypothese dat spierspanning en -ontspanning een maat is voor de emotionele toestand; Bracke, 2007).

Er zijn ook nog belangrijk praktische problemen die opgelost moeten worden wanneer boeren zoelgelegenheden voor hun varkens willen inrichten zoals hygiëne en kosten. Onder deze vragen ligt natuurlijk het ethische vraagstuk of dergelijke kennis en technologische ontwikkelingen wel wenselijk zijn.

7.8 Ethische implicaties

In deze paragraaf worden puntsgewijs enkele ethische aspecten behandeld die relevant zijn voor het zoelen bij varkens, vooral in relatie tot het begrip 'ethische speelruimte'. Deze aanpak werd ontwikkeld in de toegepaste ethiek op basis van het idee dat ethische standpunten de neiging hebben om zich te ontwikkelen in samenhang met technologische ontwikkelingen (co-evolutie). Dat impliceert mogelijkerwijs dat er een ethisch concept noodzakelijk is dat zowel deliberatief als experimenteel is (Korthals, 2004, 2008a,b; Driessen, 2007). Een voorbeeld is de ontwikkeling van de melkrobot

(geautomatiseerd melksysteem). Deze heeft ethische vragen opgeroepen over het permanent binnenhouden van melkvee en over hun vermogen om zelf te beslissen wanneer het tijd is om gemolken te worden (Heutinck en Driessen, 2010). Zelfs vroege ontwerpstadia van technologische innovaties, zoals de 'varkensflat', kunnen aanleiding geven tot hernieuwd ethisch denken en een proces van co-evolutie op gang brengen (Driessen, 2007). Dit betekent dat ethische vraagstukken bestudeerd kunnen worden door de ontwikkeling van ethische beschouwingen in kaart te brengen rekening houdend met de historische omstandigheden en maatschappelijke ontwikkelingen. Zoals Sambraus (1981) opmerkte waren modderpoelen in het verleden een normaal onderdeel van de varkenshouderij (bijv. Schmid, 1963; Dettweiler en Müller, 1924). Mayda (2004) beschijft bijvoorbeeld:

“A list of the requirements for a good hog house [in the USA] was established early in the [previous] century ... Hogs would be put to pasture during the day, given a clean mud wallow, and housed in the evening (Dietrich 1906). ...In 1939 a “new method of raising hogs” was considered. ...Hogs were allowed outside, but on concrete floors, often with concrete wallows (Portland Cement 1939)” (Mayda, 2004).

In meer recente tekstboeken en wetenschappelijke overzichten, in het bijzonder die over intensieve varkenshouderij, lijkt het alsof zoelen bijna 'vergeten' is (Sambraus, 1981; SVC, 1997; Jensen en Toates, 1993; Bracke en Hopster, 2006; Spinka, 2006). Mogelijk dat dit een mechanisme van cognitieve dissonantie weergeeft (Festinger, 1957) die verband houdt met hedendaagse gebruiken waarbij betonnenroostervloeren gangbaar zijn en de financiële marges in de varkenshouderij in het algemeen te klein zijn om zelfs maar na te denken over hoe geschikte zoelmogelijkheden kunnen worden aangeboden.

Echter, de huidige discussies over de duurzaamheid van de intensieve varkenshouderij en klimaatverandering (en de noodzaak om in te spelen op hogere omgevingstemperaturen in de toekomst) zouden een verandering in houding teweeg kunnen brengen, ook vanwege voortgang in kennis en technologische ontwikkelingen.

Zoelen en andere 'blinde vlekken' in het welzijnsonderzoek (zoals de mogelijkheden om het varken cognitieve uitdagingen te bieden en zijn fysiologische basisbehoeften te bevredigen, inclusief de behoefte voor een goede temperatuursregulatie) zullen steeds belangrijker worden in de discussie over het varkenswelzijn in de toekomst. De interesse van beleidsmakers, wetenschappers en stakeholders in de productieketen (zoals de detailhandel) om positief over welzijn te communiceren neemt toe (Boissy et al., 2007; FAWC, 2009; LNV, 2007). Het zoelgedrag is uniek in dit verband omdat het zoelen, in tegenstelling tot de meeste andere vormen van hokverrijking (zoals fourageren, exploratie en spel), gepaard gaat met een afname in activiteit (rust). Dit zou wel eens goed samen kunnen gaan met het doel om efficiënt te produceren.

Hoewel de Europese Unie noch voor de intensieve noch voor de biologische varkenshouderij, regelgeving heeft voor modderbaden, heeft Denemarken al wel wetgeving die faciliteiten voorschrijft om varkens verkoeling te bieden (Danish Pig Production, 2007;

http://vsp.lf.dk/Publikationer/Kilder/lov_bek/104.aspx). In Denemarken is het gebruikelijk dat sproeiers worden geïnstalleerd in varkensstallen. Experts raadden aan ze vanaf 15 °C toe te passen. Sproeien verhoogt de relatieve vochtigheid en verlaagd de temperatuur waarbij varkens willen zoelen.

Modderpoelen worden incidenteel aangeboden in kleinschalige en biologische varkenshouderijen, maar in sommige landen worden er zelfs in de intensieve systemen mogelijkheden om te zoelen aangeboden zoals in China (Jenn-Chung Hsu, 2009) en Brazilië (Zonderland en Enting, 2004).

De resultaten die in dit rapport zijn verzameld over het belang van zoelen voor het welzijn van varkens lijken te rechtvaardigen dat opnieuw bekeken wordt of het nodig en mogelijk is om varkens een zoelfaciliteiten en andere koelmogelijkheden aan te bieden.

Zo'n dertig jaar geleden verklaarde Sambraus (1981):

“Cattle at pasture naturally have a shaded area during hot parts of the year. Pigs however, are deprived of a species-specific way of thermoregulation. That is not justified and questionable from an animal protection perspective. Ways should be investigated to accommodate the animal's need and hygiene requirements.” [Vrij vertaald uit het Duits] (Sambraus, 1981).

Op dit moment heeft veel vee buiten schaduwmogelijkheid, en hebben de meeste varkens geen mogelijkheden om thermoregulatorisch gedrag uit te voeren. De suggestie dat er behoorlijke zoelmogelijkheden worden geschapen roept een fundamentele keuze op voor dierenwelzijnsbeleid. Dat is de beslissing om ofwel exclusief te blijven focussen op het ongerief van dieren, en op

(ogenschijnlijk eindeloze) pogingen om dit stapsgewijs te verminderen, of om de aandacht ook te gaan richten op de positieve kanten van het leven.

Varkens een zoelplaats bieden zou, bijvoorbeeld, (een deel van) de biologische varkenshouderij de mogelijkheid kunnen geven om positief te communiceren over varkenswelzijn, die vergelijkbaar is met buiten uitloop, verrijking (stro) en cognitieve uitdagingen. Dergelijke positieve communicatie is mogelijk belangrijker dan algemeen wordt erkend. Er zijn aanwijzingen dat negatief nieuws (bijvoorbeeld over slecht varkenswelzijn vanwege staartbijten) met ongeveer het vijfvoudige aan positieve reclame moet worden bestreden om het verkoopverlies te compenseren (Verbeke, 2009). Volgens een klassieke benadering van het vraagstuk van zoelmogelijkheden voor varkens, kan men in de verleiding komen om wetenschappelijke vragen (hoe belangrijk is zoelen voor varkens?), ethische/politieke vragen (over de noodzaak om het welzijn te verbeteren) en technologische vragen (over praktische problemen zoals kostenbeheersing, hygiëne, milieubescherming en voedselveiligheid cf. Callaway et al., 2005; Jenn-Chung Hsu, 2009) gescheiden en op volgorde te behandelen. Volgens een meer dynamische opvatting van 'ethische speelruimte' en de co-evolutie van ethiek en technologie, worden deze vragen echter het beste beantwoord met een geïntegreerde, beschouwende activiteit. Daarbij worden de diverse stakeholders betrokken waaronder ethici, toegepaste ethologen, dierenartsen, ontwerpers, boeren en varkens. Samen werken zij aan de ethische, wetenschappelijke en technologische prioriteiten op basis van afgebakende vragen en antwoorden in een continu proces van interpretatie en innovatie.

Het opstarten van een proces van co-evolutie lijkt in eerste instantie geheel niet te rijmen met de huidige vragen van de varkenshouderij, bijvoorbeeld om efficiënter te produceren om de groeiende wereldbevolking te voeden. Wat interessant is, is dat hier de veronderstelling zichtbaar wordt dat positief welzijn (in dit geval het genot van het eten van vlees) cruciaal is voor het welzijn van mensen. Als dat zo is, kunnen vergelijkbare vragen worden gesteld over het belang van positief welzijn voor dieren: waarom zou plezier belangrijk zijn voor mensen en niet (net zo) belangrijk zijn voor dieren? Moeten we niet vasthouden aan universaliseerbaarheid in het ethische redeneren (Hare, 1981)? Op de raakvlak tussen ethiek en biologie kunnen er ook interessante vraagstukken ontstaan. Bijvoorbeeld, waarom wordt er voor omnivoren zoals mensen een noodzaak aan dierlijk eiwit verondersteld terwijl varkens, die ook omnivoren zijn, in de EU jarenlang op vrijwel geheel vegetarische diëten worden gehouden, zonder welzijnsvragen op te roepen? Onder toegepaste ethologen wordt algemeen aangenomen dat varkens de behoefte hebben om te wroeten en onderzoeken, en dat ze in groepen moeten worden gehouden (Anon., 2001; FAWC, 2009). Het wetenschappelijk bewijs voor het belang van zoelen is mogelijk niet minder overtuigend (zie boven). Een vergelijkbare conclusie geldt mogelijk zelfs sterker voor de waterbuffel, die steeds vaker op Nederlandse boerderijen en elders wordt gehouden zonder toegang tot een modderbad om aan de groeiende vraag naar mozzarella te voldoen (Poelarends en Leenstra, 2009). Een paar citaten kunnen dit illustreren:

“[T]he buffalo is essentially a shade and water-loving animal inhabiting areas containing many water streams. ... [and the animal is] well suited to hot and humid climates and muddy terrain due to its morphological, anatomical and behavioural characteristics” (Marai en Haebe, 2010).

Anatomische aanpassingen van waterbuffels zijn onder andere haarloosheid, bescherming door melanine, productieve talgklieren en beperkte mogelijkheden om te zweten. Voor wat betreft de gedragsmatige kenmerken verkiezen buffels het om in een bad af te koelen, in plaats van het opzoeken van schaduw. Ze kunnen tot 5 uur per dag zoelen, ondergedompeld in water of modder terwijl ze met half gesloten ogen herkauwen (Marai en Haebe, 2010).

“ ‘[Waterbuffels] zijn slim, en ze ruiken water’. ...De drinkbakken in de stal zijn met spijlen afgezet, zodat de op water beluste buffel er alleen met zijn neus in kan. Anders wordt het een waterballet, weet de boer. De dieren mogen alleen naar buiten als het een tijdje droog is geweest. ‘Het liefst gaan ze in de modder liggen rollen. Als ik ze nu naar buiten laat, houd ik geen weiland over’, zegt [veehouder] Vogels” (Berkeljon, 2008).

In het laatste citaat lijkt wetenschappelijke informatie door de waarnemingen van boeren te worden bevestigd. Dit roept de vraag op om een praktische oplossing te ontwikkelen, ondanks het feit dat de schrijvers van het overzichtsartikel (Marai en Haebe, 2010) constateerden dat zoelen niet essentieel is voor commerciële productie van waterbuffels onder hete weersomstandigheden. Blijkbaar zijn deze auteurs van mening dat welzijn 'niet essentieel' is voor dieren.

Concluderend kan gesteld worden dat zoelgedrag bij varkens en verwante diersoorten zoals de waterbuffel, hoogstwaarschijnlijk veel belangrijker is dan deskundigen en stakeholders in de veehouderij veronderstellen als gevolg van vermeende technologische, economische en ethische beperkingen van huidige productiesystemen. Toekomstig wetenschappelijk onderzoek en technologische ontwikkelingen zouden de beschikbare en mogelijk geachte 'ethische speelruimte' kunnen veranderen. Dit zal ethische afwegingen bij betrokken stakeholders oproepen volgens een co-evolutionair proces. Door het initiëren van een dergelijk proces om haalbare technologische alternatieven voor modderpoelen te ontwerpen kan zowel de motivatie van dieren om te zoelen als de ethische wenselijkheid van het aanbieden van zoelmogelijkheden worden bestudeerd. Als er, daarentegen geen aandacht komt voor potentieel significante aspecten van het natuurlijke gedrag van dieren zoals zoelen van varkens, wordt het doel van een transitie naar volledig duurzame houderijsystemen in de toekomst mogelijk niet gehaald (cf Lassen et al., 2006).

Dankwoord

Deze publicatie werd ondersteund door Wakker Dier en door NWO (als deel van het project 'Ethische speelruimte in de veehouderij' bij de vakgroep Toegepaste Filosofie van de Wageningen Universiteit, project # 253-20-013). Dank aan Sandra Edwards, André Aarnink, Hans Spoolder en Clemens Driessen voor commentaar op (delen van) dit rapport.

8 Literatuur

In deze literatuurlijst geeft # referenties aan van primaire citaten die zijn opgenomen in het rapport. ##: bron van citaten over zoelen van varkens en wilde zwijnen; ###: bron van citaten over zoelen bij andere diersoorten.

- ## Andresen N and Redbo I 1999 Foraging behaviour of growing pigs on grassland in relation to stocking rate and feed crude protein level. *Applied Animal Behaviour Science* 62: 183–197
- Anonymous 2001 Scientists' assessment of the impact of housing and management on animal welfare. *Journal of Applied Animal Welfare Science* 4: 3-52
- ## Barber DW and Coblentz E 1986 Density, Home Range, Habitat Use, and Reproduction in Feral Pigs on Santa Catalina Island. *Journal of Mammalogy* 67: 512-525
- Bate LA and Hacker RR 1985 Effect of cannulation and environmental temperature on the concentration of serum cortisol in pregnant sows. *Canadian Journal of Animal Science* 65: 399-404
- ## Bennett MK 1970 Aspects of the Pig. *Agricultural History* 44: 223-236
- ### Berkeljon S 2008 Buffels zijn slim en ze ruiken water. *Volkskrant* 4 feb. 2008. http://www.volkskrant.nl/archief_gratis/article601943.ece/Bufferls_zijn_slim_en_ze_ruiken_water, assessed 08-05-2010
- Boissy A, Manteuffel G, Jensen MB, Oppermann MR, Spruijt B, Keeling LJ, Winckler C, Forkman B, Dimitrov I, Langbein J, Bakken M, Veissier I and Aubert A 2007 Assessment of positive emotions in animals to improve their welfare. *Physiology and Behavior* 92: 375-397
- Bracke MBM 2007 Multifactorial testing of enrichment criteria: pigs 'demand' hygiene and destructibility more than sound. *Applied Animal Behaviour Science* 107: 208-232
- Bracke MBM 2008 RICHPIG: a semantic model to assess enrichment materials for pigs. *Animal Welfare* 17: 289-304
- Bracke MBM and Hopster H 2006 Assessing the importance of natural behavior for animal welfare. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 19: 77-89
- Bracke MBM, Hulsege B, Keeling L and Blokhuis HJ 2004 Decision support system with semantic model to assess the risk of tail biting in pigs: 1. Modelling. *Applied Animal Behaviour Science* 87: 31-44
- Bracke MBM, Spruijt BM and Metz JHM 1999 Overall welfare assessment reviewed. Part 1: Is it possible? Netherlands. *Journal of Agricultural Science* 47: 279-291
- Bracke MBM, Spruijt BM, Metz JHM and Schouten WGP 2002a Decision support system for overall welfare assessment in pregnant sows A: Model structure and weighting procedure. *Journal of Animal Science* 8: 1819-1834
- Bracke MBM, Metz JHM, Spruijt BM and Schouten WGP 2002b Decision support system for overall welfare assessment in pregnant sows B: Validation by expert opinion. *Journal of Animal Science* 8: 1835-1845
- Bracke MBM, SA Edwards, JHM Metz, JPTM Noordhuizen and B Algers 2008 Synthesis of semantic modelling and risk analysis methodology applied to animal welfare. *Animal* 2: 1061-1072
- Bracke MBM, Zonderland JJ, Lenskens P, Schouten WGP, Vermeer H, Spoolder HAM, Hendriks HJM and Hopster H 2006 Formalised review of environmental enrichment for pigs in relation to political decision making. *Applied Animal Behaviour Science* 98: 165-182
- Brambell FWR 1965 Report of the Technical Committee to Enquire into the Welfare of Animals kept under Intensive Livestock Husbandry Systems. Her Majesty's Stationery Office: London, UK
- Burman OHP, Parker R, Paul ES and Mendl M 2008 A spatial judgment task to determine background emotional state in laboratory rats (*Rattus norvegicus*). *Animal Behaviour* 76: 801-809
- ### Butler DR 1995 Zoogeomorphology: Animals as Geomorphic Agents. Cambridge University press: New York, USA
- ## Callaway TR, Morrow JL, Johnson AK, Dailey JW, Wallace FM, Wagrom EA, McGlone JJ, Lewis AR, Dowd SE, Poole TL, Edrington TS, Andreson RC, Genovese KJ, Byrd JA, Harvey RB and Nisbet DJ 2005 Environmental prevalence and persistence of *Salmonella* spp. in outdoor swine wallows. *Foodborne Pathogens and Disease* 2: 263-273
- ## Campbell TA and Long DB 2009 Feral swine damage and damage management in forested ecosystems. *Forest Ecology and Management* 257: 2319–2326
- ### Coblentz BE 1976 Functions of scent-urination in ungulates with special reference to feral goats (*Capra hircus* L) *The American Naturalist* Vol. 110: No. 974 (Jul. - Aug., 1976) pp. 549-557

- Cornelissen J, de Greef K, Kaal-Lansbergen L, de Lauwere C, Ursinus N, Vermeer H, van Weeghel E and Zonderland J (Projectteam 'Diergericht Ontwerpen voor varkens') 2009 Wat wil het varken? Brochure. Wageningen UR: Lelystad, The Netherlands, www.varkansen.nl
- ## Curtis SE and Stricklin WR 1991 The importance of animal cognition in agricultural animal production systems: an overview. *Journal of Animal Science* 69: 5001-5007
- ### Custodio CC, Lepiten MV and Heaney LR 1996 *Bubalus mindorensis*. *Mammalian Species* 520: 1-5
- Danish Pig Production 2007 Facts on Animal Welfare. www: http://danishpigproduction.dk/Annual_reports/index.aspx?id=23c24f1b-fff9-4632-aacd-6081c5528eb9, assessed 19-05-2010
- ## Dardaillon M 1986 Seasonal variations in habitat selection and spatial distribution of wild boar (*Sus scrofa*) in the Camargue southern France. *Behaviour Process* 13: 251-268
- ## Day GE 1915 *Productive Swine Husbandry*. JB Lippincott: Philadelphia, USA
- De Greef K, de Jong-Timmerman M, Schouten W, ten Hoope B and Groenestein K 2003 *Het Varkensmagazine, Dierenwelzijn in de toekomst. Varkenswensen voor varkensstallen*. Modern b.v.: Bennekom, The Netherlands
- ## Dellmeier GR and Friend TH 1991 Behavior and extensive management of domestic sows (*Sus scrofa*) and litters. *Applied Animal Behaviour Science* 29: 327-341
- ## Dexter N 1998 The influence of pasture distribution and temperature on habitat selection by feral pigs in a semi-arid environment. *Wildlife Research* 25: 547-559
- ## Diong CH 1982 Population biology and management of feral pig (*Sus scrofa* L) in Kipahulu Valley, Maui. PhD, U of Hawaii: Honolulu
- Driessen C 2007 Stacking pigs: Dutch pig tower debates and the changing nature of ethical livestock production. In: Zollitsch W Winckler C Waiblinger S and Haslberger A (eds) *Sustainable food production and ethics* pp 219-233 Wageningen Academic Publishers: Wageningen, NL
- ## EFSA 2007a Scientific report on animal health and welfare aspects of different housing and husbandry systems for adult breeding boars, pregnant, farrowing sows and unweaned piglets. Annex to the EFSA Journal 572: 1-13, 100 pp
- ## EFSA 2007b Scientific report on animal health and welfare in fattening pigs in relation to housing and husbandry. Annex to the EFSA Journal 564: 1-14, 98 pp
- EFSA 2007c Scientific report on the risks associated with tail biting in pigs and possible means to reduce the need for tail docking considering the different housing and husbandry systems (Question No EFSA-Q-2006-029) *The EFSA Journal* 611: 2-98.
- # Eltringham SK 2003 Hippopotamuses (*Hippopotamidae*). In: Grzimek B Schlager N Olendorf D and McDade MC (eds) *Animal Life Encyclopedia*, 2nd edition pp 301-312 Thompson Gale: Detroit, MI
- FAWC (Farm Animal Welfare Council) 1992 FAWC updates the five freedoms. *Veterinary Record* 131: 357
- # FAWC (Farm Animal Welfare Council) 2009 *Farm Animal Welfare in Great Britain: Past, Present and Future*. Farm Animal Welfare Council: Millbank, London, UK
- ## Fernández-Llario P 2005 The sexual function of wallowing in male wild boar (*Sus scrofa*). *Journal of Ethology* 23: 9-14
- Festinger L 1957 *A Theory of Cognitive Dissonance*. Stanford University Press: Stanford, CA
- ## Fraser AF 1970a Field observations in Jamaica on thermal agalactia in the sow. *Tropical Animal Health and Production* 2: 175-181
- ## Fraser AF 1970b Studies on heat stress in pigs in a tropical environment. *Tropical Animal Health and Production* 2: 76-86
- ## Frädrieh H 1967 Das Verhalten der Schweine (*Suidae*, *Tyassuidae* und *Flusspferde* (*Hippopotamidae*).). In: Kükenenthal W (Ed) *Handbook of Zoology*. VIII, 42 pp 270-314
- ## Garrett WN, Bond TE and CF Kelly 1960 Environmental Comparisons of Swine Performance as Affected by Shaded and Unshaded Wallows. *Journal of Animal Science* 19: 921-925
- ## Gegner L 2001 Considerations in organic hog production. ATTRA's organic matters series 43 pp http://www.organicagcentre.ca/Docs/ATTRA/hog_production2001.pdf, assessed 13-05-2010.
- ### Gosling LM and McKay HV 1990 Scent-rubbing and status signalling by male mammals. *Chemoecology* 1: 92-95
- ## Graves HB 1984 Behavior and ecology of wild and feral swine (*Sus scrofa*). *Journal of Animal Science* 58: 482-492
- Harding EJ, Paul ES and Mendl M 2004. Cognitive bias and affective state. *Nature* 427: 312
- Hare RM 1981 *Moral Thinking. Its Levels, Method and Point*. Clarendon Press: Oxford, UK
- Harrison R 1964 *Animal Machines*. Vincent Stuart Ltd: London, UK

- Hatt J-M 2008 Raising Giant Tortoises. In: Fowler ME and Miller RE, Zoo and Wild Animal Medicine: Current Therapy, Volume 6 Saunders Elsevier, St. Louis, Missouri, 144-153
- ## Heitman Jr H and Hughes EH 1949 The effects of air temperature and relative humidity on the physiological well-being of swine. *Journal of Animal Science* 8: 171-181
- ## Heitman HJR Bond TE, CF Kelly and Hahn L 1959 Effect of modified summer environment on swine performance. *Journal of Animal Science* 18: 1367-1372
- ## Heitman H, Hahn L, Bond TE and Kelly CF 1962 The effects of modified summer environment of swine behavior. *Animal Behaviour* 10: 15-19
- ## Henry SC and Tokach LM 1995 Eimeria-associated pathology in breeding gilts. *Swine Health and Production* 3: 200-201
- Heutinck LFM and Driessen C 2010. De dynamiek in de melkvee-ethiek. *V-focus* 1: 22-23
- Hornaday WMT 1875 The Crocodile in Florida. *The American Naturalist* 9: 498-504
- ## Horrell RIP, JA'Ness, Edwards SA and Eddison JC 2001. The use of nose-rings in pigs: consequences for rooting, other functional activities, and welfare. *Animal Welfare* 10: 3-22
- ## Hsia LC, Fuller MF and Koh FK 1974 Sprinkling on the performance of growing and finishing pigs during hot weather. *Tropical Animal Health Production* 6: 183-187
- ### Hubback T 1939 The Asiatic Two-Horned Rhinoceros. *Journal of Mammalogy* 20: 1-20
- ## Huynh TTT, Aarnink AJA, Gerrits WJJ, Heetkamp MJH, Cahn TT, Spoolder HAM, Kemp B and Verstegen MWA 2005 Thermal behaviour of growing pigs in response to high temperature and humidity. *Applied Animal Behaviour Science* 91: 1-16
- ## Huynh TTT, Aarnink AJA, Truong CT, Kemp B and Verstegen MWA 2006 Effects of tropical climate and water cooling methods on growing pigs' responses. *Livestock Science* 104 (2006) 278– 291
- ## Huynh TTT, Aarnink AJA, Heetkamp MJH, Verstegen and MWA Kemp B 2007 Evaporative heat loss from group-housed growing pigs at high ambient temperatures. *Journal of Thermal Biology* 32: 293–299
- ## Ingram DL 1967 Stimulation of cutaneous glands in the pig. *Journal of Comparative Pathology* 77: 93-98
- ## Jenn-Chung Hsu 2009 Effect of wWater Bath on Growth Performance, Blood Traits and Health of Pigs. Thesis, National Chung Hsing University, Department of Animal Science <http://ir.lib.nchu.edu.tw/handle/309270000/26676>, assessed 13-05-2010
- ## Jensen P 2002 Behaviour of pigs. In: Jensen, P (Ed.), *The Ethology of Domestic Animals: An Introductory Text*. Cabi Publishing: Wallingford, Oxon, UK pp. 159–172
- Jensen P and Toates FM 1993 Who needs 'behavioural needs'? Motivational aspects of the needs of animals. *Applied Animal Behaviour Science* 37: 161-181
- ## Johnson AK, Mitloehner FM, JL Morrow and McGlone JJ 2008. Effects of shaded versus unshaded wallows on behavior, performance, and physiology of the outdoor lactating sow. *Journal of Animal Science* 86: 3628–3634
- ## Kaller MD and Kelso WE 2006. Swine activity alters invertebrate and microbial communities in a coastal plain watershed. *American Midland Naturalist* 156: 163-177
- Keeling L, Algers B, Blokhuis H, Boissy A, Lidfors L, Mendl M, Opperman Moe R, Paul E, Uvnäs-Moberg K and Zanella A 2008 Looking on the bright side of life: reward, positive emotions and animal welfare. In: Boyle L, O'Connell N and Hanlon A (Eds) 2008 *Proceedings of the 42nd Congress of the ISAE*. Wageningen Academic Publishers: Wageningen, NL, p3
- ## Kikuta AH and CP Stone 1986 Food preferences of captive feral pigs: a preliminary report. In: Smith, CW, *Proceedings sixth conference in natural sciences Hawaii Volcanoes National Park*, June 10-13, 1986, pp 27-38
- Korthals M 2004 *Before Dinner: Philosophy and Ethics of Food*. Springer: Dordrecht, The Netherlands
- Korthals M 2008a Ethical traceability and ethical room for manoeuvre. In: Coff C, Barling D, Korthals M and Nielsen T (Eds) *The International Library of Environmental, Agricultural and Food Ethics Ethical Traceability and Communicating Food*. Springer, Dordrecht, The Netherlands, pp 251-265
- Korthals M 2008b Ethical rooms for maneuver and their prospects vis-à-vis the current ethical food policies in Europe. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 21: 249–273
- Langer P 2001 Evidence from the digestive tract on phylogenetic relationships in ungulates and whales. *Journal of Zoology, Systematics, Evolution and Research* 39: 77–90
- ## Lassen J, Sandøe P and Forkman B 2006 Happy pigs are dirty! – conflicting perspectives on animal welfare. *Livestock Science* 103: 221– 230
- Lawrence A 1987 Consumer demand theory and the assessment of animal welfare. *Animal Behaviour* 35: 293-294

- Leenstra FR, Visser EK, Ruis MAW, de Greef KH, Bos AP, van Dixhoorn ID and Hopster H 2007 Ongerief bij rundvee, varkens, pluimvee, nertsen en paarden. Rapport 71. Animal Sciences Group, Wageningen UR: Lelystad, NL
- Lorenz KZ 1958 The evolution of behavior. Scientific American 199: 67-83
- # LNV 2007 Nota Dierenwelzijn. LNV: The Hague, NL
http://www.mininv.nl/portal/page?_pageid=116,1640321&_dad=portal&_schema=PORTAL&p_file_id=22066, Assessed 16-06-2010
- ### Marai IFM and Haebe AAM 2010 Buffalo's biological functions as affected by heat stress - A review. Livestock Science 127: 89–109
- Mason GJ, Cooper J and Clarebrough C 2001. Frustrations of fur-farmed mink: mink may thrive in captivity but they miss having water to romp about in. Nature 401: 35-36
- ## Mayda C 2004 Pig pens, hog houses and manure pits: A century of change in hog production. Material Culture 36: 18-42
- ### McDowell R W 2009 The use of safe wallows to improve water quality in deer farmed catchments. New Zealand Journal of Agricultural Research 52: 81–90
- ## McGlone 1999 Managing heat stress in outdoor pigs. Presented at a symposium on outdoor pig production in Brazil September 1999
<http://www.depts.ttu.edu/porkindustryinstitute/research/MANAGING%20HEAT%20STRESS%20IN%20OUTDOOR%20PIGS.htm>, assessed 01-05-2010
- McFarland D 1989 Problems in Animal Behaviour. Longman Scientific & Technical: Harlow
- ### McMillan BR, Cottam MR and Kaufman DW 2000 Wallowing behavior of american bison (Bos Bison) in tallgrass prairie: An examination of alternate explanations. American Midland Naturalist 144: 159-167
- Mendl M, Burman OHP, Parker RMA and Paul ES 2009 Cognitive bias as an indicator of animal emotion and welfare: Emerging evidence and underlying mechanisms. Applied Animal Behaviour Science 118: 161-181
- ### Miura S 1985 Why Do Male Sika Deer Wallow during the Rut? Journal of Ethology 3: 73-75
- Mosquera J, Hol JMG, Winkel A, Nijeboer GM, Ogink NWM and Aarnink AJA 2010a. Fijnstofemissie uit stallen: dragende zeugen. [Dust emission from animal houses: pregnant sows] Rapport 294. Wageningen UR Livestock Research: Lelystad, NL
- Mosquera J, Hol JMG, Winkel A, Nijeboer GM, Ogink NWM and Aarnink AJA 2010b Fijnstofemissie uit stallen: vleesvarkens. [Dust emission from animal houses: growing and finishing pigs] Rapport 292. Wageningen UR Livestock Research: Lelystad, NL
- ### Nalin DR 1996 'O come, let us wallow in glorious mud' Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene 90: 717
- ## Olsen AW, Dybkjær L and Simonsen HB 2001 Behaviour of growing pigs kept in pens with outdoor runs II. Temperature regulatory behaviour, comfort behaviour and dunging preferences. Livestock Production Science 69: 265-278
- Olsson IAS and Keeling LJ 2005 Why in earth? Dustbathing behaviour in jungle and domestic fowl reviewed from a Tinbergian and animal welfare perspective. *Applied Animal Behaviour Science* 93: 259–282
- Poelarends JJ and Leenstra FR 2009 Waterbuffel-, herten- en struisvogelhouderij in Nederland. Quickscan om risico's op ongerief in te schatten. [Water buffalo, deer and ostrich farming in the Netherlands. Quick scan to assess welfare risks] Report 180. Animal Sciences Group, Wageningen UR: Lelystad, NL
- # Prothero DR and Schoch RM 2002 Horns, Tusks, and Flippers: The Evolution of Hoofed Mammals. Johns Hopkins University Press: Baltimore, Maryland
- Prunier A, Heinonen M and Quesnel H 2010 High physiological demands in intensively raised pigs: impact on health and welfare. Animal 4: 886–898
- ## Rachuonyo HA 2001 Productivity, Behaviour, and Environmental Impact of Outdoor Gestating Sows. PhD thesis for Texas Tech U. <http://etd.lib.ttu.edu/theses/available/etd-07012008-31295017082479/unrestricted/31295017082479.pdf>, assessed 03-05-2010
- RDA 2006 Natuurlijk Gedrag van Varkens. (Natural Behaviour of Pigs). RDA: The Hague, NL
http://www.rda.nl/files/rda_2006_05.pdf, assessed 30-07-2010
- # Reeves R 2003 Cetacea (Whales, dolphins and porpoises). In: Grzimek B Schlager N Olendorf D and McDade MC (2003) Animal Life Encyclopedia 2nd ed, Thompson Gale: Detroit, MI. pp 1-11
- ## Rose CJ and Williams WT 1983. Ingestion of earthworms, *Pontoscolex corethurus*, by village pigs, *Sus scrofa papuensis*, in the highlands of Papua New Guinea. Applied Animal Ethology 11: 131-139

- Rydhmer L, Lundström K and Andersson K 2010 Immunocastration reduces aggressive and sexual behaviour in male pigs. *Animal* 4: 965–972
- ## Sambraus HH 1981 Das Suhlen von Sauen. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* 88: 65-67
- Smith HJ and Hawkes AB 1978 Kidney worm infection in feral pigs in Canada with transmission to domestic swine. *The Canadian Veterinary Journal* 19: 40-43
- # Spinka M 2006 How important is natural behaviour in animal farming systems? *Applied Animal Behaviour Science* 100: 117–128
- Spruijt BM, Van den Bos R and Pijlman FTA 2001 A concept of welfare based on reward evaluating mechanisms in the brain: Anticipatory behaviour as an indicator for the state of reward systems. *Applied Animal Behaviour Science* 72: 145-171
- ## Stegeman LC 1938 The European Wild Boar in the Cherokee National Forest, Tennessee. *Journal of Mammalogy* 19: 279-290
- ## Steinbach J 1970 Effect of wallows on diurnal and gestational variations in the respiratory frequency of pregnant sows. *Respiration Physiology* 10: 64-73
- Stolba A and Wood-Gush DGM 1989 The behaviour of pigs in a seminatural environment. *Animal Production* 48: 419–425
- ## SVC (Scientific Veterinary Committee) 1997 The Welfare of Intensively Kept Pigs. Report to the Directorate General XXIV of the European Commission. Adopted 30. September 1997. Doc. XXIV/ScVc/0005/97, Scientific Veterinary Committee, Animal Welfare Section: Brussels, Belgium
- ## Tidwell AL and Fletcher JL 1951 The effect of summer environment on the body temperature and respiration rate of swine. *Journal of Animal Science* 10: 523-532
- Tinbergen N 1963 On aims and methods of ethology. *Zeitschrift für Tierpsychologie* 20: 410-433
- ## Tynes VV 1999 Potbellied pig husbandry and nutrition. *Vet Clinics of N America. Exotic Animal Practice* 2: 193-208
- Van der Peet GFV, van der Veen HB and Docters van Leeuwen H 2010 Monitoring integraal duurzame stallen. Peildatum 1 januari 2010. Rapport 370. Wageningen UR Livestock Research: Lelystad, NL
- Van Eijk ONM, de Lauwere CC, van Weeghel HJE, Lansbergen LMTE, Miedema AMMA, Ursinus WW, Janssen APHM, Cornelissen JMR and Zonderland JJ 2010a Varkansen. De Pagode, de Pijler en de Parel. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad, The Netherlands
- Van Eijk ONM, de Lauwere CC, van Weeghel HJE, Lansbergen LMTE, Ursinus WW, Cornelissen JMR, Zonderland JJ, Miedema AMMA and Jansen APHM 2010b. Varkansen : springplank naar een duurzame veehouderij : varkenshouderij met neus voor dier, ondernemer, milieu en burger-consument. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad, The Netherlands
- ## Van Putten G 2000 An ethological definition of animal welfare with special emphasis on pig behaviour. Proceedings of the Second NAHWOA Workshop, 2000 - www.sopa.org.uk. http://www.sopa.org.uk/cms/files/An_ethological_definition_of_animal_welfare_with_special_emphasis_on_pig_behaviour.170.pdf, assessed 03-05-2010
- Veissier I, Forkman B and Jones B 2007 Assuring animal welfare: from societal concerns to implementation. Proceedings of the Second Welfare Quality® stakeholder conference, 3-4 May 2007, Berlin Germany. <http://www.welfarequality.net/downloadattachment/36059/19616/proceedings%202nd%20wq%20stakeholder%20conference%203-4%20may%202007.pdf>, assessed 20-06-2010
- Verbeke W 2009 Stakeholder, citizen and consumer interests in farm animal welfare. *Animal Welfare* 18: 325-333
- Verburg G 2008 Toekomstvisie op de veehouderij. [Future of livestock farming]. Letter of the Minister of Agriculture, Nature and Food Quality to the Dutch parliament, Jan. 18, 2008, 8pp. http://www.minlnv.nl/portal/page?_pageid=116,1640321&_dad=portal&_schema=PORTAL&p_file_id=24405, assessed 10-06-2010
- Walsh C, Douglas C, Bédoué A, Bateson M and Edwards S 2010 Tests of cognitive bias can inform on pigs subjective affective state. *Proceeding of the UFAW Animal Welfare Conference 'Recent advances in animal welfare science'* June 30th, York, UK
- Wechsler B and Bachmann I 1998 A sequential analysis of eliminative behaviour in domestic pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 56: 29–36
- Wemelsfelder F 1993 Animal boredom: Toward an empirical approach of animal subjectivity, PhD thesis. University of Leiden, Leiden, NL
- Widowski TM and Duncan IJH 2000 Working for a dustbath: are hens increasing pleasure rather than relieving suffering? *Applied Animal Behaviour Science* 68: 39–53
- Willeberg P 1991 Animal Welfare Studies: Epidemiological Considerations. Proceedings of the Society for Veterinary Epidemiology and Preventive Medicine, London, pp 76–82

- Wills C and Bada J 2000 *The Spark of Life – Darwin and the Primeval Soup*. Oxford University Press: Oxford, UK
- ### Zervanos SM and Hadley NF 1973 Adaptational biology and energy relationships of the Collared Peccary (*Tayassu tajacu*). *Ecology* 54: 759-774
- Zonderland JJ and Enting J 2004 Varkenshouderij in Brazilië. Sterke integraties en stevige merken. [The pig production chain in Brazil.]. *Praktijkrapport Varkens* 48. Animal Sciences Group, Lelystad 41pp

9 Annex (Bijlage)

This annex contains citations from the literature organised in sections which correspond to the sections in the body of the report. Arrows (→) indicate criteria for an ideal mud pool. Notes provide comments from the author.

9.1 A description of wallowing behaviour

9.1.1 *Wallowing in domestic pigs*

9.1.1.1 *Behaviour itself*

“The rooting action is used for a number of other functions [besides rooting for food], such as digging wallows, nestbuilding and general exploration. ... Ringing interfered with the rooting out of wallows: the wallows in the paddocks of ringed sows were only half the depth of those in paddocks with unringed sows” (Horrell et al., 2001).

“Wallowing behavior of sows is quite interesting to observe. When the temperature is slightly warm (above freezing), pigs will stand in the cool water. When the temperature rises, they will lay with their udders in the cool water and mud. When it gets warmer still, they will coat their skin with mud and roll from time to time from one side to the other allowing the mud to evaporate. Sometimes on hot days, if wallows are deep enough, only the sow’s snout and head will be visible above the water. When they leave the wallow on very hot days, if it is designed well, sows can be observed with a heavy coat of mud on their belly and flanks. Most sows wallow in social groups. A collection of sows will be spread out in the wallow, usually without facing one another. Some individual sows will prefer to wallow alone or at a distant part of the wallow” (McGlone, 1999).

→ The ‘perfect’ wallow accommodates different behavioural requirements depending on the ambient temperature (standing in cool water when it is slightly warm, sitting; rolling (so the pool must provide sufficient grip); the pigs can immerse themselves when it gets warmer) (McGlone, 1999).

→ The wallow will leave a heavy coat of mud when it is really warm (McGlone, 1999).

→ “The wallow must be large enough to accommodate the social needs of the pigs while behavioral thermoregulation is being expressed” (McGlone, 1999). This includes allowing wallowing as a group for most pigs, but also allowing individuals to wallow alone, away from the group.

→ “Wallow management is critical to the success of an outdoor unit. Wallows must contain water and mud, not just thick mud” (McGlone, 1999).

“In order to clean their hair and skin and also to get rid of external parasites, pigs take a mud bath, called wallowing. If presented with a pool of fresh clean water and a heap of earth, pigs will work hard to shove the earth into the water, creating a real sticky and muddy substance. Then they go into the pool, lie down on their bellies, and roll over from one side to another. This behaviour is generally set in a social context and has an obviously relaxing effect on the animals involved. After some time – depending on the ambient temperature - the pigs get out of the pool and let the mud dry. Once the mud is dry pigs will rub it off against bushes, trees or rocks. ... It is very difficult to disinfect a mud bath. If not disinfected, it can help spread worm infections, because pigs tend to eat and drink from the muddy water.” (Van Putten, 2000).

→ Pool hygiene (pool should not contain excreta which pigs can ingest; otherwise disinfection is important (Van Putten, 2000).

→ Clean drinking water is provided nearby or in the pool

“Swine engage in both passive wallowing, during which they stand or lie in water or mud, and active wallowing, during which they root below the surface of water, shake their heads in the water, or lie down and roll, stretch and kick in the water. Wallowing in mud facilitates heat loss by radiation as well as conduction (Fraser, 1980), the duration of the cooling effect of mud exceeding that of water (Kilgour and Dalton, 1984). The critical temperature for swine weighing > 90 kg has been reported to be as low as 17 ° C and is relative to the level of humidity as well as to the size (weight) of the animals (Heitman and Hughes, 1949). Wallow use increases by ~ 50% when wallows are shaded (Heitman et al., 1962). Access to a wallow increases activity in general during hot daytime weather and also significantly

improves weight gains (Jackson, 1938; Bray and Singletary, 1948). A central location allows all sows easy access to the wallow” (Dellmeier and Friend, 1991).

→ Slaughter pigs (>90kg) may benefit from a wallow as of 17C (Dellmeier and Friend, 1991).

→ Wallows should be shaded (Dellmeier and Friend, 1991).

→ Wallows allow all sows easy access, e.g. by a central location (Dellmeier and Friend, 1991).

“Pigs have very few sweat glands, and are almost incapable of panting. Instead, they rely on wallowing in water or mud to cool the body when the ambient temperature rises. Adult pigs under natural conditions can often be seen to wallow when temperatures exceed 20⁰ C. Mud is the preferred substrate, and after wallowing the wet mud will provide a cooling, and probably protecting, layer on the body for an extended time. When pigs enter a wallow, they normally dig and root in the mud before entering with the forebody first. They then wriggle the body back and forth so all of the body surface is covered with mud, before shaking the head and often finishing with rubbing against a tree or a stone next to the wallow. Indoors, pigs may attempt to wallow on wet floor surfaces and in the dunging areas when it is hot.” (Jensen, 2002).

→ Above 20C (Jensen, 2002).

→ (Wet) mud is preferred (over water) for cooling (Jensen, 2002).

→ Be able to dig and root in mud before entering the pool (Jensen, 2002).

→ Can rub on a tree or stone next to the pool (Jensen, 2002).

“On hot days they attempt to lie in a damp place or wallow, or even bathe in a standing position, as they do in natural conditions (van Putten, 1978). Rolling from side to side in the wallow or damp place (van Putten, 1978), the moist upper side will be cooled by evaporative heat loss (Ingram, 1965). However, wallowing is not only performed on hot days but also on cooler days, suggesting that wallowing also plays a role in skin and hair care (van Putten, 1978). After wallowing, pigs perform other types of comfort behaviour; Sambraus (1981) reported that sows shake themselves, and then rub their sides and back. Pigs are also able to rub their hindquarters by sitting down and moving forward and backward (van Putten, 1978).” (Olsen et al. 2001).

“[Sows] wallowed on average of twice a day. The tendency to wallow depended on the air temperature; the wallows were used only during temperatures higher than 12C. Sows prefer to wallow after foddering, when in heat and during illnesses” (Sambraus, 1981).

“The importance of wallowing is indicated by the fact that pigs will show substitute behaviour. When no wallowing pool is available, pigs will lie in their urine and feces at high ambient temperatures (Heitmann and Hughes, 1949; Hofmann, 1960; Ingram, 1965).” [Free translated and summarised from German] (Sambraus, 1981).

“A qualitative and quantitative description of wallowing is given to explain that it [i.e. wallowing] is essential. During 12 days from end of August to the middle of October 7 groups of 7-34 sows kept outdoors in vegetationless yards of 2100m² in Illinois (USA) with one or two mud pools with a diameter of 6m. Sows stayed in the wallow for an average of 3 hours in the morning and 0.5 hour in the afternoon. Wallowing was clearly related to feeding, drinking, exploration and resting behaviour. Wallowing was only exceptionally done below 20C, and only in relation to feeding.” [Free translated and summarised from German]” (Sambraus, 1981).

“[P]igs used a bath [in Viet nam] about 7.2–7.7 times per day with a duration of 1–9 min per time (Huynh et al., 2006).” (Huynh et al., 2007).

Note: The water bath design was not optimal, e.g. it was soiled and could contain only 2 pigs out of a group of five. Sambraus (1981) recorded average wallowing of sows in hot weather of 3.5 hours per day.

“Sows mainly used a place near the border of the pool where the mud and water was not higher than the elbow joint. The middle of the pool was used only when the mud was no longer soft (‘breiig’ in German) or when the border was occupied by other sows. The snout was used to secure solid ground. Lying in water was not adequate. Sows carefully wallowed in mud. The head was immersed in mud over the eyes, but it was never observed that the ear-opening was under water or mud. Sows used support from their forefeet to avoid this. Some sows also avoided getting with their eyes under the surface. Sows often eliminated (urine and dung) in relation to wallowing, but only twice it was observed that a sow dropped faeces in the wallow. Sows urinated with only 2 exceptions immediately

before entering the wallow. The sow's lying position in the wallow depends on depth. At low depth they lie on their side. In deeper mud they adopt a half sideways or sternal lying position. In general the back is kept free [of mud at lower depth]. In more deep mud the back was also covered.... Sometimes a dominant sow in the wallow would get up to chase away a low-ranked animal when it arrived at the wallow. It was never observed, however, that a dominant sow arriving at the pool would drive off a weaker animal to take its place. Sows with illness and in heat often wallow. Sows in heat generally did so only for short periods of time. A sow was observed once wallowing at 12C, never below that temperature. Remarkably, sows would go through the wallow to take the shortest route to the drinker, feeding place or somewhere else, at temperatures near 0C and when the pool was covered with thin ice, without hesitation. After wallowing sows would shake themselves, often when still in the wallow and in about half the cases while still sitting, and half the cases while standing. Sows only shook their heads, neck and only passively their breast areas. Obviously, pigs are not able to actively shake the rump. This resulted in mud being removed due to shaking from only the front part of the animal. Several times sows would move to a scratching post after wallowing, to scratch the body sides from neck till hind legs. The sows could only scratch part of their backs by taking an oblique stance. Generally, they would only scratch themselves when the mud had dried and hence could be removed more easily. Other behaviours following wallowing were defecation and urination." [Free translated and summarised from German] (Sambraus, 1981).

→ Wallows have sufficient border space where the mud and water was not higher than the elbow joint (Sambraus, 1981).

→ Pigs can keep ear-openings easily above the water/mud surface (Sambraus, 1981).

→ Wallows have more shallow and deeper areas (to accommodate different wallowing needs at different temperatures)

→ The wallow is also provided for sows in heat and for pigs that suffer from illness (Sambraus, 1981).

→ The wallow is available all day, in any case also after feeding (Sambraus, 1981).

→ Defecation and urination is allowed near the pool (Sambraus, 1981).

→ Below 12C pregnant sows do not appear to need a wallow (Sambraus, 1981).

9.1.1.2 *Rubbing and other related behaviours (e.g. foraging)*

"After the mud bath, the pigs rub the dried mud off on trees, posts, etc." (Gegner, 2001).

"[In village pigs in Papua New Guinea] there is an increased incidence of wallowing (both as climatic adaptations), in the afternoon when the stimulus of earthworm availability has decreased and exploratory behaviour, i.e. "nuzzling", is observed. In this activity, the pig grazes its snout over the surface of the soil and anything that arouses its curiosity is given superficial attention, e.g. sticks and stones. Scratching or rubbing against a stake are waning responses of minor significance in these observations and are closely associated with wallowing (Stegeman, 1938)." (Rose and Williams 1983).

"It was observed that free ranging pigs very frequently practised wallowing intermittently with grazing. Subjects which had acquired the characteristic mud coat ... were observed to graze efficiently in exposed areas for lengthy spells in temperatures which were sometimes high. The value of this behavioural mechanism in temperature regulation was clear. The construction and usage of mud wallows were always performed in stereotyped ways which suggested that the behaviour was instinctively determined." (Fraser, 1970b).

"The frequent excretion in the wallow supports the suggestion of Fritschen (1975), that pigs prefer to excrete in draughty, damp and open areas. ...Hacker et al. (1994) stated that pigs drink, urinate and defecate in a close sequence" (Olsen et al. 2001).

→ Defecation and urination is allowed near the pool (i.e. it is done near and sometimes in the wallow; Olsen et al., 2001)

→ Clean drinking water is provided nearby or in the pool (Olsen et al., 2001).

"Indoor housing systems lack opportunities to perform wallowing and at high temperatures pigs try to regulate their body temperature by lying in the dunging area (eg, Huynh et al., 2005). It is not known if pigs are able to care for their skin and hair sufficiently in the absence of a wallowing opportunity." (EFSA, 2007b).

9.1.1.3 Thermoregulation

"[Pigs] wallow (in Texas) and root-wallow year-round, even when it is below freezing. They increase wallowing as it gets warmer of course." (John McGlone, personal communication).

"If the thermal comfort zone cannot be achieved through resting behaviour (lateral lying vs. huddling) thermoregulation will be done through wallowing behaviour or seeking shelter in the surrounding (resting in nest)." (EFSA, 2007a).

"As they cannot lose heat by sweating (Ingram, 1965), they rely on behavioural measures such as a reduction in physical contact with pen mates, panting and reducing general activity, as well as evaporation by making the skin wet through wallowing (Scientific Veterinary Committee, 1997). Over-heated or potentially over-heated pigs adopt positions that maximize the surface area from which heat can be lost, often involving postural changes from sternal to lateral recumbent lying." (EFSA, 2007a).

"Sows and boars kept loose can thermo regulate through wallowing, unless kept in fully straw bedded pens. ... If they can thermo regulate through wallowing they will do so in their own dunging or on the slatted floor area. This may cause health problem." (EFSA, 2007a).

Note: The word 'wallowing' is used here (partly) as 'rolling in excreta', which may be an abnormal behaviour (see below).

"In indoor housing, [pigs] may ... show [wallowing] on wet surfaces and in the dunging area. Over-heated pigs will attempt to drink in order to increase the efficiency of methods of cooling themselves." (EFSA, 2007a).

"Wallow Management

One should be aware of how the wallow cools sows. When air temperatures are hot, but below sow body temperature, sows enter the wallow and usually cover 50-75% of their body with water and mud. Their metabolically-active udders are losing heat by conduction to the cool muddy waters. As they roll, their water and mud-caked skin evaporates water, cooling the skin. During hot and very hot temperatures, sows should stay in the wallow as much as possible. They should only leave to feed and nurse.

Wallows should be inviting to sows. An effective wallow will be cool and large enough to accommodate twice as many sows as are on the paddock. By giving generous wallow space, even the submissive sows will gain access to the cooling wallow.

The wallow should have a source of fresh water. You do not want the sow who wants a drink to get out of the wallow and walk a distance to get a drink. She will not do it; she will drink the wallow water. One good idea is to continuously drip or stream fresh water over the wallow. This technique has the added benefit of keeping the water lines moving, thereby preventing the water lines from getting extremely hot.

Wallows should not have a thick mud appearance. Wallows should look like a pond, not like a thick goo. If wallows are thick, then they do not have enough water added each day." (McGlone, 1999).

→ The wallow is cool (McGlone, 1999)

→ Wallows are twice the size of the number of pigs; providing access also to the submissive animals (McGlone, 1999)

→ Fresh water should be available in the wallow, e.g. by dripping fresh water over the wallow (McGlone, 1999)

→ Inflow of fresh water will prevent water lines from getting too hot (McGlone, 1999)

→ Mud appearance should not look like a thick goo; look like a pond (McGlone, 1999).

Heitman et al. (1962) suggested that it is important to provide relief, such as wallows and shades, for grazing pigs [sows] in temperatures over 70 °F (21.1 °C).

In growing pigs rooting in the drinker/wallowing area increased at a temperature around 20°C, indicating a shift from 'foraging rooting' to 'comfort rooting' digging out the wallowing area (Andresen and Redbo, 1999).

Stolba and Wood-Gush (1989) stated that adult pigs under semi-natural conditions wallowed regularly when the temperature rose above 18°C and that rooting in boggy areas was deeper than in other areas, indicating a connection between soil moisture and rooting behaviour.

→ Moist soil

→ All temperatures, especially above 18C (Stolba and Wood-Gush, 1989)

“Olsen et al. (2001) reported that [growing/fattening] pigs [used] the wallow for lying with temperature ranges from -4 to 24°C [where temperatures exceeded 18C at only 5% of observations], with increased use duration when temperature exceeded 15C. ... Olsen et al (2001) also noted that pigs kept dunging areas away from the roughage and lying area, and placed approximately 50% of their dung in the wallow, supporting the theory that pigs prefer to dung in light, draughty and wet places, and that they keep dung away from their nest and food” (Rachuonyo, 2001).

→ Wallows are available at all temperatures, certainly as of 15C (Olsen et al., 2001).

→ Dunging is allowed near the wallow

“Olsen (2000) showed that oral behaviour towards wallow water was positively correlated with temperature. This behaviour consisted of rooting, chewing, making bubbles and having the snout passive in the wallow water.” (Olsen et al. 2001).

“[R]ooting in wallow water correlated positively with temperature ($P<0.01$). Making bubbles in wallow water correlated positively with both temperature and the number of sun recordings, whereas it correlated negatively with humidity ($P<0.01$ for all).” (Olsen et al. 2001).

“Temperature ... affected the number of times pigs changed their lying postures in the wallows ($P<0.01$).” (Olsen et al. 2001).

→ Wallows allow posture changes (so e.g. provide sufficient grip; Olsen et al., 2001).

“The three lying postures in the wallow (sternally with or without body contact, and laterally without body contact) ... correlated positively with temperature ($P<0.01$).” (Olsen et al. 2001).

“[With increased sunshine, pigs] sought protection from the sun by lying along walls and under shelter and they increased the duration of cooling their snout by making bubbles in the wallow... Humidity was negatively correlated with lying duration and with making bubbles in wallow water suggesting that increasing humidity increased behaviour to keep warm [at the temperature ranges of the study, -4C to 25C, mostly below 18C]” (Olsen et al. 2001).

→ Shade is available (over/near) the wallow (also other wallows are available without shade for use at lower temperatures, e.g. in spring)

9.1.2 Wallowing in feral pigs and wild boar

9.1.2.1 Behaviour and location

“Wallows (i.e., depressions in mud, often filled with water) are created by the loafing, rolling, and rooting of feral swine (Stevens, 1996) and can be found in many low-lying, wet areas (Dickson et al., 2001). Feral swine, which lack sweat glands, will visit wallows >twice/day during the warm months to aid in their thermoregulation. However, wallows used habitually may produce contaminated riparian habitats (Stevens, 1996). Feral swine rubs are frequently found in association with wallows in the warm months (Stevens, 1996) and are characterized by wet or dry mud-coated surfaces. Feral swine commonly use trees, fallen logs, fence posts, utility poles, and rocks as substrates on which to rub, but have a preference for rubbing on creosote-treated posts (Stevens, 1996; Dickson et al., 2001).” (Campbell and Long, 2009).

→ Wallows are depressions in mud, also filled with water (Campbell and Long, 2009).

→ Wallows are created by loafing, rolling, and rooting (Stevens, 1996)

→ Located in low-lying, wet areas (Dickson et al., 2001)

→ Wallows are accessible more than twice per day (Stevens, 1996)

→ Rubbing is possible and visible (as mud-coated surfaces) near the wallow

→ Preference for rubbing on creosote-treated posts (Stevens, 1996; Dickson et al., 2001)

“Wallowing or rolling by hogs in a muddy area often results in a depression. The wallowing may be brief, just long enough to plaster the skin with mud as protection against flies (Eisenberg and Lockhart, 1972), to rid the hog of ectoparasites (Conley et al., 1972), or for thermoregulation during the hot dry season (Conley et al., 1972; Eisenberg and Lockhart, 1972; this study). ... Chemical marking may occur in the vicinity of a wallow. A pig may rub its perineal region against the ground in an anogenital

rub. During brief wallows, traces of body secretions are often left by means of a "side rub" in which the pig lies down and extends and flexes itself on alternate sides (Eisenberg and Lockhart, 1972). Rubs may also be marked by glands of the antorbital head region." (Graves, 1984).

→ Provide opportunities for rubbing (anogenital rub; side rub; head rub)

"[H]og wallows have been studied quantitatively by Belden and Pelton (1976) in the Great Smoky Mountains of eastern North America. Wallows were located in muddy depressions along or near footpaths used by humans or around small streams. The average wallow was 1.3x1.0 m and 25 cm deep; thus, each wallow required the removal of ~0.325 m³ of sediment." (Butler, 1995).

"Wallows...were used repeatedly by the [feral] hogs. ... If a wallow had been used considerably the surrounding vegetation usually was heavily trampled and smeared with mud. Wallows were found chiefly near the upper ends of the higher coves, in shaded, cool and wet places. Some were quite extensive and evidently were used by several animals at a time, while others were just large enough for one individual." (Stegeman, 1938).

→ Wallows are shaded (Stegeman, 1938)

→ Wallows accommodate both for communal wallowing and for individual wallowing (Stegeman, 1938).

Dardaillon (1986) examined habitat selection for wild boar using wild boar signs such as bedding places, farrowing nests, wallows, rubbing trees and rooting sites in a deltaic area, the Camarque (sampling area 1047 ha). "Marshes are the most frequently used areas throughout the year since all activities can be conducted there." (Dardaillon, 1986).

"Wallowing places can contain stagnant water, but often they are just muddy. The correlation between maximal length and width ($r = + 0.625$, $n = 164$) is rather weak, which contrasts with results on bedding places. This can be explained by the fact that wallows are often dug out by several animals (Dardaillon, 1984). Wallows are found in moist sites such as edges of flooded areas, muddy beds of canals or marshes, muddy depressions on trails after rain, edges of flooded rice-fields, irrigated maize fields, and everywhere along the animals' paths during the wet seasons. In a muddy and water covered area, wallows are always found in the muddy part. In the sampling area, wallows are significantly more frequent in marsh habitats ... and on the edges of flooded areas." (Dardaillon, 1986).

"Several studies have shown a relationship between spatial distribution of resources and home range size. In arid environments such as the Sierra foothills in California and the dry flood plains in Girilambone, Australia, movements of feral pigs involved long travels from food to water (Barrett 1971, 1978; Giles 1978). Movements to a source of water is important because pigs do not have functional sweat glands and the need to thermoregulate themselves by wallowing thus becomes "the driving force" (Elton 1966) for movement." (Diong, 1982).

9.1.2.2 *Rubbing*

"Rubbing is a habit closely associated with wallowing. The wild boar usually chooses a pitch pine less than 6 inches [15cm] in diameter for a rubbing tree. Such trees were usually muddied from near the ground (4 to 8 inches [10-20cm]) to a height about equalling that of the animal making the sign. ... The rubbing trees were located along trails and near wallowing places. Not infrequently other trees and vegetation along trails were found muddied." (Stegeman, 1938).

→ Pitch pine less than 6 inches (15 cm) in diameter appear to be preferred (Stegeman, 1938).

→ Rubbing posts are available near wallows and at other places in the enclosure (Stegeman, 1938).

→ Mud should be visible on scratch posts up to the height of the tallest animal in the group (Stegeman, 1938).

"Rubbing functions to remove excess or dried mud, hair, and ectoparasites." (Campbell and Long, 2009).

"Rubbing, like wallowing, probably serves in part to remove ectoparasites (Conley et al., 1972), but also seems to be comfort behavior [i.e. grooming/body care]. Pitch pines less than 15 cm in diameter are the trees most commonly used for rubbing, although other tree species and even telephone and electric poles are used (Conley et al., 1972)." (Graves, 1984).

→ Rubbing posts should preferably be pitch pines less than 15 cm in diameter (Graves, 1984).

“The elm and the tamarisk, the species most commonly found in the Camargue, are used as rubbing trees [by wild boar]. Rubbing trees are observed in the thickest groves which are located close to marshes or in scrub grasslands Since these groves are rather scarce, wild boars have often to travel several hundred meters from the wallowing area to the rubbing trees. In forests, Baettig (1980), Bavoux (1981) or Sardin (1982) have found that rubbing trees are generally very close to wallows.” (Dardaillon, 1986).

9.1.2.3 *Timing*

“During the dry season, [feral] hogs were found at waterholes at midday; they wallowed there and then returned to the shade.” (Graves, 1984).

“Conley et al. (1972) found that European wild boars in Tennessee are nocturnal, feeding at night and resting during the day in beds or wallows. Stegeman (1938) reported that when hunted, the hog does most of its feeding and traveling in the dark, wallowing or bedding on the sides of ridges during the daytime.” (Graves, 1984).

“Pine and Gerdes (1973) ... found that during the summer, wild hogs gather around mud seeps in which they can wallow; these are particularly desirable if shaded by an overstory.” (Graves, 1984).
→ Shade

“The wallowing habit is continued throughout the year, according to the accounts of local hunters [in Cherokee National Forest]. They report many instances where hogs have broken the ice to wallow and state that, when pursued during the winter, they frequently wallow in each stream that they cross.” (Stegeman, 1938; also cited in Graves, 1984, who relates these observations to thermoregulation).
→ Wallows are available at all temperature ranges, especially when (highly) active (Stegeman, 1938; Graves, 1984)
→ At low temperatures especially when heat-producing activities are performed (Stegeman, 1938)

“Feral pigs [in Australia] require access to water for drinking and for wallowing. ... Pigs were observed to wallow in all habitats when water was available during hot and cold weather.” (Dexter, 1998).

“Due to a lack of sweat glands, pigs must rely on behavioral thermoregulation to maintain a favorable heat balance in hot environments (Mount, 1968; Signoret et al., 1975). Behavioral thermoregulation was evident in pigs on Catalina during portions of the dry season. Mean maximum temperature per month ranged from 21 to 28C during summer. Animals were primarily crepuscular and nocturnal at these times, minimizing activity during the hotter portions of the day. Pigs frequented cool, moist sites to wallow and bedded by day in thick vegetation. A dependence on free water and behavioral responses to high ambient temperatures are commonly reported for wild pigs (Barrett, 1978; Eisenberg and Lockhart, 1972; Giles, 1978; Van Vuren, 1984) and domestic swine (Mount, 1968; Signoret et al., 1975) in hot, arid climates.” (Barber and Coblenz, 1986).

“Warty pigs prefer to wallow especially on days with strong direct sunshine. European wild boar can also be found wallowing in mud during rain and cold weather.” [Free translated from German] (Frädlich, 1967).
→ Wallow is also available at colder temperature ranges and during rain (Frädlich, 1967).

“In forests, some authors, such as Herrenschmidt and Regost (1979) or Baettig (1980), found traditional wallows used almost daily by a number of animals. In the Camargue, wallows themselves are temporary as we found just two wallows that had been re-used within a few weeks' time. Only the wallowing areas can be considered traditional since the wallows observed change constantly according to the water level of marshes.” (Dardaillon, 1986).

9.1.3 *Wallowing in related species*

Before listing citations on wallowing in related species, a specification is given of the phylogenetic relationships between pigs and other animals, in relation to their propensity wallow.

9.1.3.1 *Natural history of the pig*

Life has started in an 'earth – soup' or 'mud pool' (Wills and Bada, 2000). Landdwelling vertebrates like pigs evolved from fish by moving out of the water. Every year amphibians like frogs move back to pools for breeding.

Reptiles like crocodiles and Giant tortoises will readily use mud wallows (Hornaday, 1875; Hatt, 2008).

Mammals evolved from fish and still develop in a uterus filled with fluids in darkness (a small 'pool').

Pigs are artiodactyla (even-hoofed ungulates). The family of hippopotamuses has been classified with pigs in the suborder of Suiformes (pig-like animals) (Eltringham (2003).

Wallowing is done especially by the larger animals including elephants, rhino's (Hubback, 1939), elephant seals (Hallo and Williams 1981), bison and water buffalo. This is probably related to the fact that larger bodies have relatively reduced possibilities to loose heat (due to a relatively low surface to body mass ratio).

Note: The pig is also a fairly large animal.

Pigs are barrel-shaped, they produce heat from metabolism (growth), and they have a considerable fat layer. Hence, they need cooling.

"The wild boar (*Sus scrofa*) is a medium-sized ungulate" (Fernández-Llario, 2005), which appears to have evolved from a larger ancestor (Bennett, 1970) that was semi-aquatic (Eltringham, 2003).

"The wild boar and the tame pig ... are assigned an ancestry stretching back 30 or 40 million years. Fossil bones from Eurasia reveal this; the animal is now called Entelodont or Giant Pig. It stood about five feet high at the shoulder and measured eight feet from tip of nose to root of tail. The modern wild boar is smaller, unlike the modern horse whose ancestor the eohippus was far smaller than his descendant. But some mature domesticated pigs may be almost as big as the ancient Entelodont." (Bennett, 1970).

"The classical assumption is that hippos (Hippopotamidae) are related to pigs (Suidae) and peccaries (Tayassuidae), with the three families constituting the suborder Suiformes within the order Artiodactyla. ... One superfamily, Anthracotheroidea, includes fossils that have been suggested as possible ancestors as they show some resemblance to hippos in their dentition. The anthracotherids resembled large pigs and were probably semi-aquatic. [They lived] about 25 million years ago. ... DNA analysis and gene sequencing suggest that the closest relatives to the hippo are whales (Cetacea). It is now generally accepted that whales evolved from ungulate stock." Eltringham (2003).]

"Cetaceans are related to the hoofed mammals, or ungulates, and their ancestry is linked more or less closely to that of cows, horses, and hippopotamuses. Current thinking is that they are highly derived artiodactyls, with a particularly close evolutionary relationship to the hippos. The fossil record of cetacean ancestry dates back more than 50 million years to the early Eocene epoch. Most paleontologists agree that cetaceans arose from the Mesonychidae, an extinct family of primitive terrestrial mammals that inhabited North America, Europe, and Asia. Mesonychids can generally be described as cursorial (adapted for running) carrion feeders with large heads, powerful jaws, and five-toed feet with hoof-like claws. The transition from a wholly terrestrial to an amphibious existence is believed to have taken place initially in the Tethys Sea, a large, shallow, near-tropical seaway" (Reeves, 2003).

Note: Ancestors of whales resembled pigs in being carrion feeding ungulates.

9.1.3.2 *Wallowing in related mammals*

This section includes citations on wallowing in 'cetartiodactyla', a now disputed superorder consisting of cetaceans (whales) and artiodactyla (even-hoofed ungulates, to which the pig belongs). It also includes some specific examples of wallowing in perissodactyla (odd-toed ungulates).

"Wallowing in either mud or dust is a common activity among mammals. The activity is associated with grooming, heat reduction, and an attempt to achieve relief from insects and parasites (Sowls 1984; Owen-Smith 1988). It has also been reported from oceanic environments, where beluga whales use

gravel beds in shallow lagoons to rub off loose epidermis (Frost, Lowry, and Carroll 1993). In doing so, belugas geomorphically mix and stir the bottom gravels and create muddy plumes in the water. ... Wallowing is especially notable among pigs and piglike animals (Sowls 1984), as well as among large megaherbivores with relatively hairless skin, including elephants, rhinos, hippos, African buffalo, water buffalo, and warthogs (Owen-Smith 1988). ... The American bison, or buffalo (*Bison bison*), created extensive wallows across the North American prairie, wallowing in both mud and especially dust (Roe 1970). Large, hairy ungulates such as elk, deer, moose, and the American bison also wallow during the rutting season, and ... reasons for this wallowing are behaviorally quite different [from] wallowing associated with grooming." (Butler, 1995).

"Wallowing occurs among several bovids and cervids. Some species, like bison (*Bison bison*) (Lott 1971) and the moose (*Alces alces*) (Geist 1963), urinate on the ground and then briefly roll in it. Others such as the hog deer (*Axis porcinus*) (Schaller 1967) urinate on a spot before bedding." (Coblentz, 1976).

Male sika deer wallow during the rut, preferably in moist wallows, 'soiled' with urine, probably for the purpose of self-marking. "Mixing urine with soil or mud may be common in cervids in temperate regions because mud is suitable to strengthen and preserve the odour for a long period." (Miura, 1985).

"The pastoral grazing of farmed red deer (*Cervus elaphus*) is common in New Zealand. However, red deer have a natural instinct to seek out water and wallow in it. In headwater catchments, red deer frequently create a wallow in a wet area connected to a waterway causing substantial contamination via excretal returns and erosion. It is not sufficient to fence off wallows as deer will make new ones nearby. ... Deer, and especially red deer (*Cervus elaphus*), have a natural instinct to seek out water. There are a number of possible reasons, including: water intake, thermo-regulation, hair and tick removal, and play (Barrell & Topp 1989; McDowell 2007)." (McDowell, 2009).

Note: wallowing in red deer does not only appear to be strongly motivated, but also share main biological functions with wallowing in pigs (but for different, sexual function see Fernández-Llario, 2005).

"North American ungulates such as the moose (*Alces alces*) and the American elk, or wapiti (*Cervus Canadensis*), use their forehooves and antlers to excavate large wallow pits during the autumn rutting season. Van Wormer (1972) reported that male moose produce new wallows each season, and described a typical wallow as about 1.2 m long, 60-90 cm wide, and 5-7 cm deep. Such a wallow would require ~0.04-0.08 m³ of sediment excavation. Murie (1951) described similar wallows of slightly smaller size used by American elk." (Butler, 1995).

"Tamaraws [Mindoro buffalo, *Bubalus mindorensis*] wallow in mud like water buffalows (Lydekker, 1898; Steere, 1889), and mud wallows are often present within tamaraw habitat (Talbot and Talbot, 1966)." (Custodio et al., 1996).

"Tapirs are solitary forest-dwellers. ... For relaxation they will wallow in the mud, and splash in water. They are reported to be capable of staying submerged for several minutes at a time, and the Asian tapir may walk along river bottoms like a hippopotamus. They also tend to defecate in the water. ... Tapirs travel with the proboscis [snout] close to the ground, sniffing their way along. They also mark habitual daily routes with urine. If disturbed, tapirs may grunt like a pig ... (p. 242.)" (Prothero and Schoch, 2002).

Note: Tapirs belong to the Perissodactyla (odd-toed hoofed mammals), like the horses and rhino's.

"All rhinos are very fond of wallowing, something that is essential for their very existence. Their hides are extremely thick but their epidermis is thin and sensitive and the flies that follow them no doubt irritate them and make the habit of wallowing a very natural one. Normally the rhinoceros wallows once or twice in the twenty-four hours, more often in hot, dry weather. It is also fond of walking and swimming in the rivers. I have never seen any evidence of their lying down in the rivers although they invariably lie down in their wallows. Their wallows are generally situated under a bank, but sometimes in a swamp. Wallows under banks are made in such positions, I believe, because the rhinoceros likes to dig into the bank with his horn. This is done, no doubt, to make the mud in the wallow the right consistency, because after heavy rain the mud in the wallow would be very thin and would probably

not stick properly to his hide; so he thickens it up a little by breaking down the bank with his horn or with his forefeet. The banks become hollowed out" (Hubback, 1939).

9.2 Why do pigs wallow?

9.2.1 Overview of hypotheses

"[Former practices included] allowing the hogs to wallow in mud, which kept them cool, destroyed mites, and protected them from sunburn" (Mayda, 2004).

"[I]n order to help clean their hair and skin, get rid of external parasites, and regulate their body temperature, pigs take a mud bath or wallow." (Gegner, 2001).

"Several works have studied ...bedding places and wallowing [in wild boar] (Belden and Pelton 1976; Dardaillon 1986; Fernández-Llario 1996). ... Wallowing is one of these signs about which there are few studies, and those that exist only point out three functions that it may fulfil (Dardaillon 1986; Fernández-Llario 1996), i.e., reduction in the number of ectoparasites, thermoregulation and disinfection of wounds [resulting from fights to reach females]." (Fernández-Llario, 2005).

Note: These authors then presented evidence indicating that sexual behaviour (but not wound disinfection) is a most likely explanation in virtue of an association with the rutting season during cold weather.

9.2.2 Reasons for wallowing in pigs and related mammals

"[W]allowing by the domestic pig (*Sus scrofa*) and great Indian rhinoceros (*Rhinoceros unicornis*) is a thermoregulatory behavior (Pal and Bhattacharyya, 1986; Vestergaard and Bjerg, 1996). Wallowing by wapiti (*Cervus elaphus*) and male European bison (*Bison bonasus*) during the rut is a male-male conflict social behavior (Struhsaker, 1967; Geist, 1982; Cabon-Raczynska et al., 1987). Wallowing by male European bison at other times of the year and by females is a grooming behavior (Cabon-Raczynska et al., 1987) and wallowing by the tamaraw (*Bubalus mindorensis*) may be for relief from biting insects (Momongan and Walde, 1988)." (McMillan et al., 2000).

"Possible explanations suggested for wallowing behavior [in American bison] include grooming behavior associated with moulting, male-male interaction (typically rutting behavior), social behavior for group cohesion, play behavior, relief from skin irritation due to biting insects, reduction of ectoparasite load (ticks and lice), and thermoregulation.[7, Brock 2000]" (<http://en.wikipedia.org/wiki/Bison>, assessed 03-05-2010).

"Explanations for wallowing behavior [in American bison] are:

- (1) a nonsocial behavior that provides relief from skin irritation during shedding,
- (2) a nonsocial behavior that provides relief from skin irritation caused by biting insects,
- (3) a nonsocial behavior for defense from ectoparasites (ticks and lice),
- (4) a social behavior associated with group cohesion,
- (5) a social behavior associated with male conflict and the rut,
- (6) a play behavior and/or
- (7) a thermoregulatory behaviour

" (McMillan et al., 2000).

"Wallowing in American bison appeared to be associated most clearly with relief from biting insects as indicated by circannual and circadian patterns of frequency of wallowing. Observed behaviours, however, were also consistent with other possible explanations including grooming (associated with shedding and/or reduction of ectoparasites), social interactions (male-male interaction; group cohesion), play and thermoregulation" (McMillan et al., 2000).

Coverage with mud due to wallowing was effective to protect water buffalo from mosquito bites:

"[W]e noted that a switch [made by chief malaria vectors in Pakistan] from primary buffalo feeding to feeding on humans occurred at the time of year when plentiful surface mud made it possible for buffaloes to wallow in mud holes and cover their hides, including the preferred mosquito biting sites (underbelly, teats, ankles), with a thick layer of dry, caked mud" (Nalin, 1996).

Note: Presumably, if mud wallowing works to protect buffalo from mosquito bites, it will probably also work in pigs.

“There is no consensus about the function of scent-rubbing, a widespread behaviour in which mammals rub their bodies vigorously in substances, many strongsmelling and some artificial, such as rotting meat, intestinal contents and engine oil. Here we suggest that scent-rubbing is involved in status advertisement Scent-rubbing is a poorly understood behaviour in which mammals rub their bodies in a bizarre array of substances, many of which have strong odours. In the best known cases, amongst the carnivores, individuals typically collapse their forelegs then push forward with their hind legs, rubbing their face, neck and back onto the odour source (Kleimann 1966; Rieger 1979). The substances that elicit scent-rubbing include meat (fresh or decaying), vomit, intestinal contents, cheese, engine oil, perfume, insecticide and the faeces of other species (e.g., Heimbürger 1959; Ewer & Wemmer 1974; Ryon et al. 1986). As a result, the pelage of the subject becomes impregnated with the odour of these substances. ... Essentially the same process occurs in wallowing by ungulates since the odour of wet soil and decaying organic matter is transferred to the animal's body. ... In these cases scent-rubbing is usually combined with scent-marking using the secretions of specialised glands or the animal's own faeces and urine, and also with putting these substances onto their own bodies (self-anointing). ... Scent-rubbing has attracted a variety of functional interpretation but no consensus has emerged. Explanations include comfort behaviour, scent camouflage, familiarising the subject with novel odours and increasing social attractiveness (Rieger 1979; Ryon et al. 1986). ... In addition the frequent link with scent-marking behaviour suggests a role in intrasexual competition. ... Here we suggest that scent-rubbing may be understood by extrapolation from the idea that animals assess the status of competitors by comparing their odour with that of scentmarks in the surrounding area, the so-called 'scent-matching' hypothesis (Gosling 1982). ... [P]rimates [may] urinate onto their hands before wiping urine onto their own fur (Coblentz 1976; Oppenheimer 1977; Gosling 1982, and others). ... a resource holder could advertise its status not only by anointing itself with the odour of its own scent marks, but also by anointing itself with odours of environmental origin (as in scent-rubbing) ... The most important attribute of the odour of a scent-mark is that it should be unambiguously similar to the matching odour of the resource holder and unambiguously different to the odour of other individuals. ... New World monkeys mix the secretions of the sternal gland with urine or saliva (Oppenheimer 1977). ... An apparent paradox is that while local variants undoubtedly occur in the sap of particular tree species, or in the mud used by ungulates for wallowing, these are unlikely to be restricted to the area occupied by one resource holder. ... Resource holders could also try to achieve unambiguous matching by selecting rare odours for scent-rubbing. Many observations support this interpretation. ... In the cases of wallowing, the marking substances appear to be added to the mud in the wallow before the mixture is smeared onto the body.” (Gosling and McKay, 1990).

Pigs wallow to cool themselves during periods of high ambient temperatures. Other reasons for an elevated need to cool through wallowing include increased activity (e.g. being in heat, Sambras, 1981; during predator avoidance or when being hunted (e.g. Graves, 1984.), play and foraging activity), feed intake (Sambras, 1981) and illness (inflammation and fever, Sambras, 1981).

9.2.3 *Thermoregulation*

“It is well known that pigs do not seem to suffer greatly from being exposed to rain or sunshine, although they often get their skin burnt when exposed to sunshine for a long time in summer. They then need a shelter when kept outdoors. ... Mount (1968) defined thermoneutrality as that limited range of ambient temperature over which the physiological functions are maintained with the minimum metabolic rate, and hence with the minimum of energy utilization. ... Pregnant sows cannulated in order to get repeated measures of serum cortisol, had higher levels at environmental temperatures of 2 or 32°C than at 18°C (Bate and Hacker 1985). As the pig increases in size, its critical temperature decreases. Although it is difficult to generalise the thermoneutral temperature for each stage of production, it is likely to be around 34°C for newborns (which have little subcutaneous fat), 25-30°C for 4-6 kg piglets, 25°C for piglets aged 8 to 14 weeks, and 20°C for growers (Mount 1960, 1968, Baldwin and Lipton 1973, Baldwin 1979, Morrison et al. 1987). ... Air temperatures above thermoneutrality induce an increase of energy utilization to dissipate the excess heat. As the upper critical temperature is reached, the body is unable to dissipate heat fast enough to prevent body temperature increase. The behaviour response to this situation is to reduce activity, to modify lying behaviour and to seek to reduce body temperature by wallowing. As a result, the lying area within the pen is made much dirtier, especially on a solid concrete floor (McKinnon et al. 1989). Moreover, pigs maintained at high

temperature have a decreased feed consumption and delayed return to estrous (Armstrong et al. 1984, Britt et al. 1985, Biensen et al. 1996).” (SVC, 1997).

“The domestic pig, in contrast to most domesticated species, has very sparse thermal protection offered by hair (Craig 1981). Most insulation is given by the thick subcutaneous layer of fat. The sparse hair cover allows ready evaporation from the skin but, as swine do not sweat when exposed to heat, body cooling is based on skin wetting or wallowing.” (SVC, 1997).

“Pigs with limited experience of exposure to direct solar radiation are evidently highly prone to heat stroke when suddenly exposed to warm sunshine. ... In spite of its physical inadequacies the pig does possess efficient heat regulating systems, but these, apart from respiratory responses, operate through cooling behaviour such as wallowing, moisture and shade seeking. After the pig has left the wallow this coating [of mud on its lateral and ventral surfaces and limbs] remains adherent and becomes dried out to form, over much of the pig's body, a protective insulation against the sun's rays. By absorbing heat from the pig, this superficial layer of caked mud can also assist in relieving hyperthermia. These factors permit pigs such as breeding sows to graze and forage actively in an environment which otherwise could not be economically utilised for extensive pig keeping. Wallowing in water is highly effective in alleviating hyperthermia and so permits excellent weight gains to be achieved in pig production in hot climates” (Fraser, 1970b).

“[F]or both ... [shaded and unshaded wallows provided to lactating sows in Western Texas summer], the deep mud profiles remained fairly consistent over the 24-h period, at 24°C. At the hottest times of the day (1300 to 1800 h) [up to 40C], the deep mud in both treatments was approximately 16°C cooler than the ambient temperature.” (Johnson et al., 2008).

“The pig is more adapted to live in humid conditions than in a dry atmosphere. In fact a dry environment can be a cause of irritability (Smith and Penny 1981) and humid or frequently wet skin is fundamental for thermoregulation. When relative humidity is very high, the pigs become more dependent on ... [heat] loss from skin, even though the respiration rate increases. This leads to the necessity to wallow or to lie on a wetted floor (Close 1981).” (SVC, 1997).

“Since pigs - wild and domestic alike - have very limited sweating and panting abilities, they rely on wallowing for cooling in hot weather (Baldwin and Ingram 1967).” (SVC, 1997).

“Pigs have a relatively high insulation value (47 cal/hr.C; Irving 1956; McNab, 1970)” (Zervanos and Hardley, 1973).

“Air between sparse coarse hairs in domestic swine is stirred by low wind velocity (e.g. 50 cm/sec) right down to the skin surface (Tregear, 1965)” (Zervanos and Hardley, 1973).

“The ability of the apocrine-like glands in the pig's skin to respond to thermal stimulation has been tested using the sweat capsule and the starch iodine techniques. No evidence of thermal sweating was obtained. The glands responded to adrenaline, noradrenaline, histamine and 5-hydroxy-tryptamine as well as to electrical stimulation of the sympathetic chain, although the response was very variable. No response was obtained with acetylcholine. Histological investigation revealed that the opening of the duct to the glands was always partly blocked by a plug of keratin, but this plug was still present after the glands had been made to discharge in response to adrenaline. Acclimatization to 15¼C and 35¼C. had no effect on the rate of cutaneous water loss in a hot environment, but the response to adrenaline was more marked in the pigs which had been kept at the lower temperature.” (Ingram, 1967).

“For dealing with excessive heat, pigs have developed several systems. Via the skin, they can lose heat by radiation, by evaporation of water from wallowing and by direct contact with cool surfaces, e.g. moist soil. Another, and, in principle, very effective cooling system, is located in the pharynx, where water from the blood stream is evaporated (Ingram and Legge, 1970b, 1972). ... In summer and in the southern part of Europe, pigs have a real problem getting rid of excess heat, even if we allow them to bathe or to wallow. Bigger breeds have more problems with getting rid of heat. ... In many countries and especially in the United Kingdom, pigs were selected for short snouts. ... By selecting towards a breed with a short snout we consequently selected for pigs with a reduced pharynx, and thus with a

reduced radiator for heat exchange by evaporating water on the surface of the pharynx (Dutch Society for the Protection of Animals, 1996). The research of Ingram and Legge (1970b, 1972) taught us that the difference in temperature between the A carotis and the V jugularis can be as much as 3 °C. Since these are the efferent and the afferent blood vessels of the snout and throat area this research allows an insight into the cooling system of pigs. If the snout, containing the pharynx, is reduced by factor 2, the mucous membranes covering its inner surface are reduced by factor 4. Consequently, organic farming should turn to breeds with genuine, big snouts.” (Van Putten, 2000).

“Ingram and Mount (1973) showed that feed intake will elevate body temperature in pigs.” [Free translated and summarised from German] (Sambraus, 1981). [And Sambraus (1981) observed more wallowing after feeding].

“In domestic pigs, the lack of a significant amount of sweat glands and the poor capacity to bear heat when temperatures rise above 12°C have been observed (Monteiro-Riviere 2001). In these cases, wallowing is necessary.” (Fernández-Llario, 2005).

→ Wallows may be necessary as of 12C

“Olsen (2000) showed that oral behaviour towards wallow water was positively correlated with temperature.” (Olsen et al. 2001).

Rachuonyo (2001) observed outdoor gestating sows spending about 17-18% of the day being active, spending 10% rooting, 1-2% rooting, and 81-82% laying down, during winter days in Texas (average -5 to 5 °C). Compared to colder days (-5 °C) wallowing increased from 0.3 to 2.4% and rooting decreased from 12.1 to 8.3 % on warmer days (+5 °C).

“[M]ud is more effective than clean water in temperature control because pure water evaporates fast. Mud retains moisture longer and the evaporation process continues for a longer time” (Gegner, 2001).

“[D]uration of the cooling effect of mud exceed[s] that of water (Kilgour and Dalton, 1984)” (Dellmeier and Friend, 1991).

“Wallowing and rooting in the cool earth are the two primary methods used by pigs to cool themselves. ... When mud evaporates from the skin of the pig, it loses 800 g/h/m² (Curtis, 1983). Compared with 200 g/h/m² that cattle evaporate from their sweat, pigs are much more effective at losing heat during warm weather by behavioral thermoregulation than they would be by sweating – and they conserve body fluids and salts. ” (McGlone, 1999).

“Pigs have a marked inclination to wallow in mud or water on exposure to heat (Ingram, 1965). In that classic study, Ingram (1965) also showed that water in mud on the skin of a pig took 2 h to evaporate; during this period, the evaporation rate was 700–800 g/m²/h. By contrast, skin wetted solely with water had dried after only 15 min.” (Huynh et al., 2007).

Note: For further information on consequences of inadequate thermoregulation see also the section on heat stress below.

Wallowing in mud serves a thermoregulatory function in pigs. Physiological adaptations are in line with this function (no functional sweat glands, fat insulation; sparse hair coat, limited panting abilities; skin is prone to sun burn).

Pigs do not only wallow to cool themselves during periods of high ambient temperatures. They may also need to cool themselves due to elevated activity (e.g. being in heat, Sambraus, 1981; during predator avoidance or when being hunted (e.g. Graves, 1984.), play, exploration and foraging activity), feed intake (Sambraus, 1981) and illness (inflammation and fever, Sambraus, 1981).

9.2.4 Sun burn

“Wallowing ... provides protection from sunburn, which usually first affects the skin behind ears and udders [Thornton, 1990]” (Gegner, 2001).

“A pig through wallowing in mud quickly acquires a thick coating of mud over its lateral and ventral surfaces and its limbs. After the pig has left the wallow this coating remains adherent and becomes

dried out to form, over much of the pig's body, a protective insulation against the sun's rays." (Fraser, 1970b).

9.2.5 *Grooming, body care, removal of ectoparasites, biting insects*

"Pigs need to keep the body surface free of harmful substances or organisms. Hence, they may scratch themselves and may dislodge unwanted particles by wallowing in water or mud." (EFSA, 2007a).

"[W]allowing is not only performed on hot days but also on cooler days, suggesting that wallowing also plays a role in skin and hair care (van Putten, 1978)." (Olsen et al. 2001).

"Pigs are the only farm animals that are unable to reach their entire body for licking and grooming [Van Putten, 2000]." (Gegner, 2001).

"Rubbing and scratching against scratch posts like trees or the walls of a pen is used for skin care because pigs cannot reach large parts of their body surface themselves (Anonymous, 2001). A high frequency of scratching and rubbing behaviour can be observed in pigs with skin infections like sarcoptic mange (e.g., Loewenstein et al., 2006)." (EFSA, 2007b).

"Generally, wild boars maintain a high rate of parasitisation by ticks, mainly in warm climate areas, and some ticks species have a strong affinity to wild boars (Moreno Castillo 2000). Mud wallowing can form a layer on their skin, thereby helping them diminish the number of ectoparasites. Rubbing trees next to wallows would have the function of eliminating ticks already present on their bodies (Sardin and Cargnelutti 1987; Manning et al. 1998; Mooring et al. 2000; see Neiffer et al. 2001 for the wallowing function in other ungulates)." (Fernández-Llario, 2005).

"The most frequent wild boar parasites found in the study area, *Dermacentor marginatus* and *Hyalomma lusitanicum*, maintain a parasitisation level of five ticks per wild boar with no appreciable difference between males and females. A higher parasite density is found behind the ears, and in the genital and inguinal zones (García Cuadrado and Moreno Hernández 1993; Moreno Castillo 2000), all areas that are difficult for wild boars to access. Perhaps in summer, when peak parasitism is reached (Habela et al. 1993; Travassos 1999), wallowing has a preventive function, that of equipping the wild boar with a protective coating that partially prevents or diminishes the action of parasites." (Fernández-Llario, 2005).

Note: This author observed hunted in an autumn-winter period in Spain when parasite numbers were low. He found no clear relationship between (mud traces of) wallowing and parasitisation levels (Fernández-Llario, 2005).

9.2.6 *Disinfection of wounds and other health-related reasons for wallowing*

"Traditionally, wallowing [in wild boar] is an activity that has fundamentally been related to several processes such as thermoregulation, reduction in the number of ectoparasites or disinfection of wounds in the skin of males resulting from fights to reach females." (Fernández-Llario, 2005).

"[Another] function [of wallowing] is the disinfection of wounds. In the mating system of wild boars, violent fights are described among adult males (Barrete 1986; Rushen and Pajor 1987), which can wound flanks with their great canine teeth. In order to avoid this, male skin has sebaceous glands, which produce a bactericidal substance that acts on the frequent skin infections, mainly *Staphylococcus* sp. (Stinson and Patterson 1972). The bactericidal properties of mud could also help male wild boar when they suffer a risk of skin wounds." (Fernández-Llario, 2005).

"Old textbooks refer to the value of wallows for pig health (Schmidt, 1963)." [Free translated and summarised from German] (Sambraus, 1981).

"Sows with illness ... often wallow." (Sambraus, 1981).

9.2.7 Sexual behaviour and scent-marking

“Sows ... in heat often wallow. Sows in heat generally only for short periods of time.” (Sambraus, 1981).

“I analysed ... [a] possible function of wallowing in free-ranging wild boar populations when temperatures are low and parasitic numbers are not significant. The results indicate that during the sampling time, from October to February, the number of wild boars with a mud layer on their skin was 47, out of a total of 558 wild boar analysed. Of these 47 wild boars, 44 were males and within this group, 40 individuals were adult males. The wallowed males were bigger and older than non-wallowed males hunted at the same time. In addition, I found that males wallowed mainly during autumn (90.9% of all cases). ... I did not notice individuals with wounds resulting from fights other than from the hunting day. On the other hand, the analysis of the females' reproductive systems indicated that the rut period took place during the last days of October and the first days of November. From these results, the coincidence of the rut period with the maximum of wallowing in adult males could be indicative of a sexual function of this activity.” (Fernández-Llario, 2005).

“[T]he wallowing behaviour in adult males in October and November and the appearance of the rut period in females at that time support the view that wallowing is an important element in wild boar reproduction. ... The results of this study are similar to those obtained in studies of different ungulate species (Clutton-Brock and Albon 1989; Mooring et al. 2000; Li et al. 2001). ... it does not seem that wallowing [in this study of Wild Boar in Spanish autumn and winter months], at present, is related to the other three functions mentioned earlier: thermoregulation, reduction in parasitic numbers and disinfection of wounds.” (Fernández-Llario, 2005).

“Scent may indicate dominance and may synchronize the estrous period of females (as does the smell of rams in sheep (*Ovis aries*) (Watson and Radford 1960) ... and the urine scent may be attractive to females (in estrous)...Watson and Radford (1960) showed that, in sheep, the ewes tend to come into estrous prior to the seventeenth day after introduction of the ram if they were allowed some degree of association with the ram before actual introduction. Similar effects of hastening and synchronizing the onset of estrous have also been reported for pigs (*Sus scrofa*) (Polikarpova 1945) ... The more synchronous the estrous of all females in a population, the greater will be the percentage of females that are bred by the best males ... this [i.e. hastening the onset of estrous due to scent-urination] is the original function of the behaviour, with male-male functions being a secondary or perhaps incidental effect.” (Coblentz, 1976).

“Several [feral] pigs were observed to display wallowing and rubbing responses to foods such as molasses and liver.” (Kikuta and Stone, 1986).

Note: This behaviour resembles scent-marking, which has been related to status advertisement (Gosling and McKay, 1990). As such, wallowing of pigs in excreta may be a normal behaviour, both when outdoor mud or water wallows are being soiled and when indoor-housed pigs without wallowing facilities are observed to ‘wallow’ in their own dunging area (‘pen soiling’).

9.2.8 Pleasure

This section concerns a final reason why pigs may wallow. It lists citations from the general public and from scientists concerning the possibility that wallowing may be positively rewarding for pigs.

“The title of this paper [Happy pigs are dirty!] summarises the reaction of an interviewee when commenting on pictures of what is generally regarded as animal-friendly pig production. In the lay perspective, living a natural life is an important part of animal welfare – a part that supplements, and therefore needs to be combined with, the absence of suffering and frustration that are central components of the expert approach.” (Lassen et al., 2006).

“It was widely felt that modern production technology has deprived the pigs of their ability to follow natural instincts and thus eroded their integrity. Concern was, for example, expressed about limited or absent access to mud bathing and rummaging about in the dirt – both being activities that were seen as basic and necessary activities for pigs.” (Lassen et al., 2006).

“If swine are being maintained for non-agricultural purposes, consideration should be given to the wallow’s accessibility to observers, as active wallowing is a behavior that observers enjoy watching and photographing.” (Dellmeier and Friend, 1991).

“Old textbooks... stated that well-being is considerably increased due to wallowing (Dettweiler and Müller, 1924). Supporting evidence is lacking.” [Free translated and summarised from German] (Sambraus, 1981).

“Wallowing is an essential need even in modern pig husbandry. ... Reduced well-being is not objectively measurable, but may be induced based on analogy. Without wallowing sow well-being is at least temporarily reduced.” [Free translated and summarised from German] ” (Sambraus, 1981).

“[Wallowing] has an obviously relaxing effect on the animals involved.” (Van Putten, 2000).

9.3 Ideal mud pool and ‘status quo’

In order to be able assess the welfare importance of full-blown wallowing in pigs (next section), the best and worst possible levels of the attribute will be characterised in this section.

9.3.1 Recommendations on wallowing in the literature

Several authors provided specific recommendations with respect to wallowing pools.

- “Wallows should not be thick mud – they should be fluid” (McGlone, 1999).
- “Make it large enough for twice the intended numbers of sows” (McGlone, 1999).
- “Fresh water should be available in the wallow” (McGlone, 1999).
- “During very hot times, the wallow should be shaded” (McGlone, 1999)

“...Table. Heat stress control measures for outdoor sows using shade and wallows. Sows should always have free access to water and shade.

Air Temperature	Dry Climate	Humid Climate
Marginal: less than 70°F ([21.1]°C)	no action needed	access to wallow required
Warm: 71-80°F ([21.7-26.7]°C)	access to wallow required	access to wallow required
Hot: 81-95°F ([27.2-35]°C)	access to wallow required	shaded wallow
Very hot: 96-115°F ([35.6-46.1]°C)	shaded wallow	shaded wallow

^a If the air temperature is in the given range for at least 4 hours per day, then the listed heat stress control measures should be implemented.

” (McGlone, 1999).

- Recommended temperatures for wallowing in sows in a dry climate are: >21.5C to provide a wallow; >35.5C to provide a shaded wallow; in a humid climate: <21.1 and <26.7C provide a wallow; >27.2C to provide a shaded wallow (McGlone, 1999).

Heitman et al. (1962) suggested that it is important to provide relief, such as wallows and shades, for grazing pigs [sows] in temperatures over 70 °F (21.1 °C).

- Wallows should be provided at temperatures over 21.1C (Heitman et al. 1962).

“In the book Outdoor Pig Production, Keith Thornton suggests making a wallow bath out of galvanized steel sheeting, with an attached covered service box controlling the water supply. The specially constructed wallow would measure about 4½ x 6½ ft., and be about 10 inches [25cm] deep [Thornton, 1990]” (Gegner, 2001).

Note: galvanised steel may enhance hygiene, but also increase slipperiness (and that would not be ideal).

9.3.2 Overview of criteria for an ideal mud pool

The criteria for an ideal mud pool identified above (→) have been organised in subsections below.

9.3.2.1 *Wallow location and size*

- Wallows are twice the size of the number of pigs; providing access also to the submissive animals (McGlone, 1999).
- Wallows accommodate both for communal wallowing and for individual wallowing (Stegeman, 1938).
- Wallows allow all sows easy access, e.g. by a central location (Dellmeier and Friend, 1991).
- Wallows have sufficient border space where the mud and water was not higher than the elbow joint (as this appeared to be preferred by the animals) (Sambraus, 1981).
- Wallows have more shallow and deeper areas (to accommodate different wallowing needs at different temperatures)
- Pigs can keep ear-openings easily above the water/mud surface (Sambraus, 1981).
- 8-10 inches (20-25cm) of water (Day, 1915)
- Located in low-lying, wet areas (Dickson et al., 2001)

9.3.2.2 *Wallowing substrate: mud and water*

- "Wallow management is critical to the success of an outdoor unit. Wallows must contain water and mud, not just thick mud" (McGlone, 1999).
- (Wet) mud is preferred (over water) for cooling (Jensen, 2002).
- Mud appearance should not look like a thick goo; look like a pond (McGlone, 1999).
- "Wallows should not be thick mud – they should be fluid" (McGlone, 1999).
- Moist soil
- Wallows are depressions in mud, also filled with water (Campbell and Long, 2009).
- Wallows are created by loafing, rolling, and rooting (Stevens, 1996)
- The wallow will leave a heavy coat of mud when it is really warm (McGlone, 1999).

9.3.2.3 *Temperature*

- Wallows are shaded (Stegeman, 1938; Dellmeier and Friend, 1991).
- "During very hot times, the wallow should be shaded" (McGlone, 1999)
- Shade is available (over/near) the wallow (also other wallows are available without shade for use at lower temperatures, e.g. in spring)
- Recommended temperatures for wallowing in sows in a dry climate are: >21.5C to provide a wallow; >35.5C to provide a shaded wallow; in a humid climate: <21.1 and <26.7C provide a wallow; >27.2C to provide a shaded wallow (McGlone, 1999).
- Wallows are available at all temperatures, especially above 18C (Stolba and Wood-Gush, 1989)
- Wallows are available at all temperatures, certainly as of 15C (Olsen et al., 2001).
- Wallows should be provided at temperatures over 21.1C (Heitman et al. 1962).
- Wallows should be provided above 20C (Jensen, 2002).
- Slaughter pigs (>90kg) may benefit from a wallow as of 17C (Dellmeier and Friend, 1991).
- Below 12C pregnant sows do not appear to need a wallow (Sambraus, 1981).
- Wallow is also available at colder temperature ranges and during rain (Frädriich, 1967).
- At low temperatures especially when heat-producing activities are performed (Stegeman, 1938; Graves, 1984)
- The wallow is cool (McGlone, 1999).
- Inflow of fresh water will prevent water lines from getting too hot (McGlone, 1999).
- Wallows are available at all temperature ranges, especially when (highly) active (Stegeman, 1938)
- The wallow is also provided for sows in heat and for pigs that suffer from illness (Sambraus, 1981).

9.3.2.4 *Behaviours related to wallowing*

- Wallows allow posture changes (so e.g. provide sufficient grip; Olsen et al., 2001)
- Wallows are accessible more than twice per day (Stevens, 1996)
- The wallow is available all day, in any case also after feeding (Sambraus, 1981).
- Be able to dig and root in mud before entering the pool (Jensen, 2002).
- The 'perfect' wallow accommodates different behavioural requirements depending on the ambient temperature (standing in cool water when it is slightly warm, sitting; rolling (so the pool must provide sufficient grip); the pigs can immerse themselves when it gets warmer) (McGlone, 1999).

9.3.2.5 *Body care*

- Rubbing posts are available near wallows and at other places in the enclosure (Stegeman, 1938).
- Provide opportunities for rubbing (anogenital rub; side rub; head rub)
- Can rub on tree or stone next to the pool (Jensen, 2002).
- Mud should be visible on scratch posts up to the height of the tallest animal in the group (Stegeman, 1938).
- Pitch pine less than 15 cm in diameter appear to be preferred (Stegeman, 1938; Graves, 1984).
- Preference for rubbing on creosote-treated posts (Stevens, 1996; Dickson et al., 2001).

9.3.2.6 *Hygiene*

- Pool hygiene (pool should not contain excreta which pigs can ingest; otherwise disinfection is important (Van Putten, 2000).
- Disinfection of the water (Day, 1915)
- Defecation and urination is allowed near the pool (i.e. it is done near and sometimes in the wallow; Olsen et al., 2001; Sambraus, 1981).
- Fresh water should be available in the wallow, e.g. by dripping fresh water over the wallow (McGlone, 1999).
- Provide a drinking facility in/near the wallow (Dellmeier and Friend, 1991)

9.3.3 *'Status quo'*

No citations were collected to describe the conditions contrasting with wallowing.

9.4 **How important is wallowing for pig welfare?**

9.4.1 *Opinions from scientists*

Some authors of older references suggest wallowing may be of importance:

“Wallowing is a normal characteristic of pig behaviour, and it has become generally appreciated that pig wallows are desirable (Jackson, 1938; Southwell, Wheeler & Duncan, 1940; Heitman, Hann, Bond & Kelly, 1962a) providing, of course, that they can be maintained hygienically (Anderson, 1957)” (Fraser, 1970a).

“Wallowing is an essential need even in modern pig husbandry. The motivation to wallow has not been lost during domestication. Wallowing is a remarkable way of thermoregulation.” [Free translated and summarised from German] (Sambraus, 1981).

More recent references either seem to question the importance of wallowing, or seem to imply that other ways of cooling are equivalent.

“According to the AHA Welfare Standards for Pigs, ‘For summer conditions, provisions must be made to protect pigs from heat stress. Wallows, shade, evaporative coolers, drippers, cooling mats, misters and fans are all acceptable ... Extra space may be required to allow pigs to lie apart in hot conditions...to maintain the pig’s temperature below upper critical levels [AHA, 2001].” (Gegner, 2001).

In the 1997 EU report on the welfare of intensively farmed pigs (SVC, 1997) the section on air temperature emphasized that thermal comfort is important (“Amongst the several environmental variables that can potentially affect the welfare of pigs, temperature is certainly the most important.”). However, the report mostly discussed why pigs need to be kept warm (especially for behavioural, veterinary and production reasons). Wallowing was mentioned in the report in relation to pen soiling and a recommendation was formulated to provide wallows to pigs kept outdoors.

The most negatively loaded opinion about wallowing was formulated by De Greef et al. (2003):

“Strikt genomen kun je zelfs stellen dat de omgeving zo moet zijn dat zoelen niet nodig is; zoelen is een teken dat er met de omgeving iets niet in de haak is.” [Strictly speaking one may state that the environment should be such that wallowing is not necessary; wallowing is a sign that something in the environment is not as it should.] (De Greef et al., 2003).

Note: For De Greef et al. (2003) wallowing behaviour should be avoided as it implies reduced welfare.

The present 'state of the art' in science appears to be that the importance of wallowing is not clear:

"Het is nog onduidelijk of het nemen van een modderbad, het zoelen, een onmisbaar onderdeel is van zelfverzorging." [It is still unclear that wallowing is an essential part of body care.] (Cornelissen et al., 2009; Leenstra et al., 2007).

In recently published futuristic designs of integrated sustainable pig farming systems mud pools were not mentioned (Van Eijk et al., 2010a, 2010b).

"One thermoregulatory behavior response is wallowing by swine under heat stress. To paraphrase Duncan (1981), Has a pig that's never seen a mudhole ever imagined one? Wanted one? Needed one? Felt deprived when it didn't have one?" (Curtis and Stricklin, 1991).

Note: While these questions are relevant for welfare assessment, the more important question is whether pigs with a proper mud pool are happier than without. Empirically, these questions may be answered by studying the ontogeny of (abnormal/vacuum) wallowing behaviour and showing that naïve pigs will immediately know what to do with it, when presented with a mud pool.

"Wallowing in mud compensates for the pig's absence of thermal sweating. Interestingly, it has been found that sows wallow only when environmental temperature exceeds some threshold (e.g., 12°C for sows in one experiment, Sambraus, 1981). Thus, from what we know now, swine wallow only to achieve thermal comfort, not because they need to wallow per se or enjoy wallowing as play. If the thermal environment were maintained below 12°C all the time, sows might never take advantage of a mud wallow even if it were provided." (Curtis and Stricklin, 1991).

Note: The suggestion that pigs don't enjoy wallowing per se (Curtis and Stricklin, 1991) is in contrast to the original paper by Sambraus (1981), who argued that wallowing is an essential need for pigs and may give pleasure to the pig. The fact that sows didn't wallow below 12C in the limited observation set reported by Sambraus (1981), cannot be used to exclude the possibility that pigs may enjoy the behaviour over and above its thermoregulatory function. Pigs (wild boar) have been observed to wallow at lower temperatures and when pigs would refuse to wallow below a certain temperature that does not imply that they 'wallow only for thermal comfort' (Curtis and Stricklin, 1991). Humans hardly swim or bathe at those temperatures, but nevertheless many people enjoy swimming or bathing at higher temperatures, even though they may not need it for thermoregulatory purposes. An experiment could be designed to show whether pigs, when given a choice to cool otherwise (e.g. by entering an air-conditioned pen) would voluntarily choose to take a mud bath. My personal expectation is that they will do so.

Furthermore, in modern intensive husbandry systems sows are kept at the environmental temperatures above 12C (Mosquera et al., 2010a). This may well imply that many sows are experiencing thermal (and body-care) discomfort (or at least a lack of true comfort) for prolonged periods of time.

"Wallowing, I believe, is an innate behavior for which the pig has very high motivation. We have some data that has not been published on wallowing over seasons. They wallow (in Texas) and root-wallow year-round, even when it is below freezing. They increase wallowing as it gets warmer of course." (John Mcglone, personal communication).

9.4.2 Pain and illness

No citations were collected about wallowing in relation to pain.

For information about potential illnesses related to wallowing see the section 'Hygiene' (under 'Fitness').

9.4.3 Survival: Heat stress

9.4.3.1 Behaviour

"Access to a wallow increases activity in general during hot daytime weather" (Dellmeier and Friend, 1991).

9.4.3.2 *Respiration*

“Indoor-housed sows (with drip cooling) have consistently higher respiratory rates than outdoor sows. The outdoor mud wallow is a much more effective cooling substrate than is the drip cooling (which is recognized as the most effective cooling method for zone cooling indoor sows; McGlone et al., 1988)” (McGlone, 1999).

“The reduction in the frequency of breathing of about 30 percent found in the present investigation is less spectacular [than previous studies, e.g. Heitman and Hughes, 1949], though consistent. ... Some animals were never seen in the wallow [which could contain only 2 sows at a time]” (Steinbach, 1970).

“[Since] increase[s] in [respiratory rate] ... cause extra heat production (Mount, 1979), apparently, pigs prefer to explore wallowing to cope with high temperature relatively more than [increasing respiratory rates, especially at high relative humidities].” (Huynh et al., 2007).

“Ingram (1965) showed that a wetted skin can evaporate water very effectively. The phenomenon of extra wallowing can also be read as being more comfortable for the animals compared to even more increased panting. In addition, wallowing seems to be an instinct behavior of [the] pig (Schein and Hafez, 1969).” (Huynh et al., 2007).

9.4.3.3 *Skin and body temperature*

“The effects of relative humidity and ambient temperature on evaporative heat loss were studied in 12 trials each with a group of 10 gilts with an initial BW of 61.7 kg (58.0–65.5 kg). The ambient temperature inside a respiration chamber was increased by 2C/day starting at 16 C and ending at 32 C. Relative humidity was set at 50%, 65% or 80% and remained constant within each trial. Skin temperature (SkinT), total heat production (HP), evaporative heat loss (EvapH), respiration rate (RR), and wallowing of the animals were recorded. SkinT was lowest at 80% relative humidity ($P < 0.05$). For each degree Celsius rise in SkinT, wallowing [in dung] increased by 0.19% ($P < 0.05$). For each degree Celsius rise in ambient temperature, total HP decreased by 115 kJ/pig/d and EvapH increased by 290 kJ/p/d ($P < 0.05$). It was concluded that under constant high ambient temperature and relative humidity, the pigs clearly employ respiratory evaporation to lose heat. Wallowing showed the importance of skin EvapH with higher temperatures, especially at high relative humidity. This study shows the importance of evaporative cooling from the skin. The implication is that pigs at high ambient temperatures, especially in combination with a high relative humidity, should be able to wet themselves. For animal welfare and environmental reasons, it is important that they are able to wet their skin.” (Huynh et al., 2007).

Note: In this study wallowing was defined as “rolling or rubbing the body in a mixture of feces and urine” (Huynh et al., 2007). These authors also show quantitatively how wallowing relates to respiration rate and skin evaporative heat. Especially at higher relative humidity (80%) wallowing in excreta starts long before respiratory rates go up, i.e. showed elevated levels already at 18C in growing/finishing pigs.

“The body temperature of pigs in pastures without wallows was reported by Bray and Singletary (1948) to be as high as 106F [41.1C] on hot days. At the same time pigs having access to wallows were found to have body temperatures between 102F [38.9C]. and 104F [40C]. It has also been reported by Jackson (1938) that hogs having access to wallows gained more rapidly and were more efficient than similar pigs without access to wallows.” (Tidwell and Fletcher 1951).

“Without a wallow the body temperature will rise to 40.0-40.6C on hot days (Bray and Singletary, 1948). Wallowing lowers body temperature to 38.9C. Below 20C obviously heat does not accumulate in the body. Above 20C sows have an increasing need to cool by wallowing.” [Free translated and summarised from German] (Sambraus, 1981).

9.4.3.4 *Production*

“Results are reported of an experiment involving 48 growing-finishing pigs in confinement under California summer conditions with an average diurnal temperature range of 58.5 to 94.4 F. [14.7-34.7C] and an average mean temperature of 75.0 F [23.9C]. The following treatments were compared to a control lot: [stainless steel] wallow in the sun, wallow in the shade, wallow combined with increased air motion, access to a small air-conditioned house, and confinement to a pen inside a large

hog barn. Over the 70-day experimental period all treated groups gained weight more rapidly (1.43 to 1.51 lb. per day [649- 685gr/d]) than the controls (1.30 lb. per day [590 gr/d]), but there were no significant differences between treatments. Food utilization appeared lowest in the control group and greatest in the group with access to the air-conditioned house.” (Heitman et al., 1959).

“Results obtained over 3 years in which comparisons were made of pigs' response in a naturally hot environment (mean daily temperature 91F [32.7C]) modified only by the use of either a shaded or unshaded wallow (all animals had access to other shade) indicated consistent and significant increases in average daily gain and daily feed consumption for pigs provided with the shaded wallow. Rectal temperatures and respiration rates were higher for pigs with the unshaded wallow. Wallow water temperature during the hottest part of the day (10 a.m. to 5 p.m.) averaged 10F [12.2C] lower in the shaded wallow. Comparatively little use was made of the unshaded wallow after the water temperature reached 95F [35C].”(Garrett et al., 1960).

Wallowing allows pigs to maintain productivity that would otherwise be lost, especially at times of acclimatization to high ambient temperatures (Fraser, 1970b).

“Access to a wallow ... significantly improves weight gains (Jackson, 1938; Bray and Singletary, 1948).” (Dellmeier and Friend, 1991).

“Even outwith the tropics (Anderson, 1957; Bray & Singletary, 1948; Jackson, 1938), wallowing minimises the need for acclimatization changes in pigs in high ambient temperatures (Taylor, 1969, Personal Communications). ... [S]uch changes essentially involve reduced productivity in the subject (Heitman, Kelly & Bond, 1958; Morrison, Heitman & Bond, 1969)” (Fraser, 1970b).

“Jackson (1938) was one of the first to submit data showing that at temperatures above 83 F. the use of a swine wallow increased appetite, rate of gain, and efficiency of feed utilization. Bray and Singletary (1948) showed that in hogs being fattened on pasture in Louisiana the use of a wallow increased daily gains nearly 0.40 lb. per pig during a 73-day period. ... The use of a wallow [in our studies] increased rate of gain in one of two experiments. ... The use of a wallow reduced the rise in respiration rate, but was not as effective as a spray, especially at temperatures above 83 F.” (Culver et al., 1960).

Note: in their experiment the authors used “a portable steel wallow 10 ft. X 5 ft. X 10 in. deep ... placed adjacent to, but not beneath the shade ... The wallow was drained frequently, and water added daily, but considerable difficulty was experienced in keeping it "satisfactorily" clean.” (Culver et al., 1960).

“Daily growth rates and feed conversion ratio's are better when sows have access to a wallowing pool (Bray and Singletary, 1948)” [Free translated and summarised from German] (Sambras, 1981).

9.4.3.5 *Survival per se*

“In the swine breeding herd of the University of Ibadan heat stroke occurred only in pregnant sows and only during the hottest season of the year. ... Normally, pregnant sows are more susceptible to high temperatures than non-pregnant females (HEITMAN, HUGHES and KELLY, 1951)” (Steinbach, 1970).

“Thermoregulation is ... [a] function of wallowing that is effective (Fernández-Llario 1996). Its importance is based ... on the fact that from the moment of birth the wild boar has serious problems eliminating heat (Berthon et al. 1993) At 100°F (37.8°C), domestic pigs may die if deprived of water to spray on their skin or the opportunity to wallow (Curtis et al. 2001).” (Fernández-Llario, 2005).

“Pigs don't have sweatglands and their subcutaneous fat strongly inhibits heat exchange (Heitman and Hughes, 1949; Hofmann, 1960). Wallowing reduces the risk of a circulatory collapse.” [Free translated and summarised from German] (Sambras, 1981).

9.4.4 Fitness

9.4.4.1 Hygiene

Wallowing may create a hygiene risk (e.g. Smith and Hawkes, 1978).

“In non agricultural systems, feral swine are often found near water bodies (Wood and Brenneman, 1980; Barrett, 1982; Bowman and Panton, 1991), but the relationship between swine activity and water quality has only been described observationally by Belden and Pelton (1975; 1976), who suggested that swine were detrimental to native trout and contributed to increased bacterial loads near wallows. Feral swine change the bacterial composition of streams (Kaller and Kelso, 2003)” (Kaller and Kelso, 2006).

“Mud holes can spread parasites, because pigs eat and drink from the muddy water” (Gegner, 2001).

Wallowing and pigs drinking from the wallow has been implicated in coccidiosis in pigs (Henry and Tokach, 1995).

Lung worm development is favoured by ‘filthy yards and wallows’ (p 346) (Day, 1915).

“Hog wallows: ordinary wallows become very filthy and is good breeding ground for disease. Cement hog wallows, located in a shady place, and constructed so as to contain eight or ten inches [20-25cm] of water, are sanitary and add much to the comfort of the pig in hot summer weather. Crude oil or coal tar dip may be added to the water in the wallow, and thus help keep down lice, and to promote sanitary conditions” (p.325). (Day, 1915).

Note: Crude oil or coal tar are probably not the most suited disinfectants of wallows due to present-day environmental and food safety considerations.

→ 8-10 inches (20-25 cm) of water (Day, 1915)

→ Disinfection of the water (Day, 1915)

“A bath (0.3x0.8x1.5 m) was placed at the back of the indoor area It was large enough to accommodate two pigs at the same time [in pens with 5 pigs]. ... [T]he bath soon became dirty, so ... the bath was filled to a depth of 20 cm with clean water twice a day, once at 08.00 h in the morning and once at 14.00 h in the afternoon. On hot days, when the pigs emptied the bath more often, the bath was also refilled late in the afternoon, normally at 16.00 h. The bath was cleaned twice a week.” (Huynh et al., 2006).

Note: This describes an experimental procedures that would not work in (Dutch) practice.

“[P]igs gained weight the most in pens [without yard and] with [sprinklers compared to pens with yards and pens with or without a water bath]. ... As the pigs excreted in the [water bath], especially in [pens without yard] ... we recorded fewer excretions in the resting area. In previous studies, Aarnink et al. (2001) and Huynh et al. (2004, 2005a) showed that a 60 kg pig provided with 1 m² floor space (with 40% slatted floor) in hot conditions did not discriminate between its resting and defecation areas at all. In addition, Hacker et al. (1994) reported that the pig’s basic instinct is to excrete in a wet, cool place. These findings might explain the high frequency of excretion in the [water bath]. This is undesirable with respect to hygiene and health. In practice, the problem might be solved by locating the [water bath] away from the excretion area, e.g. in the yard.” (Huynh et al., 2006).

“No differences ($p > 0.05$) were detected in Salmonella, generic E. coli and coliform populations between indoor farrowing stalls [without wallows] and outdoor farrowing huts [with wallows]. However, all 8 outdoor wallows contained Salmonella spp and the role of wallows in disseminating Salmonella within an outdoor swine herd appears to be significant” (Callaway et al., 2005).

“Provision of drinking water via a nipple waterer will ensure that water remains clean and will minimize or eliminate drinking from wallows. ... The authors have seen sows extensively maintained leave a wallow that contained free-standing water and walk 50 m or more up a slight incline in hot summer weather (> 32 °C) to drink from a nipple waterer.” (Dellmeier and Friend, 1991).

→ Provide a drinking facility in/near the wallow (Dellmeier and Friend, 1991)

9.4.4.2 Lameness

9.4.5 HPA and SAM

No specific citations were found about wallowing in relation to activation of the HPA-axis and the SAM system.

9.4.6 Aggression

No specific citations were found about aggression in relation to wallowing (but see the related section 'frustration and avoidance').

9.4.7 Abnormal behaviour: pen soiling, vacuum behaviour, intention movements

"Indoor housing systems lack opportunities to perform wallowing and at high temperatures pigs try to regulate their body temperature by lying in the dunging area." (EFSA, 2007b).

Note: Here the word 'wallowing' is for rolling in mud. Rolling in excreta appears to be regarded as 'not normal'.

"Indoors, pigs may attempt to wallow on wet floor surfaces and in the dunging areas when it is hot." (Jensen, 2002).

Note: Here 'wallowing' may include 'rolling in excreta', but it may also mean that attempt to wallow (perhaps without fully succeeding).

Huynh et al. (2007) defined 'wallowing' as "rolling or rubbing the body in a mixture of feces and urine".

"[In] constrained housing systems, pigs foul their body surface with excreta (Aarnink et al., 1996, 2006). ...at high ambient temperature, the pigs use excreta to wet their skin and loose more heat." (Huynh et al., 2007).

"As the air temperature rose above 80 degrees F. [26.7C] the animals became increasingly lazy and lay flat on the floor ... The light weight pigs weighing around 100 pounds were still fairly active at 80 degrees F. At the high temperatures, when one hog urinated, some of the other hogs usually wallowed in the moisture. This was true to some extent of the moisture of the feces. The hogs turned over from time to time to expose their moist side. At high temperatures on a wet floor, the hogs reacted quite differently. Instead of lying prostrate on their sides, they tossed from side to side and were very active. They gave the impression of trying to keep their wet surface exposed." (Heitman and Hughes, 1949).
Note: Increased activity at higher temperatures imply distress. These authors also describe quantitative relationships between environmental temperatures, relative humidity and the provision of water on pig respiratory rates, pulse rate, body temperature, growth and feed conversion.

"When temperatures rise, pigs lie on cold, preferably wet surfaces, and seek shade (Blackshaw and Blackshaw, 1994). [Growing/]Finishing pigs [housed indoors] increase lying on the slatted floor at about 19C and reduce activity heat production above 24C (Huynh et al., 2005). In housing systems for fatteners, fouling of the lying area is often observed when ambient temperature rises above 25C with pigs of 25 kg and above 20C with pigs of 100kg (Schmid, 1994; Aarnink et al., 2000). The pigs then use the dunging area, which is usually wet and made of perforated floor, for resting, as it has a greater cooling effect than the dry lying area." (EFSA, 2007b).

"The temperature at which wallowing [in excretions indoors on a concrete floor] was induced was higher than the temperature at which outdoor pigs start to wallow in mud. We found that at 80% humidity the pigs wallowed very early at the start of temperature increase. This showed that at high humidity the pigs felt the need to cool down earlier than at low humidity, and that the immediate options for relieving heat load were wallowing in excrement and lying on the slatted floor. This suggests a conflict between the motivation to stay clear of excrement and the need to increase evaporative heat loss by getting wet. ... when temperature rose there was a dramatic increase in the incidences of pigs being showered with urine from other pigs and in urinating while lying. These behaviours again demonstrate the overriding desire of the pigs to cool themselves at these temperatures." (Huynh et al., 2005).

9.4.8 Frustration and avoidance

McGlone (1999) recommends that wallows should be big enough to allow access for submissive sows. This implies that dominant sows may regard a wallow as a resource, and prevent submissive sows from using it. This is in accordance with observations by Sombraus (1981) who reported that although dominant sows arriving at the pool would not chase away subordinates lying there, dominant sows already in the pool would retaliate subordinates arriving later.

“Wallows and sprinklers have both been shown to be effective [for thermoregulation] (Bray and Singletary, 1948; Culver, Andrews, Conrad and Noffsinger, 1960; Hale, Givens, Johnson and Southwell, 1966; Morrison, Heitman, Givens and Bond, 1970). Of the two, wallows have tended to be less satisfactory; perhaps because they tend to be occupied exclusively for long periods by certain dominant animals and they require much time and effort to keep clean.” (Hsia et al., 1974).

“[W]hen the sows were first introduced into the paddocks. The [unringed] sows came running out, walked or ran round the paddock, started rooting and exploring immediately, and generally appeared full of the joys of release. One group immediately set out to dig a wallow in a soft patch and many were wallowing in mud by the end of the 10-min observation period.” (Horrell et al., 2001).

Note: This citation suggests (tentatively) that pigs may show rebound behaviour, i.e. ‘catching up’ after a period of deprivation. This is only an anecdotal report. Empirical confirmation is needed to confirm whether rebound occurs and to what extent it is affected by e.g. thermoregulation (e.g. due to elevated activity upon release) and the motivation to root as a foraging activity.

9.4.9 Natural behaviour

The reasons for including information about natural behaviour to assess welfare relevance have been presented above in the section ‘Methods’.

Wallowing is clearly a natural behaviour of pigs (see sections describing wallowing in domestic pigs, feral pigs and wild boar). It is preformed under specific conditions, e.g.:

“When temperatures rise above 18C, ...adult pigs reduce body temperature by wallowing in boggy places, if available (Stolba and Wood-Gush, 1989)” (EFSA, 2007a).).

Note: Younger pigs will also wallow, but at somewhat higher temperatures, probably. It is not known as of which age pigs will wallow.

“The pig’s instinctive urge to wallow can cause [hygiene] problems for the producer” (Gegner, 2001).

“The construction and usage of mud wallows [in free ranging pigs] were always performed in stereotyped ways which suggested that the behaviour was instinctively determined.” (Fraser, 1970b).

9.4.10 Preferences

Incidentally preferences have been reported, e.g. that mud is preferred over water for cooling (Jensen, 2002) and wild pigs appear to prefer pitch pines less than 6 inches (15 cm) in diameter (Stegeman, 1938).

9.4.11 Demand

This section presents information about the question whether pigs are willing to work for access to wallowing opportunities.

“If presented with a pool of fresh clean water and a heap of earth, pigs will work hard to shove the earth into the water, creating a real sticky and muddy substance.” (Van Putten, 2000).

“[Potbellied] Pigs may ... attempt to upend their water bowls so that they can play or soak in the water. Heavy, nontip bowls are needed to prevent this. ...If fresh water is not available, pigs will attempt to make a wallow by spilling their water dish.” (Tynes, 1999).

“Placement of the waterer in the fenceline, without shelter from the sun and with a concrete slab beneath will discourage swine from creating a wallow underneath the waterer. Placement of gravel, large rocks or other similarly rough materials around the slab and diversion of all runoff water from the nipple waterer to the outside of the enclosure will further help to prevent sows from creating a wallow around the waterer.” (Dellmeier and Friend, 1991).

“Although a basic wallow was dug out by a tractor with fore-end bucket to ensure the existence of a good wallow ... the sows still rooted it out to a much greater depth.” (Horrell et al., 2001).

“The rooting action is used for a number of other functions [besides rooting for food], such as digging wallows, nestbuilding and general exploration. ... Ringing interfered with the rooting out of wallows: the wallows in the paddocks of ringed sows were only half the depth of those in paddocks with unringed sows,” (Horrell et al., 2001).

“[L]ocal hunters in the Cherokee National Forest (Stegeman, 1938) ... report instances of hogs breaking the ice to wallow and of pigs wallowing in streams that they crossed while being chased by hunters during the winter.” (Graves, 1984).

“[H]og wallows have been studied quantitatively by Belden and Pelton (1976) in the Great Smoky Mountains of eastern North America. ... The average wallow was 1.3x1.0 m and 25 cm deep; thus, each wallow required the removal of ~0.325 m³ of sediment.” (Butler, 1995).
Note: Making a wallow involves ‘work’.

9.4.12 Duration

“Regardless of [being provided with either unshaded or shaded wallows], [lactating] sows [kept outdoors in West Texas summer] spent approximately 82% of their total time budget inside the farrowing hut and only approximately 7% of their total time budget in the wallow. ... Shading the wallow did not result in increased wallow use time or improvements in sow physiology and overall performance. ... The preferred location for the sow was not the wallow but the farrowing hut (where piglets reside). This can result in unacceptably great preweaning mortality rates throughout the summer months. Therefore, alternative strategies to cool outdoor lactating sows need to be discovered.” (Johnson et al., 2008).

“The ... appearance in the drinker/wallowing area [when] the average air temperature was 22.2°C at the observation times, might even lead to considerations about the wallowing needs for growing pigs under indoor conditions at high temperatures” (Andresen and Redbo, 1999).

Olsen et al. (2001) reported that growing/fattening pigs used the wallow for lying with temperature ranges from -4 to 24°C (where temperatures exceeded 18C at only 5% of observations), with increased use duration when temperature exceeded 15C.

“[Growing/]Finishing pigs [housed indoors] increase lying on the slatted floor at about 19C and reduce activity heat production above 24C (Huynh et al., 2005). In housing systems for fatteners, fouling of the lying area is often observed when ambient temperature rises above 25C with pigs of 25 kg and above 20C with pigs of 100kg (Schmid, 1994; Aarnink et al., 2000).” (EFSA, 2007b).

“The temperature at which wallowing [in excretions indoors on a concrete floor] was induced was higher than the temperature at which outdoor pigs start to wallow in mud.” (Huynh et al., 2005).



Wageningen UR Livestock Research

Edelhertweg 15, 8219 PH Lelystad T 0320 238238 F 0320 238050

E info.livestockresearch@wur.nl | www.livestockresearch.wur.nl