



---

# Effect van coronageluid op het gedrag van paarden – een deskstudie

Kathalijne Visser  
Francesca Neijenhuis



LIVESTOCK RESEARCH  
WAGENINGEN UR

---

---

# Effect van coronageluid op het gedrag van paarden – een deskstudie

Kathalijne Visser  
Francesca Neijenhuis

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen UR Livestock Research

Wageningen UR Livestock Research  
Wageningen, September 2015

---

Livestock Research Rapport 907



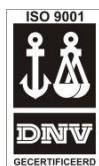
LIVESTOCK RESEARCH  
WAGENINGEN UR

---

© 2015 Wageningen UR Livestock Research, Postbus 338, 6700 AH Wageningen, T 0317 48 39 53, E info.livestockresearch@wur.nl, www.wageningenUR.nl/livestockresearch. Livestock Research is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).

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

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



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

Livestock Research Rapport

---

# Inhoud

<b>Inhoud</b>	<b>3</b>
<b>Woord vooraf</b>	<b>5</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>7</b>
1.1 Aanleiding	7
1.2 Doel	7
1.3 Afbakening	7
<b>2 Materiaal en methode</b>	<b>8</b>
2.1 Informatie van TenneT betreffende coronageluid	8
2.2 Zoeken met wetenschappelijke databases	8
2.3 Raadplegen internationaal netwerk paarden	8
<b>3 Resultaten</b>	<b>9</b>
3.1 Coronageluid	9
3.1.1 Hinderbeleving coronageluid bij de mens	9
3.1.2 Te verwachten coronageluid bij wintrack verbindingen	10
3.2 Gedrag paarden	11
3.3 Gehoor bij paarden	11
3.4 Hinderbeleving geluid bij paarden	13
3.5 Mogelijke effecten coronageluid op gedrag dieren	14
<b>4 Discussie en conclusie</b>	<b>15</b>
<b>Bronnen</b>	<b>16</b>



---

# Woord vooraf

In deze rapportage wordt een quick-scan weergegeven van paardengedrag in relatie tot coronageluid. Het doel van dit project is om een overzicht te maken van wetenschappelijk relevante literatuur over het effect van coronageluid op het gedrag van paarden. Hiervoor zijn de meest relevante bronnen gebruikt, zowel vanuit de literatuur, aangereikte rapporten en informatie van andere deskundigen. Waarbij TenneT de deskundigheid op het gebied van coronageluid heeft geleverd en Wageningen Livestock Research de quick-scan heeft uitgevoerd. De conclusies en samenvatting bevatten de nodige nuances doordat niet alle paarden dezelfde zijn en doordat er weinig onderzoek gedaan is naar gedrag van paarden op dit specifieke geluid. Wel is er voldoende wetenschappelijke onderbouwing gevonden zodat er een rapport is met daarin beschreven wat in de wetenschappelijke literatuur bekend is over het gedrag van paarden in relatie tot coronageluid.

Dr Annemarie Rebel

Afdelingshoofd dierenwelzijn, Wageningen UR Livestock Research.



---

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Met enige regelmaat worden TenneT vragen gesteld over bovengrondse hoogspanningsverbindingen en de invloed daarvan op met name paardengedrag. Tegen deze achtergrond wil TenneT haar kennis over het gedrag van paarden in relatie tot bovengrondse hoogspanningsverbindingen vergroten. In dit rapport wordt nader ingegaan op de mogelijke effecten van coronageluid als gevolg van bovengrondse hoogspanningsverbindingen (waaronder in dit kader ook begrepen opstijgpunten en hoogspanningsstations).

## 1.2 Doel

Het doel van dit rapport is om een overzicht te maken van de wetenschappelijk relevante literatuur over het effect van coronageluid op het gedrag van paarden.

## 1.3 Afbakening

Dit rapport is gebaseerd op een deskstudie. Met een quick-scan zijn de meest relevante bronnen gebruikt, zowel vanuit de literatuur, aangereikte rapporten en informatie van andere deskundigen (coronageluid en paardengedrag).

Het rapport is toegespitst op het effect van coronageluid op paardengedrag. Andere mogelijke effecten van de aanleg en aanwezigheid van hoogspanningsverbindingen (zoals bijvoorbeeld de effecten van een elektromagnetisch veld) zijn buiten beschouwing gelaten.



---

## 2 Materiaal en methode

### 2.1 Informatie van TenneT betreffende coronageluid

Aan de opdrachtgever TenneT is informatie gevraagd over de te verwachte geluidsterkte in dB, de frequentie in Hz en de variabiliteit in de tijd van het coronageluid veroorzaakt door de hoogspanningsverbinding op de plaatsen waar paarden zich kunnen ophouden.

### 2.2 Zoeken met wetenschappelijke databases

Gebruik makend van de wetenschappelijke zoekmachines PubMed, Science Direct, Scopus, CabDirect en Ovid is gezocht op de termen:

- Corona noise, corona sounds, audiogram / hearing / behaviour horse
- Algemene info over geluid en gehoor van mens en paard
- Algemene info over coronageluid

### 2.3 Raadplegen internationaal netwerk paarden

Naast het verzamelen van wetenschappelijke literatuur en rapporten is ook een internationaal netwerk geraadpleegd op het gebied van paardenwelzijn. De volgende experts hebben materiaal aangeleverd dat is verwerkt in het rapport:

- Prof. dr. Andrew McLean – CEO Equitation Science International; Honorary Associate, University of Sydney, Honorary Fellow International Society Equitation Science
- Prof. dr. Frank Ödberg – Vrije Universiteit Brussel; Ghent University; Honorary Fellow International Society Equitation Science
- Dr. Hayley Randle – Duchy College UK; President of the International Society Equitation Science

---

## 3 Resultaten

### 3.1 Coronageluid

Bovengrondse hoogspanningsverbindingen kunnen geluid veroorzaken doordat de lucht rondom de geladen objecten ioniseert als gevolg van hoge elektrische velden (Kolmeijer & Engelbrecht 2010; TNO 2011). Met andere woorden: coronageluid ontstaat als gevolg van ontladingen van elektriciteit langs de buitenkant van de hoogspanningsdraden (geleiders) en delen van de installatie. Die ontladingen zijn er altijd, maar nemen toe naarmate er druppels op de kabels aanwezig zijn of er vervuiling op de kabels aanwezig is. Het geluid dat daarbij te horen is wordt coronageluid genoemd. De door TenneT geraadpleegde deskundigen omschreven als coronageluid als een 'continue brommend' geluid en als 'altijd aanwezig maar fluctuerend in sterkte'.

Volgens de literatuur en rapporten is de mate van coronageluid sterk afhankelijk van de 'random' weersomstandigheden, de conditie van de isolatoren en het oppervlak van de geleider zelf (Garvanov, Dimitrov & Milojevic 2014; Wszolek 2009; Wszolek & Klaczinsky 2014; Xingming et al. 2014). Hoe hoger de spanning op de geleiders van de hoogspanningsverbinding, des te hoger is het elektrische veld rondom de componenten en de geleiders (TNO 2011). Naast coronageluid bij de masten en de bovengrondse hoogspanningslijnen is coronageluid ook waar te nemen bij opstijppunten en hoogspanningsstations. Daar is de afstand tot de grond en potentiële ontvangers kleiner dan wanneer een geleider hoog in een mast hangt.

De bovengrondse hoogspanningslijnen moeten voldoen aan zogenaamde ontwerp-specificaties. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen coronageluidniveaus onder droge weersomstandigheden (maximaal 30dB(A) op een afstand van 37m uit het hart van de verbinding en onder natte weersomstandigheden, i.e. bij druppelvorming op de lijn tijdens mist en regen van 45dB(A) op 37 m uit het hart van de lijn (TNO 2011). Pools onderzoek geeft aan dat coronageluid relatief een lage geluidssterkte heeft, tot 50 dB op 15 meter afstand van de geleider (Wszolek 2009).

#### 3.1.1 Hinderbeleving coronageluid bij de mens

Of coronageluid als hinderlijk wordt ervaren hangt van een aantal verschillende factoren af. Ten eerste hangt dit af van het geproduceerde geluid: zowel de frequentie als de sterkte. Daarnaast hangt het af van het achtergrondgeluid. Dit heeft te maken met het type achtergrondgeluid en de sterkte. Het geluid van een snelweg kan bijvoorbeeld het geluid van de hoogspanningsverbindingen overstemmen.

Bij onderzoek naar geluidshinder bij mensen wordt vaak gebruik gemaakt van dB(A). Dit is decibel gecorrigeerd voor de gevoeligheid van het (menselijk) oor. De gevoeligheid is namelijk voor de verschillende frequenties van het geluid niet gelijk. Een mens kan geluiden horen in de range van 20Hz tot 16kHz waarbij de gevoeligheid lager ligt bij lage frequentie geluiden (100 Hz) dan bij hoge frequentie geluiden (2 kHz) (Manci et al. 1988). De pijngrens ligt bij mensen op ongeveer 120 dB (Manci et al. 1988).

Uit onderzoek van TNO (2011) komt naar voren dat bij gelijke equivalente geluidniveaus coronageluid door proefpersonen/mensen als hinderlijker ervaren wordt dan wegverkeersgeluid. In dit onderzoek werd coronageluid van 25, 35 en 45 dB(A) voor 5 minuten aangeboden met en zonder verschillende achtergrondniveaus van wegverkeersgeluid (35, 45 en 55 dB(A)).

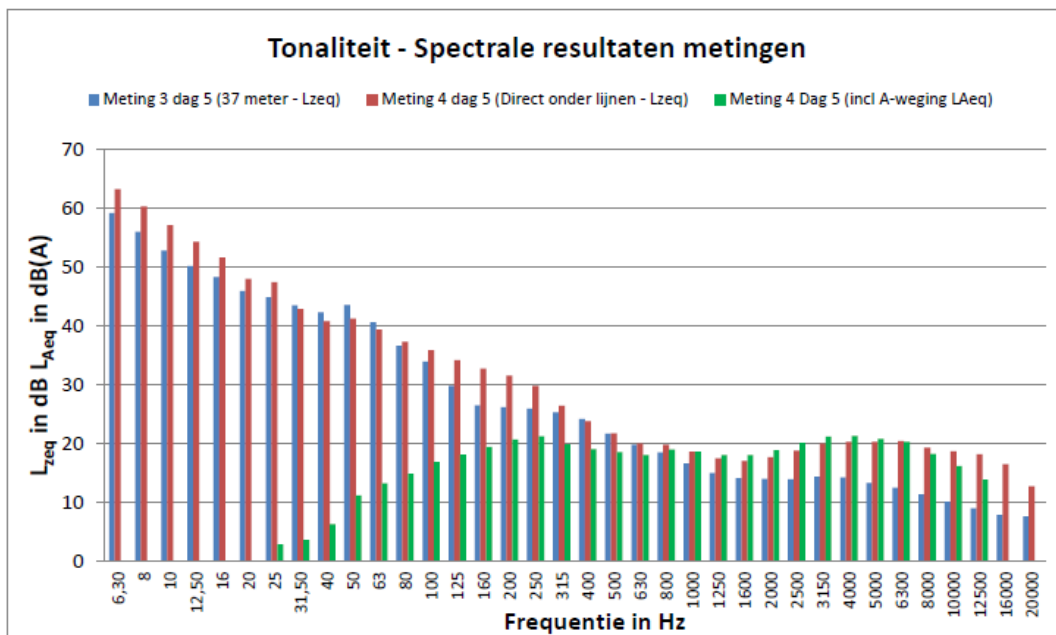
### 3.1.2 Te verwachten coronageluid bij wintrack verbindingen

Voor nieuwe hoogspanningsverbindingen van TenneT wordt gebruik gemaakt van de zogenaamde wintrack masten (figuur 1). Bij het ontwerp daarvan is qua materiaalkeuze voor de isolatoren en de geleiders zelf, rekening gehouden met het minimaliseren van coronageluid.



**Figuur 1** Wintrack masten

Uit de rapportage van DNV GL (2014) komt naar voren dat onder natte weersomstandigheden de geluidsemisatie van het coronageluid van een 380KV hoogspanningsverbinding (wintrack masten) gemiddeld genomen onder de ontwerpeis van 45dB(A) op 37 m uit het hart van de verbindingen blijft. Ook voor droge weersomstandigheden blijft de geluidsemisatie van het coronageluid onder de ontwerpeis van 30dB(A).



$L_{zreq}$  geeft de gemeten waarde weer zonder correcties (of weging).

**Figuur 2** Geluidsspectrum van 2 meetdagen onder natte omstandigheden. Overgenomen uit rapport (DNV GL 2014).

In het DNV GL (2014) onderzoek worden resultaten weergegeven van spectrale metingen. In figuur 2 zijn als voorbeeld de resultaten weergegeven van 2 meetdagen onder natte weersomstandigheden. In deze figuur is te zien dat voor de laagfrequente geluidsemisaties (beneden de 10Hz) tussen de 55 en 65 dB wordt gemeten (respectievelijk 37 meter uit het hart van de lijn of direct onder de lijn). Voor de hoogfrequente geluidsemisaties (20kHz) ligt dat onder de 15dB. In de figuur is met groen aangegeven hoe deze geluidsemisaties gecorrigeerd voor het menselijk oor voor de verschillende frequenties

---

uitpakken. Voor het menselijk oor is dat tussen de 25 Hz en 12.5 kHz. Voor deze range ligt het geluidsniveau op de twee meetdagen maximaal op 22 dB(A). Verder dient opgemerkt te worden dat de metingen uitgevoerd zijn voor het menselijk oor. De horizontale as gaat daarbij niet verder dan 20kHz. Paarden kunnen echter daarboven ook nog horen (zie verder 3.3).

## 3.2 Gedrag paarden

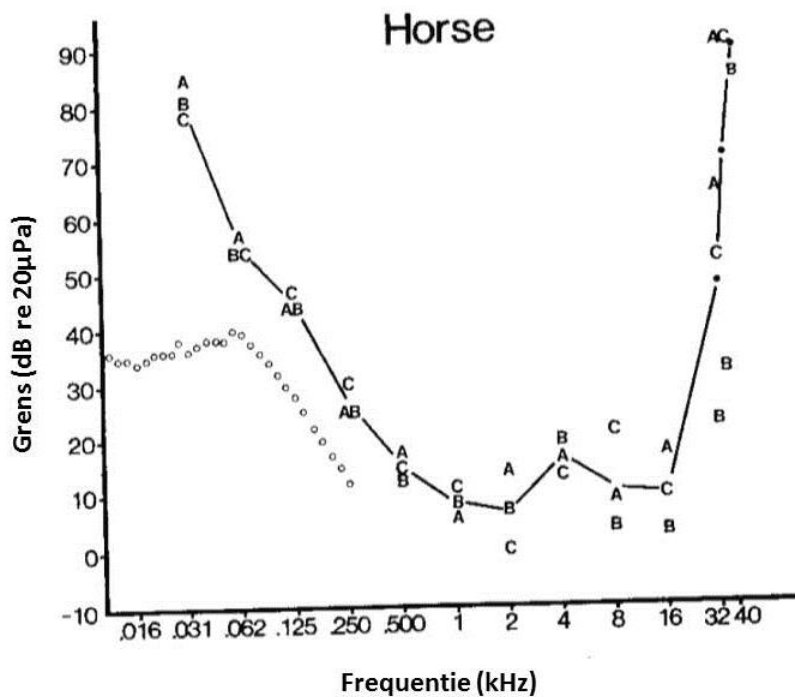
Paarden zijn vluchtdieren. Als paarden in de omgeving een mogelijk gevaar waarnemen laten ze een 'startle' respons zien (McGreevy & McLean 2010). Het lichaam maakt zich klaar om te vluchten: gedragsmatig door alle spieren aan te spannen en alert te zijn; fysiologisch door de vertering op een laag pitje te zetten en de bloedtoevoer naar de spieren te vergroten. Afhankelijk van de strategie die een dier kiest zal het op de vlucht slaan, stokstijf blijven stilstaan of aanvullen. Dit wordt ook wel coping strategie genoemd (Koolhaas et al. 1999).

Paarden worden afhankelijk van het doel waarvoor ze worden ingezet geselecteerd op hun individuele gedragsreacties. Voor de draf- en rensport bijvoorbeeld worden paarden geselecteerd die heel gevoelig zijn voor de kleinste veranderingen in de omgeving; deze paarden laten dus al snel een 'startle' response zien. Paarden die geselecteerd worden voor een manege moeten juist niet al te snel reageren op de veranderingen in de omgeving (McGreevy 2004). Er wordt dus in de praktijk gebruik gemaakt van de individuele verschillen tussen dieren. Niet alleen individueel, maar ook tussen de rassen zijn deze verschillen goed waarneembaar. Wetenschappelijk zijn de verschillen in gedragsreacties aangetoond met zogeheten Novel Object testen. In Nederland zijn deze testen verder doorontwikkeld door Kathalijne Visser; en staan ze bekend onder de naam paraplu test. Hierbij worden paarden blootgesteld aan een plotseling neerdalende paraplu. Verschillende gedrags- en fysiologische reacties worden gemeten waarmee een score gegeven kan worden voor het kenmerk emotionaliteit (Visser 2002). In Frankrijk zijn gelijksoortige testen ook uitgevoerd met verschillende rassen. Hieruit bleek dat de rassen die hoger in het bloed staan (zoals Volbloeden en Arabieren) gevoeliger zijn, sneller en heftiger reageren op deze test in vergelijking met rassen die minder hoog in het bloed staan (zoals trekpaarden, koudbloeden)(Hausberger et al. 2004). Zoals gezegd zijn paarden die extreem gevoelig zijn voor de kleinste veranderingen in de omgeving minder geschikt voor manegelessen, zeker minder geschikt voor beginners. Daarmee is niet gezegd dat er op maneges alleen maar paarden gehouden worden die laag in het bloed staan. Het selecteren van paarden voor een doel is maatwerk van een juiste combinatie van karakter en bloed.

Voor hun overleving is het voor paarden belangrijk dat ze snel leren om gevaar te herkennen. Leren bestaat uit verschillende vormen. Habituatie (gewenning) is de eerste vorm van leren waarbij de kans op het vertonen van een bepaalde reactie op een stimulus afneemt naarmate de stimulus herhaaldelijk voor komt. Een paard habitueert alleen op stimuli die bij herhaling voorkomen en die voor het paard geen negatieve consequenties hebben (Waring 2003). In situaties waar de stimulus oncomfortabel is voor dieren treedt soms geen habituatie op maar juist sensibilisatie; met andere woorden: ze worden juist gevoeliger (Christensen, Rundgren & Olsson 2006; Reimers, Flydal & Stenseth 2000).

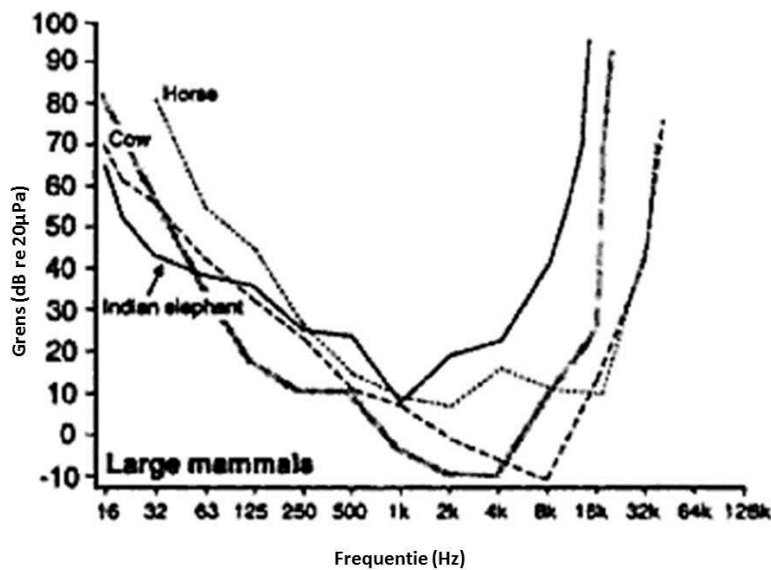
## 3.3 Gehoor bij paarden

Diersoorten zijn fysiek en gedragsmatig aangepast aan hun ecologische rol binnen een gemeenschap. Het gehoorvermogen weerspiegelt vaak deze rol. Een dier vertrouwt op zijn gehoor om roofdieren te vermijden, om voedsel te verkrijgen en te communiceren met leden van hun eigen soort en andere leden van de gemeenschap (Manci et al. 1988). Het gehoor van paarden is om die reden ook goed ontwikkeld. In vergelijking met mensen kunnen paarden beter hoog frequente geluiden horen. Paarden kunnen bij 60dB tussen de 55Hz en 33,5kHz horen (Heffner & Heffner 1983). In figuur 3 staan de audiogrammen van drie verschillende paarden (Quarter Horse ruin, Appaloosa merrie en een kruising Welsh pony x Quarter Horse ruin).



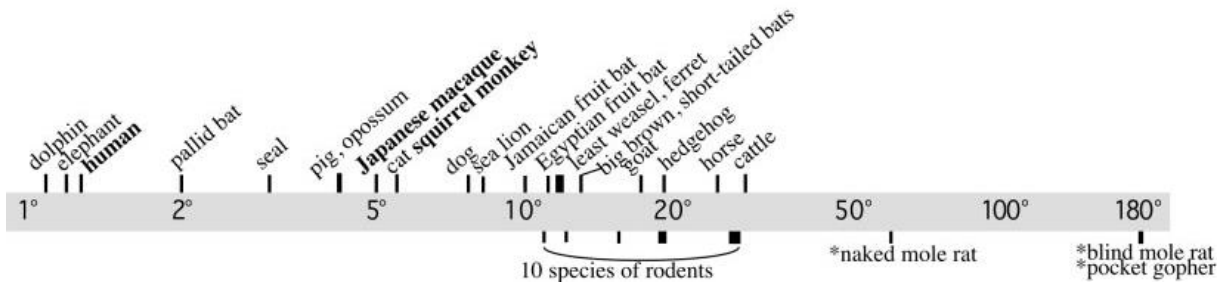
**Figuur 3** Audiogram van drie paarden (de letters A, B en C geven de individuele dieren aan, de open cirkels geven het niveau van omgevingsgeluid aan (Heffner & Heffner 1983)

Paarden zijn het gevoeligst voor geluiden tussen de 1 en 16 kHz,. Boven de 16 kHz neemt de gevoeligheid snel af, onder de 1 kHz neemt de gevoeligheid ook af maar iets minder stijl (Heffner & Heffner 1983). In figuur 4 staat het audiogram van paarden, koeien en de Indiase olifant, en die van mensen (lijn met schaduw).



**Figuur 4** Audiogram van paarden, koeien, Indiase olifant en mensen (Saslow 2002)

Een ander opmerkelijk verschil tussen het gehoor van paarden en mensen is de minimale horizontale hoek waarop de locatie kan worden bepaald van het geluid (Heffner & Heffner 2008). Een paard kan het geluid pas localiseren als het meer dan 25° uit het midden vandaan komt (zie figuur 5). Daarbij kan een paard een kort hoog frequent geluid (pure toon >2 KHz) niet localiseren (Heffner & Heffner 1986). Bij een langer aanhoudend hoogfrequent geluid kan het paard dit localiseren door de oren te draaien (Saslow 2002).



**Figuur 5** Grens van de mogelijkheid tot lokalisatie van geluid (minimale hoek in graden in het horizontale vlak) van een aantal zoogdieren waaronder de mens en het paard (Heffner 2004; Heffner & Masterton 1990).

### 3.4 Hinderbeleving geluid bij paarden

Waar het effect van geluid op mensen al redelijk lang onderkend is, is er nog weinig onderzoek gedaan naar hinderbeleving van geluid bij dieren in hun leefomgeving (Brown & Raghu 1998). Studies aan zoogdieren in een laboratoria setting gaven aan dat de reactie op geluid verschilt per type geluid en geluidsniveau en dat gedomesticeerde dieren kunnen wennen aan sommige verstorende geluiden. Vanuit dezelfde studies wordt aangenomen dat geluidsniveaus boven de 90dB hinderlijk zijn voor zoogdieren, dit is te zien aan gedragingen als zich terug trekken van het geluid of een 'startle' respons. Onder de 90 dB zijn de reacties vaak milder (Ames 1978; Ames & Arehart 1972; Anthony, Ackerman & Lloyd 1959; Bond et al. 1963; Espmark, Falt & Falt 1974).

In reactietesten met een geluidsterkte tussen de 33 en 70 dB met een frequentie van 1.000 tot 9.800 Hz waren de reacties van de Welsh merries intenser (volgens een vastgesteld gedragsprotocol) naarmate het geluid luider was (Lansade, Pichard & Leconte 2008). In dit onderzoek kregen paarden een score 0 als ze niet reageerden op het geluid, een score 1 wanneer ze alleen een of twee oren bewogen, een score 2 wanneer ze alleen het hoofd draaiden om het geluid te lokaliseren, en een score 3 wanneer ze in het geheel een zeer alerte houding aan namen met de oren gespist naar voren. In een andere studie reageerden paarden op laag overkomende vliegtuigen met vluchtreacties, plotselinge bewegingen en bijt- en schop gedrag (Bowles 1995). In testen met ruim 110 dB geluid bleek dat drachtige merries ook reageerden met een vluchtresponse, echter bleef deze reactie achterwege na gewenning (habituatie). In een studie van Christensen, Keeling and Nielsen (2005) daarentegen trad er juist geen habituatie op in drie testen van 2 minuten met een traceerbaar geluid (60 dB(A) en 10-20.000 Hz). Paarden bleven hierop reageren met ontwijkend gedrag en de paarden vertoonden blijvend een verhoogde hartslag.

Niet alle paarden reageren op hoorbare geluiden, dit is volgens Lansade et al. (2008) een indicatie dat het al of niet reageren meer afhangt van het temperament dan van fysiologische verschillen. Zoals eerder aangegeven, is het kiezen van het juiste paard voor het gebruiksdoel maatwerk. Daarbij speelt karakter en temperament een evenzo grote rol als andere genetische eigenschappen. In dezelfde studie zagen de onderzoekers dat hoe heftiger paarden reageerden op het eerste geluid ze ook meer reageerden op een tweede keer dat ze een willekeurig ander geluid werd aangeboden. In een studie van Christensen et al. (2005) bleek dat paarden die heftiger reageerden op een auditieve prikkel dit ook deden op een visuele of olfactorische prikkel.

---

Holmes (2010) stelt dat een constant geluid door dieren meestal geaccepteerd wordt maar dat een plotseling geluid vaak als een bedreiging ervaren wordt.

Paarden zijn vooral gevoelig voor plotselinge luide geluiden (McGreevy 2004). Luide geluiden zijn in deze bron niet verder gespecificeerd. Een paard kan daarop ogenblikkelijk reageren door het lichaam naar het geluid toe te draaien wat gevaarlijke situaties kan opleveren (Adamczyk 2015). Saslow (2002) concludeerde dat paarden kunnen reageren op scherpe korte hoogfrequent geluiden (zoals het breken van een twijgje) met een 'startle' respons. Een reden daarvan kan liggen in het feit dat paarden een kort hoogfrequent geluid niet kunnen localiseren. Een onbekend geluid werkt op veel gewervelde dieren als een alarm systeem op het sympathisch zenuwstelsel waarmee het een 'vecht- of vlucht' reactie oproept (Manci et al. 1988).

### 3.5 Mogelijke effecten coronageluid op gedrag dieren

Naar de reactie van paarden op het coronageluid van bovengrondse hoogspanningsverbindingen is naar ons weten geen onderzoek gedaan. Wel zijn er onderzoeken gedaan naar de reactie van andere landbouwhuisdieren zoals koeien en naar reacties van wilde dieren. Conclusies van deze studies zijn niet eenduidig over mogelijke effecten van geluid van hoogspanningslijnen op de onderzochte dieren. Zo geven Ellis et al. (1978) en Lee, Griffith and Busnel (1978) aan dat wilde dieren hoogspanningsverbindingen lijken te mijden bij klimatologische omstandigheden waarbij coronageluid vaker voorkomt.

Studies aan gedomesticeerde en wilde rendieren gaven daarentegen juist geen aanleiding om effecten op het gedrag aan bovengrondse hoogspanningsverbindingen toe te schrijven (Flydal et al. 2009). Bij deze laatste studies dient wel opgemerkt te worden dat het totale effect van de bovengrondse hoogspanningsverbindingen op het gedrag van dieren is beschreven, en niet alleen het effect van het coronageluid.

---

## 4 Discussie en conclusie

Het audiogram van paarden is beschreven in de literatuur. Alhoewel paarden bij een geluidsterkte van 60 dB tussen 55Hz en 33,5kHz kunnen horen ligt hun gevoeligheid vooral tussen de 1 kHz en 16 kHz. Uit figuur 3 en 4 blijkt dat ook uit de curves: daar waar de curves het laagst zijn is de gevoeligheid het hoogst. In figuur 4 is ook de gevoeligheidscurve voor de mens opgenomen. De curve van die lijn loopt steiler naar beneden, raakt daarbij bijna de horizontale x-as, en gaat nog steiler weer omhoog. Uit deze figuur is op te maken dat de gevoeligheidsgrens voor mensen beduidend lager ligt (laagste punt -10 dB) in vergelijking met die van paarden (laagste punt 10 dB). Verder valt op dat de curve voor het paard nagenoeg nergens (binnen het bereik 16 Hz – 16 kHz) onder de curve van de mens uitkomt. Maar waar een mens geluiden boven de 16 kHz niet meer kan waarnemen kan een paard dat tot 33,5kHz wel. De metingen aan coronageluid zijn veelal gericht op het audiogram van de mens. Metingen van DNV GL laten zien dat het coronageluid voor laagfrequente geluidsemissies (beneden de 10Hz) kan oplopen tot 65 dB direct onder de lijnen tot onder de 15 dB bij hoogfrequente geluidsemissies (rond de 20kHz).

Behalve de geluidsterkte, de frequentie en de gevoeligheid spelen ook andere factoren een rol bij het wel of niet hinder ervaren van coronageluid. Uit het rapport van TNO (2011) blijkt dat coronageluid door mensen als hinderlijker worden ervaren dan verkeersgeluid bij gelijke geluidsterkte (dB(A)). Dergelijke informatie ontbreekt voor paarden in de gevonden literatuur en bleek ook niet bekend te zijn bij de geraadpleegde internationale experts. Voor paarden moeten we ons dan vooral baseren op 'de aard van het beestje' en het audiogram. Paarden zullen bij onbekende geluiden proberen te lokaliseren waar het geluid vandaan komt en of er eventueel gevaar dreigt. Veel hangt dan af van het karakter van het geluid. Is het een onbekend, plotseling, en niet herhaald voorkomend geluid, dan zal het paard daar in eerste instantie van schrikken, en mogelijk een vluchtreactie laten zien. Vanuit oogpunt van dierenwelzijn en voor de veiligheid van paard en mens kunnen deze schrikreacties beter vermeden worden. Afhankelijk van het karakter van het paard zullen reacties op geluiden in de omgeving meer of minder extreme reacties kunnen oproepen. Is het geluid echter een continu geluid, of een geluid dat zich heel voorspelbaar en frequent herhaalt, dan zal het paard, mits het niet gerelateerd wordt aan een negatieve ervaring of pijn, habitueren. Het coronageluid wordt door de via TenneT geraadpleegde deskundigen omschreven als 'continue brommend' geluid en als 'altijd aanwezig maar fluctuerend in sterkte'. Deze omschrijving is, samen de opgegeven range van toon en geluidsterkte, in dit rapport gebruikt als referentie voor coronageluid. Een ander punt van aandacht is het lokaliseren van het geluid. Bij dreigend gevaar zal een paard een ook visueel proberen te detecteren waar het geluid vandaan komt. Het lokaliseren van geluid in het horizontale vlak vinden veel dieren gemakkelijker dan in het verticale vlak. Dit betekent dat een geluid van hoogspanningslijnen boven het hoofd voor een paard moeilijk te lokaliseren zal zijn. Bovendien zal een paard ook niet 'zien' wat het geluid teweeg brengt.

Samengevat kan met de huidige beschikbare kennis over paardengedrag (i.e. karakter, vluchtdier, audiogram) en de genoemde eigenschappen van coronageluid (i.e. toon en geluidsterkte en het continue karakter) gesteld worden dat het niet aannemelijk is dat paarden hinder ondervinden van coronageluid tijdens het weiden in de buurt van bovengrondse hoogspanningsverbindingen met de specificaties zoals weergegeven in deze rapportage. Echter, bij gebrek aan resultaten van experimentele gedragsstudies met paarden bij hoogspanningsverbindingen is het op dit moment niet uit te sluiten dat sommige, meer gevoelige, paarden hier mogelijk wel (enige) hinder van ondervinden. Hiervoor valt geen onderscheid te maken tussen het doel waar de paarden voor worden gehouden: zowel tussen de paarden in de topsport als tussen de manegepaarden komen meer en minder gevoelige dieren voor.

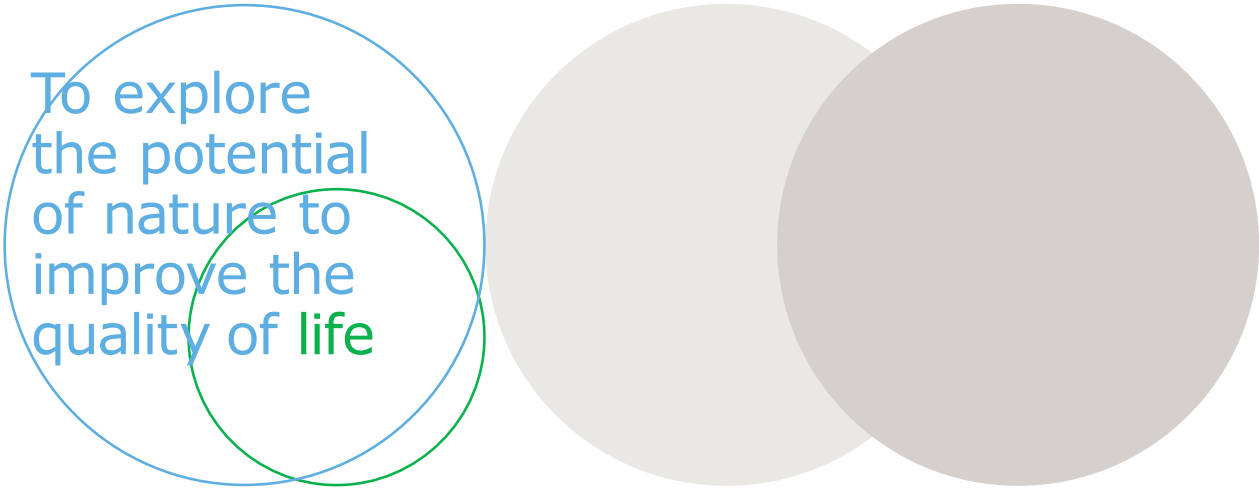


---

# Bronnen

- Adamczyk.** 2015. Perception of environment in farm animals – A review. *Annals of animal science* [1642-3402], **15**, 565-589.
- Ames, D. R.** 1978. Physiological responses to auditory stimuli. In: *Effects of noise on wildlife*. (Ed. by J. L. F. a. R. G. Busnel), pp. 23-45. New York: Academic Press.
- Ames, D. R. & Arehart, L. A.** 1972. Physiological response of lambs to auditory stimuli. *J. Anim. Sci.*, **34**, 994-998.
- Anthony, A., Ackerman, E. & Lloyd, J. A.** 1959. Noise stress in laboratory rodents. I. Behavioral and endocrine responses of mice, rats, and guinea pigs. *J. Acoust. Soc. Am.*, **31**, 1430-1437.
- Bond, J., Winchester, C. F., Campbell, L. E. & Webb, J. C.** 1963. Effects of loud sounds on the physiology and behavior of swine. In: *U.S. Dept. Agric. USDA-ARS Tech. Bull. No. 1280*.
- Bowles, A. E.** 1995. Responses of Wildlife to Noise In: *Wildlife and Recreationists: Coexistence through Management and Research* (Ed. by R. L. K. a. K. J. Gutzwiller), pp. 109-156. Covelo, California: Island Press.
- Brown, A. L. & Raghu, S.** 1998. An overview of research on the effects of noise on animals. *Acoustics Australia*, **26**, 2-63.
- Christensen, J. W., Keeling, L. J. & Nielsen, B. L.** 2005. Responses of horses to novel visual, olfactory and auditory stimuli. *Applied Animal Behaviour Science*, **93**, 53-65.
- Christensen, J. W., Rundgren, M. & Olsson, K.** 2006. Training methods for horses: habituation to a frightening stimulus. *Equine Veterinary Journal*, **38**, 439-443.
- DNV GL.** 2014. Wintrack: Corona geluidsmetingen. p. 33. Arnhem: DNV GL Energy,.
- Ellis, D. H., Goodwin, J. G., Hunt, J. R. & Busnel, J. L. F. G.** 1978. Wildlife and electric power transmission. In: *Effects of Noise on Wildlife*, pp. 81-104: Academic Press.
- Espmark, Y., Falt, L. & Falt, B.** 1974. Behavioral responses in cattle and sheep exposed to sonic booms and low-altitude subsonic flight noise. *Vet. Rec.*, **94**, 106-113.
- Flydal, K., Korslund, L., Reimers, E., Johansen, F. & Colman, J. E.** 2009. Effects of Power Lines on Area Use and Behaviour of Semi-Domestic Reindeer in Enclosures. *International Journal of Ecology*, **2009**, 14.
- Garvanov, I., Dimitrov, L. & Milojevic, Z.** 2014. Corona ehv ac transmission lines as noise source in the environment. In: *Electrical Apparatus and Technologies (SIELA), 2014 18th International Symposium on*, pp. 1-4.
- Hausberger, M., Bruderer, U., Le Scolan, N. & Pierre, J. S.** 2004. Interplay between environmental and genetic factors in temperament/personality traits in horses (*Equus caballus*). *Journal Of Comparative Psychology*, **118**, 434-446.
- Heffner, H. E. & Heffner, R. S.** 2008. High-Frequency Hearing. In: *Handbook of the Senses: Audition* (Ed. by D. P. Dallos, Oertel, and R. HoY), pp. 55-60. NY: Elsevier.
- Heffner, R. S.** 2004. Primate hearing from a mammalian perspective. *The Anatomical Record Part A: Discoveries in Molecular, Cellular, and Evolutionary Biology*, **281A**, 1111-1122.
- Heffner, R. S. & Heffner, H. E.** 1983. Hearing in large mammals: horses (*Equus caballus*) and cattle (*Bos taurus*). *Behavioral Neuroscience*, **97**, 299-309.
- Heffner, R. S. & Heffner, H. E.** 1986. Localization of tones by horses: use of binaural cues and the role of the superior olivary complex. *Behavioral Neuroscience*, **100**, 93-103.
- Heffner, R. S. & Masterton, R. B.** 1990. Sound localization in mammals: brain-stem mechanisms. In: *Comparative perception* (Ed. by M. A. B. a. K. C. Stebbins), pp. 285-314: John Wiley & Sons, Inc.
- Holmes, R.** 2010. Animal behaviour and noise. *Acoustics Australia*, **38**, 1-41.
- Kolmeijer, P. J. & Engelbrecht, C. S.** 2010. Geluidsproductie van het Wintrack ontwerp. p. 20 p.: KEMA Nederland B.V.
- Koolhaas, J. M., Korte, S. M., De Boer, S. F., Van Der Vegt, B. J., Van Reenen, C. G., Hopster, H., De Jong, I. C., Ruis, M. A. W. & Blokhuis, H. J.** 1999. Coping styles in animals: current status in behavior and stress-physiology. *Neuroscience And Biobehavioral Reviews*, **23**, 925-935.
- Lansade, L., Pichard, G. & Leconte, M.** 2008. Sensory sensitivities: Components of a horse's temperament dimension. *Applied Animal Behaviour Science*, **114**, 534-553.
- Lee, J. M., Griffith, D. B. & Busnel, J. L. F. G.** 1978. Transmission line audible noise and wildlife. In: *Effects of Noise on Wildlife*, pp. 105-168: Academic Press.
- Manci, K. M., Gladwin, D. N., Villeda, R. & Cavendish, M. G.** 1988. Effects of aircraft noise and sonic booms on domestic animals and wildlife: a literature synthesis. p. 88. Fort Collins, USA: US Fish and Wildlife Service - National Ecology Research Center.

- 
- McGreevy, P.** 2004. *Equine behaviour. A guide for veterinarians and equine scientists.* : Sanders, Elsevier Ltd.
- McGreevy, P. & McLean, A.** 2010. *Equitation Science.* West Sussex, UK: Wiley-Blackwell Publishing.
- Reimers, E., Flydal, K. & Stenseth, R.** 2000. High voltage transmission lines and their effect on reindeer: a research programme in progress. *Polar Research*, **19**, 75-82.
- Saslow, C. A.** 2002. Understanding the perceptual world of horses. *Applied Animal Behaviour Science*, **78**, 209-224.
- TNO.** 2011. Achtergrondrapport Hinder door coronageluid. p. 21. Utrecht: TNO.
- Visser, E. K.** 2002. Horsonality. PhD thesis, Utrecht University.
- Waring, G. H.** 2003. *Horse Behavior.* Norwich: Noyes Publications / William Andrew Publishing.
- Wszolek, T.** 2009. Noise Indicators for Corona Acoustic Signal from Power Lines - Estimation in Intensified Interference Conditions. *Archives of Acoustics*, **34**, 41-49.
- Wszolek, T. & Klaczinsky, M.** 2014. Automatic detection of long-term audible noise indices from corona phenomena on UHV AC power lines. *Acta Physica Polonica A*, **125**, A93-A98.
- Xingming, B., Shunxu, Z., Shuwei, W., Lin, L., Liming, W., Bin, D., Kaifeng, Q. & Zhicheng, G.** 2014. Surface roughness effects on corona-generated radio noise for long-term operating conductors. In: *Electromagnetic Compatibility (EMC Europe), 2014 International Symposium on*, pp. 1107-1111.



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

---

Wageningen UR Livestock Research  
Postbus 338  
6700 AH Wageningen  
T 0317 48 39 53  
[info.livestockresearch@wur.nl](mailto:info.livestockresearch@wur.nl)  
[www.wageningenUR.nl/livestockresearch](http://www.wageningenUR.nl/livestockresearch)

Livestock Research Rapport 907



---

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

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

---