



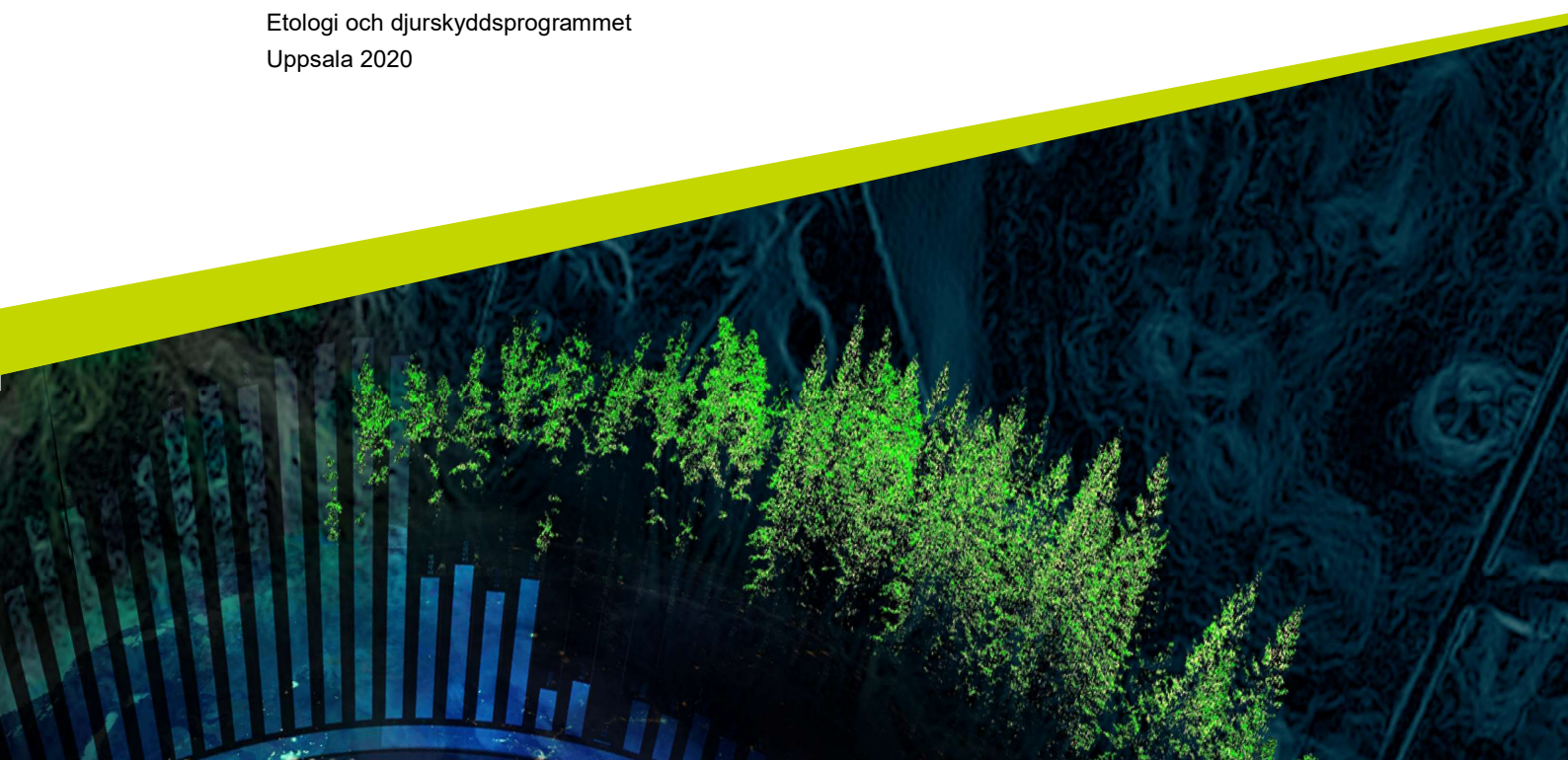
Virtuella stängsel för getter (*Capra hircus*)

– effekter på välfärden

Effects of virtual fences on goat (Capra hircus) welfare

Malin Reimeskog

Självständigt arbete i biologi • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för husdjurens miljö och hälsa
Etologi och djurskyddsprogrammet
Uppsala 2020



Virtuella stängsel för getter (*Capra hircus*) – effekter på välfärden

Effects of virtual fences on goat (Capra hircus) welfare

Malin Reimeskog

Handledare: Anna Wallenbeck, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för husdjurens miljö och hälsa

Examinator: Anette Wichman, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för husdjurens miljö och hälsa

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i biologi

Kurskod: EX0867

Program/utbildning: Etologi och djurskyddsprogrammet

Kursansvarig inst.: Institutionen för husdjurens miljö och hälsa

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2020

Nyckelord: Get, *Capra hircus*, virtuella stängsel, osynliga stängsel, djurskydd, elektrisk utrustning, välfärd, associativ inläring, djurhållning

Keywords: Goat, *Capra hircus*, virtual fences, invisible fences, animal protection, electronic devices, animal welfare, associative learning, animal husbandry

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Institutionen för husdjurens miljö och hälsa

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Mer information om publicering och arkivering går att hitta här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

1. Abstract

There are currently about 20,000 goats in Sweden. In a survey on goat farming by the Swedish Board of Agriculture, it was discovered that goat farmers often perceive the enclosure of goats as problematic. There is a growing interest in virtual fencing in Sweden, which offers a solution to fence off animals without the work of setting up physical fences. Instead, virtual fences use necklaces, which give a warning signal and electric shock when the animal approaches a virtual border. The necklaces are connected to GPS or a cable on the ground that determines the enclosure boundaries. NoFence is a virtual fence currently allowed for use on goats in Norway. The Swedish Board of Agriculture has taken part of two studies on NoFence but deemed that the studies did not meet the standard of animal welfare in Sweden. It is, at this time, not allowed to use electrical equipment to control animal behavior in Sweden, but the Swedish Board of Agriculture can provide exceptions to this law.

The focus of this literature study has been to investigate animal welfare aspects of virtual fencing for goats in order to provide a scientific basis for future assessments of the suitability of using virtual fencing systems in Sweden. Virtual fencing could offer a cost-effective alternative to physical fencing. It can also provide more effective land utilization by making it easier to move animals. However, there are problems with virtual fencing that must be considered, for example, that GPS-based systems often do not work flawlessly. The animals must also be able to learn the systems on an individual level, not just group level.

Studies on goats cognitive- and learning ability have been reviewed to see if goats have the capability to understand virtual fences. The studies have showed that goats have good ability for motor self-regulation and successfully can discriminate between similar visual symbols. It gives an indication that they have sufficient ability to function in virtual enclosures, but more studies are needed to see how their welfare would be affected over time.

This study found that goats at least have the ability to learn virtual fences where a visible cable delimits the enclosure. There is an indication that goats can adapt to virtual enclosures, but more studies are needed on how their welfare is affected.

There is also need for more advanced GPS technology so that the animals will not receive inaccurate electric shocks.

Innehållsförteckning

1. Abstract	5
2. Inledning.....	10
2.1. Bakgrund	10
2.2. Hållande av getter i Sverige	10
2.3. Virtuella stängsel	11
2.4. Getters välfärd	12
2.5. Djurskyddslagstiftningen och elstötar	12
3. Syfte och frågeställningar	14
4. Material och metod.....	15
4.1. Utförande	15
4.2. Begränsningar	15
4.3. Diskussion om vald metod – för och nackdelar.....	16
5. Resultat.....	17
5.1. Getters beteenden.....	17
5.1.1. Grundläggande etologi	17
5.1.2. Getters inlärningsförmåga	18
5.1.3. Får och getter – en jämförelse	20
5.2. Elstötar effekt på beteende och välfärd	21
5.3. Virtuella stängsel	22
5.3.1. Hur fungerar virtuella stängsel?.....	22
5.3.2. Virtuella stängsel för getter	22
5.3.3. Virtuella stängsel för får och nöt	24
5.4. Välfärd	25
5.5. Djurskyddslagstiftning i Sverige	26
5.5.1. L109	26
5.5.2. Djurskyddslagstiftningen och naturligt beteende	26
5.5.3. Virtuella stängsel och djurskyddslagstiftningen i Sverige	27
6. Diskussion.....	28
6.1. Kan getter lära sig virtuella stängsel?	28
6.2. För och nackdelar med virtuella stängsel.....	29

6.2.1.	Fördelar med virtuella stängsel för.....	29
6.2.2.	Nackdelar med virtuella stängsel gällande... ..	30
6.3.	Lagstiftningen och virtuella stängsel	32
6.4.	Etiskt perspektiv på virtuella stängsel	32
6.5.	Arbetet ur ett hållbarhetsperspektiv.....	33
6.6.	Studiens användbarhet och framtida forskning	33
6.7.	Litteraturens för och nackdelar	34
6.8.	Slutsats	35
7.	Populärvetenskaplig sammanfattning	36
8.	Tack.....	38
9.	Referenser	39

2. Inledning

2.1. Bakgrund

Geten (*Capra hircus*) är en flexibel art som kan utnyttja flera typer av födoresurser (Dwyer, 2017). De betar gärna gräs, löv, buskar, tistlar och sly (Dwyer, 2017). Getter är även effektiva klättrare som kan ta sig upp i träd för att komma åt föda (Dwyer, 2017). Getter som hålls på bete på semi-naturliga gräsmarker spenderar över 60% av dygnet till att beta (Pokorná *et al.* 2013). Deras förmåga att överleva på lågkvalitativt foder gör att de oftast hålls på platser där annan typ av djurhållning eller förädling av mark inte är möjlig (Dwyer, 2017). Getter anses vara viktiga för framtida anpassningar till klimatförändringar eftersom de har hög förmåga att omvandla foder till mjölk och kött samt avger relativt liten del metan jämfört med andra idisslare (Koluman Darcán & Silanikove, 2018).

Domesticeringsprocessen av getter inleddes för uppskattningsvis 10,000 år sedan i västra Asien, vilket gör geten till en av de äldsta domesticerade raserna (Nomura *et al.*, 2013). Det finns i nuläget ungefär 700 miljoner domesticerade getter i världen och mer än tre-fjärdedelar av dessa hålls i utvecklingsländer i Asien och Afrika (Dwyer, 2017).

2.2. Hållande av getter i Sverige

I juni 2018 skattades antalet getter i Sverige till ca 20,000 och antalet gethållare till ca 2,400 (Jordbruksverket, 2019). Gethållningen är främst småskalig och 40% av getterna i Sverige hålls för hobby och resterande i näringsverksamheter (Jordbruksverket, 2019). I Jordbruksverkets undersökning uppgavs att syftet med gethållningen var att hålla betesmarker öppna, för hobby, för bevarande av utrotningshotade arter eller för produktion (Jordbruksverket, 2019). Jordbruksverket menar att det finns ett växande intresse för att gethållning och att produktionen troligtvis kommer öka i Sverige (Jordbruksverket, 2019).

Ungefär hälften av den mark som getter hålls på i Sverige är övrig mark som inte används för bete eller produktion av grödor, utan exempelvis skogsmark (Jordbruksverket, 2019). Flera djurhållare uppgav i undersökningen att getterna är effektiva för markunderhåll och för att få bort sly (Jordbruksverket, 2019). Problem som gethållare uppgav är däremot att getter är svåra att stängsla in, vilket leder till att de avstår från att hålla getterna på marker som egentligen skulle kunna utnyttjas till bete (Jordbruksverket, 2019).

2.3. Virtuella stängsel

Termen virtuella stängsel används ofta i bred bemärkelse och gemensamt för systemen är att de syftar till att avgränsa, stänga inne eller kontrollera djurs rörelse utan att använda sig av fysiska stängsel (Umstatter, 2011). Begreppet omfattar exempelvis nergrävda/synliga kablar på marken med anslutna halsband som kan avge ljudsignaler och elstötar, eller GPS-styrda system med anslutna elektriska halsband.

Virtuella stängsel är en intressant teknisk utveckling i lantbruket eftersom de ger ökade möjligheter för djurhållare och lantbrukare att optimera betesmarker och komma åt områden som idag inte används (Umstatter, 2011). Virtuella stängsel öppnar möjligheten att enklare flytta djur utan arbetet med att bygga fysiska staket, vilket kan minska arbetsbördan och vara mer kostnadseffektivt än traditionella stängsel (Umstatter, 2011). Det finns dock få virtuella system tillgängliga på marknaden i dag för lantbruksdjur (Umstatter, 2011). Det beror på att systemen ofta inte är kompatibla med många länders lagstiftning samt att virtuella stängsels påverkan på djurs välfärd inte är helt vetenskapligt klarlagd (Umstatter, 2011).

2018 begärde Jordbruksverket ett yttrande från SLU:s vetenskapliga råd gällande digital tillsynsteknik i djurhållning (Jordbruksverket, 2019-04-29). Yttrandet beskriver att det finns många obesvarade frågor om hur djur kan anpassa sig till virtuella stängsel, sett både hur djuren påverkas under inläring och under bruk av systemet (Jordbruksverket, 2019-04-29).

Jordbruksverket har utöver yttrandet även tagit del av två studier gjorda på det norska GPS-baserade virtuella stängslet NoFence och gjorde bedömningen att NoFence inte når upp till djurskyddsnivån i Sverige (K. Olsson, Jordbruksverket, personligt meddelande, 31 mars 2020). NoFence är idag godkänt i Norge för användning på getter (Eftang & Bøe, 2017; K. Olsson, Jordbruksverket, personligt meddelande, 31 mars 2020). Jordbruksverket menar till skillnad från Norge att det inte finns tillräckligt med vetenskapliga studier gjorda på inlärningsförmåga, stressnivå och välfärd hos getter för att tillåta att de utsätts för elstötar från halsband,

samt att det saknas studier på hur djuren påverkas av systemen över tid (K. Olsson, Jordbruksverket, personligt meddelande, 31 mars 2020).

2.4. Getters välfärd

Getter har anpassats både kognitivt och beteendemässigt till att hantera karg terräng och föränderliga miljöer (Zobel *et al.*, 2019). Denna flexibilitet har varit viktig för artens överlevnad, men kan i fångenskap leda till sämre välfärd och tristess genom att miljön inte erbjuder tillräcklig komplexitet eller utmaningar om getter hålls inomhus eller uppbundna (Zobel *et al.*, 2019).

Studier på virtuella stängsel och getter har visat att systemen kan erbjuda god välfärd, öppna möjligheter för att hålla djuren i naturliga miljöer och ge getter möjlighet till naturligt beteende, men att det samtidigt finns risker om alla djur inte lär sig förstå systemet (Fay *et al.*, 1989; Eftang & Bøe, 2017; Lee *et al.*, 2018).

Naturligt beteende kan definieras som beteenden vilka observeras hos djur utan att de är eller har varit under inflytande av människor och genom att utveckla system där djuren kan utföra dessa beteenden kan djurens välfärd öka (Yeates, 2018).

Brist på dålig välfärd och lidande innebär inte automatiskt en god välfärd för djur, utan positiv välfärd sträcker sig längre och omfattar framförallt tre aspekter (Fraser *et al.*, 1997; Fraser, 2009).

- 1) Djurets upplevelse av sin miljö (dess affektiva status)
- 2) Djurets biologiska funktioner (god hälsa och produktion)
- 3) Möjlighet att utföra naturliga beteenden (Fraser, 2009).

Oenigheter i diskussioner kring djurs välfärd härstammar ofta från att olika tyngd läggs på betydelsen av dessa olika punkter (Fraser, 2009).

2.5. Djurskyddslagstiftningen och elstötter

I Sverige ska djur hållas och skötas i en god miljö som främjar deras välfärd och djur ska ha möjlighet att utföra beteenden de är starkt motiverade för och som är viktiga för deras välbefinnande, alltså naturliga beteenden (2 kap. 2 § Djurskyddslag (2018:1192)).

Användandet av virtuella stängsel ger möjlighet att hålla djur på ett friare sätt och kan leda till enklare utomhushållning (Umstatter, 2011). 2 kap. 16 § Djurskyddsförordningen (2019:66) föreskriver dock att utrustning eller anordningar som ger djur elektriska stötar i avsikt att styra deras beteenden inte är tillåtna. Det finns i dagsläget inga föreskrifter som skulle göra det möjligt att använda sig av virtuella stängsel i Sverige (K. Olsson, Jordbruksverket, personligt meddelande, 31 mars 2020). Samtidigt är intresset för virtuella stängsel stort bland djurhållare inom det svenska lantbruket och virtuella stängsel skulle även kunna stärka den biologiska mångfalden genom att djuren enklare kan hålla landskapen öppna (Sveriges Radio, 2019).

3. Syfte och frågeställningar

Syftet med arbetet var att studera djurvälfrdsaspekter av virtuella stängsel för getter. Arbetet avser till att ge ett vetenskapligt underlag för framtida bedömningar av lämpligheten att tillåta virtuella stängsel för getter i Sverige.

Frågeställningar:

- Kan getter lära sig förstå virtuella stängsel?
- Hur påverkar användandet av elhalsband getters välfärd?
- Vilka för/nackdelar medför användandet av virtuella stängsel för getter?
- Hur ser lagstiftningen ut idag och vad behöver justeras för att tillåta användningen av virtuella stängsel för getter?

4. Material och metod

4.1. Utförande

Arbetet utfördes i form av en litteraturstudie där innehållet har baserats på vetenskapliga artiklar och böcker. Ett flertal databaser användes för informationssökningen. Dessa var främst Web of Science och PubMed, men även Google Scholar, Scopus samt Sveriges Lantbruksuniversitets sökmotor Primo.

Sökord som användes var bland annat: virtual fences, invisible fences, electric shock, sheep, cattle, stress, goat cognition, goat welfare, associative learning, goat and sheep evolution.

Sökningar med dessa ord gav många träffar och ett urval gjordes där de första 40 artiklarnas abstract granskades. Därefter valdes artiklarna ut efter relevans. De utvalda artiklarnas referenser och artiklar som citerade de utvalda artiklarna användes för vidare informationsinsamling. Det fanns ett större underlag gällande virtuella stängsel för nötkreatur och får än för getter, och urval av dessa skedde efter årtal samt relevans.

Djurskyddslagstiftningen, statliga utredningar samt studier som inte är vetenskapligt granskade, exempelvis utredningen av NoFence av Eftang & Bøe (2017), har använts utöver de vetenskapliga publikationerna för information om hur Norge respektive Sverige ser på användandet av elektrisk utrustning på djur. Mailkontakt upprättades med Jordbruksverket för underlag om deras inställning till ämnet. Böcker baserade på vetenskapliga artiklar användes även för bakgrund. Böckernas tillförlitlighet granskades utifrån författarnas bakgrund och i relation till resultat av vetenskapliga studier.

4.2. Begränsningar

Arbetet var begränsat i tid och omfattning, vilket ledde till att avgränsningar gjordes gällande bredden på frågeställningarna samt i urvalet av forskning som använts till

resultatet. Endast information som var relevant för de specifika frågeställningarna användes. En begränsning är att studier på andra djurslag än det aktuella har använts, eftersom underlaget för endast get och virtuella stängsel är sparsamt.

4.3. Diskussion om vald metod – för och nackdelar

Fördelar med litteraturstudier är att arbetet får ett brett vetenskapligt underlag, där flera aspekter av getters beteende, kognition och välfärd kan undersökas och vävas samman för nya insikter. Syftet med arbetet var att skapa ett vetenskapligt underlag för framtida studier och beslut gällande virtuella stängsels användbarhet i Sverige för getter. Arbetet i sig kan däremot inte uttala sig om lämpligheten att använda systemen, utan endast ge en sammanfattning av relevant vetenskapligt material som finns om getter i relation till virtuella stängsel, samt belysa områden där information saknas.

Nackdelar med litteraturstudier är att arbetets slutsatser bygger på resultat från andra studier. Det förutsätter att dessa är vetenskapligt trovärdiga och relevanta för arbetet. I vissa av de vetenskapliga studierna presenteras inte fullständiga data eller så har olika metoder använts, vilket medför att jämförelser kan vara problematiska. Det finns även en risk att urvalet inte sker helt objektivt av författaren. Det undveks genom att balans i insamlad information eftersträvades, där studier inte valdes utifrån deras resultat utan utifrån deras relevans för frågeställningarna.

5. Resultat

5.1. Getters beteenden

5.1.1. Grundläggande etologi

Domesticerade getter (*Capra hircus*) är hovdjur och tillsammans med får tillhör de underfamiljen Caprini (Dwyer, 2017). Tamgeten härstammar från den vilda geten som går att finna i Asien och runt medelhavet (Dwyer, 2017). Vilda getter lever främst i karga och bergiga miljöer men har framgångsrikt koloniserat både öar, arktiska miljöer och ökenmiljöer (Dwyer, 2017). Betning samt födosökning upptar en tredjedel av getters aktiva tid och de är selektiva betare med högre preferens för mer näringstäta grödor än vad får har (Ngwa *et al.*, 2000). Getter har förmågan att stå på bakbenen under långa perioder vilket gör att de kan komma åt löv och skott på träd och de kan överleva på födoämnen som är svåra för andra djur att smälta, exempelvis sly (Tuncer *et al.*, 2016; Ngwa *et al.*, 2000). Både vilda och tama getter är sociala djur som lever i små till medelstora matrifokala flockar, alltså flockar som leds av en get, och kunskap om födotillgång, vattenplatser och skydd överförs från get till killing (Dwyer, 2017). Ledargeten har auktoritet att påverka gruppens aktivitet och gruppen följer henne i ett led vid förflyttning (Dwyer, 2017; Muminov *et al.*, 2019).

Getter lever i linjära hierarkier och använder läten, stängningar eller agonistiska beteenden som hot för upprätthållning av hierarkin i flocken (Barroso *et al.*, 2000). Agonistiska beteenden används för att försvara både sig själv samt födoresurser (Tuncer *et al.*, 2016). Det innebär att en ökad resurstillgång kan förbättra välfärden hos getter genom minskad aggression och frustration (Barroso *et al.*, 2000).

Eftersom getter är sociala djur blir de stressade av att separeras från flocken (Siebert *et al.*, 2011). De reagerar med minskad aktivitet när de isoleras helt från artfränder (Siebert *et al.*, 2011). Vid delvis isolation, där geten kan känna lukten av artfränder men inte se dem, motiveras geten starkt att återuppta den sociala kontakten (Siebert *et al.*, 2011). Det sker genom vokaliseringar och ökad fysisk aktivitet som

exempelvis hoppningar (Siebert *et al.*, 2011). Likväl visade en studie av Fay *et al.* (1989) att getter är ovilliga att få elstötar för att återförenas med sin flock. I försöket hade en av sex getter ett elhalsband som avgränsade geten till ett visst område, där en elstöt erhöles om geten gick över den osynliga gränsen (Fay *et al.*, 1989). Geten med elhalsband var inte villig att passera gränsen för att återförenas med sin flock när dessa lämnade den osynliga inhägnaden, men däremot visade geten stark ångest över att vara separerad mer än 20 meter från sina flockmedlemmar (Fay *et al.*, 1989). Getterna utan elhalsband i samma studie vandrade i sin tur aldrig mer än 50 meter från geten med elhalsband (Fay *et al.*, 1989).

Trots att getter är sociala flockdjur har studier visat att vuxna getter, till skillnad från får, förlitar sig mer på personlig information än social information när båda finns tillgängliga (Baciadonna *et al.*, 2013; Briefer *et al.*, 2014). Social information innebär att ett djur baserar sitt beteende på information den erhåller från andra djur, medan personlig information innebär att djuret vill forma en egen uppfattning oberoende av andra djurs beteenden (Baciadonna *et al.*, 2013). Getter använder sig inte av information från en demonstratör för att komma åt en belöning, oavsett demonstratörens rank, när de ska ta beslut om tillvägagångssätt (Baciadonna *et al.*, 2013; Briefer *et al.*, 2014). Det innebär att vuxna getter hellre förlitar sig på egna erfarenheter än att härma sina flockmedlemmar (Baciadonna *et al.*, 2013). Orsaken kan härledas till att getter är selektiva betare som baserar sina födoval på egen information snarare än vad flockmedlemmarna förmedlar (Baciadonna *et al.*, 2013).

Getter besitter särdrag som associeras med avancerad kognition, bland annat att de lever i komplexa sociala fission-fusion grupper (Briefer *et al.*, 2014). Det innebär att getter bildar födosöksgrupper där individer ansluter eller lämnar gruppen utan att det påverkar gruppmedlemmarnas beteende och att gruppstorleken därför ändras över dygnet (Shi *et al.*, 2005).

5.1.2. Getters inlärningsförmåga

Flera studier har visat att getter presterar högt i kognitiva tester och kan utveckla inlärningsstrategier samt generalisera kunskap till nya situationer eller problem. Getter har exempelvis förmåga till motorisk självreglering (Langbein, 2018). Det innebär att de kan hämma en naturlig respons på ett stimuli och istället utföra ett annat beteende för att nå ett mål (Langbein, 2018). I en studie av Langbein (2018) testades getters förmåga att utföra ett omvägsbeteende genom att getter erbjöds genomskinliga cylindrar där belöningen syntes igenom (Langbein, 2018). Getterna visade förmåga att inhibera responsen att direkt röra den genomskinliga behållarens långsida där belöningen syntes, för att istället omedelbart rikta fokus mot cylinderns sida för att komma åt belöningen (Langbein, 2018). Forskarna menar att aspekter av getens sociala liv och födoekologi kan vara en förklaring till framgången

(Langbein, 2018). Samtidigt var det en individuell variation hos getterna gällande förmågan att inhibera ett beteenden till förmån för ett annat (Langbein, 2018).

Getter kan även memorera beteendekedjor och kopplingar mellan olika beteenden under långa tidsperioder (Briefer *et al.*, 2014). I en studie av Briefer *et al.* (2014) lärde sig getter att först dra i ett rep och sedan lyfta en hävstång för att komma åt en belöning. När forskarna testade getterna efter 10 månader kunde de utföra beteendekedjan under samma tid eller snabbare (Briefer *et al.*, 2014). En studie av Sherry *et al.* (1994) visade även att getter kan tränas att utföra komplexa beteendekedjor i flera led samt generalisera dem till nya miljöer. När getterna hade lärt sig att utföra beteendena i studien, bland annat att ta sig över/igenom hinder och trycka på en panel med knappar för att få belöning, så flyttades banan utomhus och ordningen ändrades (Sherry *et al.*, 1994). Getterna kunde bibehålla kopplingen och korrekt utföra hinderbanan trots förändringen i ordning och miljö (Sherry *et al.*, 1994).

Gällande visuell diskriminering så har getter förmåga att utveckla problemlösningsstrategier och bli bättre på att lösa visuella problem över tid (Langbein *et al.*, 2007b). I en studie av Langbein *et al.* (2007b) utsattes getter för nio olika visuella diskrimineringsproblem bestående av olika symboler på en skärm, där valet av en av fyra symboler belönades (Langbein *et al.*, 2007b). Getterna lärde sig att förbättra sin prestation i testerna både tidsmässigt och gällande förmågan att välja rätt symbol, då antal försök för att nå inlärningskriteriet minskade signifikant över tid (Langbein *et al.*, 2007b). Andra studier har också rapporterat förmåga hos getter att forma kategorier utifrån visuella likheter hos artificiella symboler och generalisera denna kunskap till nya symboler (Meyer *et al.*, 2012).

Användandet av sekundär förstärkning är generellt accepterat för att stärka operant inlärning hos djur och har visats ha goda effekter på inlärningen hos getter (Langbein *et al.*, 2007a). Sekundär förstärkning är ett stimuli, i detta fall en ljudsignal, som djuren lärt sig koppla till den primära förstärkningen (belöningen) (Langbein *et al.*, 2007a). I studien fick getter lära sig diskriminera mellan olika liknande symboler på en skärm, där ett av fyra val var belönade (Langbein *et al.*, 2007a). De djur som fick sekundär förstärkning hade högre daglig inlärning vid introducering av nya symboler och det tog tre gånger färre försök gentemot kontrollgruppen som endast fick primär förstärkning, att nå inlärningskriteriet (Langbein *et al.*, 2007a).

Även om getter har förmåga att visuellt diskriminera mellan liknande symboler och kan skapa inlärningsstrategier så finns det individuell variation i inlärningsförmågan. Nawroth *et al.* (2017) undersökte hur olika personlighetsdrag

hos getter påverkar deras förmåga till inläring. Forskarna kom fram till att mindre sociala getter är bättre på att identifiera ett gömt objekts position och att mindre utforskande getter är bättre på att följa ett objekts bana när det flyttas, eftersom de troligtvis blev mindre exalterade (Nawroth *et al.*, 2017).

Getter kan alltså framgångsrikt lära sig kategorisera visuella symboler och generalisera sin kunskap, men det finns individuella skillnader i förmågan att utveckla inlärningsstrategier (Nawroth *et al.*, 2017).

5.1.3. Får och getter – en jämförelse

Det finns få studier gjorda på virtuella stängsel, stress eller elstötars effekt på getter, men däremot har ett flertal studier gjorts på får (Jouven *et al.*, 2012; Destrez *et al.*, 2013a; b; Brunberg *et al.*, 2015, 2017; Marini *et al.*, 2018a; b; Kearton *et al.*, 2019).

Får och getter är två nära besläktade arter och beteenden hos genetiskt lika arter är ofta snarlika (Tuncer *et al.*, 2016; Alberto *et al.*, 2018). Domesticeringen av får och getter skedde parallellt och trots skillnader i hur genselektionen har gått till så har resultatet av domesticeringarna lett till motsvarande genetiska förändringar hos båda arterna (Alberto *et al.*, 2018). Vämnen utvecklades sannolikt för omkring 35-40 miljoner år sedan och getter och får blev separata arter för ungefär 4 miljoner år sedan (Jiang *et al.*, 2014).

Trots arternas genetiska likheter så verkar skillnader finnas i får och getters kognitiva förmåga. Nawroth *et al.* (2014) gjorde en jämförande studie gällande arternas förmåga till inferential reasoning - förmågan att generalisera och bilda ny kunskap genom deduktivt tänkande. Detta undersöktes i tester om fåren och getterna kunde dra slutsatser om en belönings plats utifrån direkt eller indirekt information (Nawroth *et al.*, 2014). Djuren fick först lära sig att det fanns belöning under en av två ogenomskinliga koppar (Nawroth *et al.*, 2014). I det direkta försöket lyftes koppen med belöning, medan koppen utan belöning lyftes i det indirekta försöket (Nawroth *et al.*, 2014). Getterna visade, med individuell variation, förmåga att dra slutsatser om var belöningen befann sig utifrån den tomma koppen (Nawroth *et al.*, 2014) Inga får i försöket kunde däremot använda indirekt information för att komma åt belöningen (Nawroth *et al.*, 2014). Forskarna drog därför slutsatsen att getter har högre kognitiv förmåga att etablera association mellan synliga och föreställda händelser än vad får har (Nawroth *et al.*, 2014, 2019).

5.2. Elstötars effekt på beteende och välfärd

Muminov *et al.* (2019) testade en typ av virtuellt stängsel där en get av nio hade halsband, samt hur effektivt olika ljud fungerade för att hålla geten inom den virtuella inhägnaden. Forskarna mätte getens beteende i realtid och kunde se att geten oftare valde att vända om som reaktion på elstöt ju längre studien pågick (Muminov *et al.*, 2019). De uppgav att geten med elhalsband inte verkade bli stressad av att vistas nära den virtuella gränsen, även efter den erhållit varningssignaler och elstötar (Muminov *et al.*, 2019). Samtidigt kan noteras att reaktioner på elstöt, som att hoppa eller rycka till, även ökade med tiden i studien (Muminov *et al.*, 2019).

Eftang & Bøe (2017) gjorde en undersökning på virtuella stängsels påverkan på getters välfärd. Getter som var oerfarna med systemet reagerade på elstöten med att rycka eller hoppa till, vokalisera eller genom att springa framåt (Eftang & Bøe, 2017). Getter som tidigare hade erfarenhet av att vistas i virtuella inhägnader reagerade däremot med lätt besvär när de erhöll en elstöt (Eftang & Bøe, 2017).

Oförutsägbara och okontrollerbara miljöer kan ha negativ inverkan på välfärden och kan leda till ett ökat rädslebetende hos djur om de pågår under lång tid (Destrez *et al.*, 2013a). Lamm som utsattes för oförutsägbara händelser, exempelvis obehagliga dofter, ljud, individuell fasthållning med mera under sex veckor, visade beteendemässiga förändringar (Destrez *et al.*, 2013a). Lammen tog mindre kontakt med obekanta objekt, vokaliserade mer och var mindre bemötande gentemot människor (Destrez *et al.*, 2013a). De hade även lägre leukocytnivå och hjärtfrekvens vilket indikerar på långvarig stress (Destrez *et al.*, 2013a). Ökad vokalisering tyder på negativa känslor hos djuret och det uttrycks ofta under isolering (Destrez *et al.*, 2013a).

Långvarig eller kronisk stress har i sin tur hämmande effekt på den kognitiva förmågan hos får och leder till mer pessimistiska bedömningar av närmiljön samt sämre förmåga till inläring (Destrez *et al.*, 2013b). I studien tog de stressade fåren fler irrationella och felaktiga beslut när de testades i att skilja mellan två visuella stimuli i ett inläringstest, där det ena valet belönades och det andra bestraffades (Destrez *et al.*, 2013b). Upprepade negativa upplevelser under lång tid kan därför leda till förlängda negativa affektiva tillstånd, vilket på sikt även påverkar djurets prestation och inlärningsförmåga (Destrez *et al.*, 2013b).

Kearton *et al.* (2019) testade hur beteende och blodkortisolnivå påverkades hos får som utsattes för antingen ljudsignal, fixering upp och ned (vilket ofta sker vid klippning) eller tre elstötar (320 V) från halsband. De kunde se att fixeringen utlöste

fler stressresponser som ökad kortisolnivå än kontakten med elstöt, men att elstöten var mer stressande än ljudsignalen (Kearnton *et al.*, 2019).

En studie av Lee *et al.* (2008) undersökte hur nötkreatur påverkas av elstötar från halsband (600 V, 250 mW) och kom fram till att effekterna på kortisol, β -endorfin, hjärtrytm och beteende var liknande som när djuren blev fixerade fysiskt. Stressresponserna av elstöterna var på samma nivå som att bli fixerad i en cattle crush utan behandling under 15 minuter, vilket görs vid exempelvis klövtrimning (Lee *et al.*, 2008). Djur som fick elstöt var dock snabbare på att lämna cattle crushen (Lee *et al.* 2008). Forskarna tolkade detta som att djuren upplevde elstöterna som aversiva, men att stressresponserna var snabbt övergående då ingen skillnad fanns i beteende mellan behandling och kontrollgrupp efter 10 minuter (Lee *et al.*, 2008).

Gällande inläring av fysiska elstängsel med tråd såg McDonald *et al.* (1981) att naiva nötkreatur lärde sig att förstå inhägnaden under den första timmen. I studien fick djuren som mest tre elstötar innan de undvek det fysiska staketet, men de flesta nötkreatur behövde inte komma i kontakt med stängslet alls för att lära sig att undvika det (McDonald *et al.*, 1981).

5.3. Virtuella stängsel

5.3.1. Hur fungerar virtuella stängsel?

Syftet med virtuella stängsel är att hägna in djur utan att använda fysiska stängsel, där djurets beteende istället kontrolleras genom signaler (Anderson, 2007). Virtuella stängsel använder positiv bestraffning (elstöt från ett elhalsband) för att lära in en undvikande respons på ett betingat stimuli (varningssignal) hos djur, där bestraffningen måste vara tillräckligt aversiv för att skapa ett undvikande beteende men samtidigt inte vara skadlig för djuren (Campbell *et al.*, 2018; Kearnton *et al.*, 2019).

Skillnaden mellan virtuella stängsel och fysiska elstängsel är att djuren måste lära sig associera en varningssignal till en följande elstöt, istället för att associera elstöten till beröring av ett fysiskt, visuellt stängsel (Jordbruksverket, 2019-04-29).

5.3.2. Virtuella stängsel för getter

Ett fåtal undersökningar har genomförts på virtuella stängsel och getter. En tidig studie av Fay *et al.* (1989) använde halsband kopplade till en synlig kabel på marken utvecklade för hundträning på getter. När getterna närmade sig gränsen fick de en varningssignal, följt av en elstöt (65 V, 45 mA) om de inte stannade eller vände

tillbaka (Fay *et al.*, 1989). Getterna erhöj i snitt fyra till sex elstötar per djur innan de lärde sig att röra sig tillbaka inåt i den virtuella inhägnaden (Fay *et al.*, 1989). Forskarna uppskattade att det tog ungefär 30 minuter för getterna att lära sig kopplingen mellan varningssignal och elstöt och inga fler elstötar observerades i studien efter inläringen (Fay *et al.*, 1989). Enligt Fay *et al.* (1989) kunde fem av sex getter framgångsrikt tränas att undvika elstöt och de menar att systemet är effektivt för att hålla getter inom ett avgränsat område. Däremot observerade forskarna även "otränbara" getter som togs ur experimentet eftersom de inte reagerade alls på elstöterna (Fay *et al.*, 1989).

Muminov *et al.* (2019) testade ett GPS-styrt system på getter där en ledarget fick elhalsband, medan de övriga nio i flocken var utan. I studien var elstöterna högst 10 kV och varierade beroende på hur långt från den virtuella gränsen geten befann sig (Muminov *et al.*, 2019). Antalet varningssignaler geten fick minskade under försökets fem dagar (Muminov *et al.*, 2019). Risken för geten att få en elstöt efter varningssignal var i snitt 20% och de ljud som var mest effektiva för att hålla geten innanför gränsen var hundskall eller plötsliga, akuta ljud (Muminov *et al.*, 2019). Geten uppgavs vara snabb att lämna det virtuella området när den virtuella gränsen togs bort, en antydning att den förstod kopplingen mellan varningssignalen och elstöten istället för att associera elstöten till den fysiska platsen (Muminov *et al.*, 2019).

I Norge används idag det virtuella GPS-baserade systemet NoFence på ungefär 100 getgårdar (Eftang & Bøe, 2017). Ett projekt startades 2017 tillsammans av Norges miljö- och biovetenskapelige universitet, Mattilsynet och NoFence AS för att undersöka hur NoFence-systemet påverkar getters välfärd (Eftang & Bøe, 2017). Under sju dagar observerades beteende och reaktioner på varningssignaler och elstötar (3 kV, 0,1 Joule) hos 10 erfarna flockar med totalt 92 getter, 6 oerfarna flockar med totalt 53 getter och 4 flockar med totalt 37 erfarna getter där gränsen flyttades (Eftang & Bøe, 2017). Majoriteten av getterna i flockarna hade elhalsband (Eftang & Bøe, 2017).

I genomsnitt fick de oerfarna flockarna 5,93 varningssignaler och 1,89 elstötar per dag och get (Eftang & Bøe, 2017). De erfarna flockarna fick i snitt 10,6 varningssignaler och 0,41 elstötar per dag och get (Eftang & Bøe, 2017). Den get som erhöj minst varningssignaler fick endast 10 varningar under sju dagar, medan den get som fick flest varningssignaler erhöj totalt 1039 stycken (Eftang & Bøe, 2017). Geten som mottog flest varningssignaler fick elstöt per 35,8 varningssignal och hade en vana att uppehålla sig nära den virtuella gränsen, till skillnad från den get med minst varningssignaler (Eftang & Bøe, 2017). Ett fåtal rymningar registrerades hos oerfarna grupper eller grupper där gränserna flyttades (Eftang &

Bøe, 2017). I rapporten bedömde författarna att NoFence-systemet har väldigt liten risk att påverka getters välfärd negativt (Eftang & Bøe, 2017).

5.3.3. Virtuella stängsel för får och nöt

Studier gjorda på virtuella stängsel med får har gett varierande resultat. När det norska GPS-baserade systemet NoFence testades på en grupp med 24 tackor lyckades 37,5 % av fåren lära sig att associera varningssignalen med elstöten (4 V, 0,1 J) (Brunberg *et al.*, 2015). Av de nio får som lyckades så tog det i snitt sju interaktioner med det virtuella stängslet innan de lärde sig förstå kopplingen mellan varningssignal och elstöt och kunde välja att undvika gränsen (Brunberg *et al.*, 2015). När de nio tackorna testades ytterligare genom att det virtuella stängslet flyttades, ledde det till att tackorna återigen gick över gränsen och fick elstötar (Brunberg *et al.*, 2015).

I en senare studie av Brunberg *et al.* (2017) så testades NoFence på mindre grupper om tre tackor med lamm. Forskarna använde sig av ett fysiskt staket vid inläringen av den virtuella gränsen, där en fysisk sida togs bort varje dag (Brunberg *et al.*, 2017). Antalet elstötar (4 kV, 0,1 J) minskade från i snitt 4,4 stycken per tacka under dag tre när det fysiska staket togs bort helt till 1,5 elstötar dag 4 (Brunberg *et al.*, 2017). När forskarna sedan testade ytterligare grupper om åtta tackor med lamm fick dock 77% av tackorna det maximala antalet elstötar då virtuellt stängsel placerats på båda kortsidorna av inhägnaden, varav experimentet avslutades av välfärdsskäl (Brunberg *et al.*, 2017). Forskarna menade att ingen av grupperna verkade lära sig kopplingen mellan varningssignal och elstöt och att virtuella stängsel kompromissar välfärden i för stor utsträckning för får (Brunberg *et al.*, 2017). Brunberg *et al.* (2017) avrådde från framtida testning av NoFence på får.

Jouven *et al.* (2012) testade ett system utvecklat för hundar på tackor, med elhalsband kopplade till en synlig kabel på marken. Studien visade att tackorna lärde sig associera varningssignalen med elstöten efter ett par försök och att fåren generellt höll sig på rätt sida om gränsen (Jouven *et al.*, 2012). Forskarna såg däremot att gruppstorleken påverkade fårens beteende, där ett högre antal tackor passerade gränsen när de var 25 i gruppen jämfört med 5 (Jouven *et al.*, 2012). Ingen information uppgavs om antalet elstötar.

Elhalsband utvecklade för hundträning kopplade till handhållna GPS-enheter användes för att avgränsa en mindre paddock för sex stycken får först delvis, sedan helt i en studie av Marini *et al.* (2018a). Fåren var, till skillnad från Jouven *et al.* (2012) studie, bättre på att hålla sig inom gränsen när de testades i grupp (Marini *et al.*, 2018a). När den virtuella gränsen togs bort passerade fåren den efter 30 minuter vilket indikerade att de lärt sig koppla varningssignalen till elstöten och inte den

fysiska platsen (Marini *et al.*, 2018a). Det tog i snitt åtta interaktioner med det virtuella stängslet för fåren att skapa en association mellan varningssignal och elstöt (Marini *et al.*, 2018a). Fåren utlöste i snitt fem elstötar per individ under tre dagar och 19% av varningssignalerna följdes av elstöt (Marini *et al.*, 2018a).

Ytterligare en studie av Marini *et al.* (2018b) använde manuellt handhållna GPS-enheter kopplade till elhalsband utvecklade för hundträning (Marini *et al.*, 2018b). Fåren testades enskilt och det tog i snitt tre varningssignaler följda av elstöt (320 V) för att fåren skulle lära sig att ändra sitt beteende, men även efter inläring var risken för ett får att få en varningssignal följt av en elstöt 48% (Marini *et al.*, 2018b). Antalet får som interagerade med gränsen minskade dock över tid och när den virtuella gränsen togs bort korsade fåren den utan problem (Marini *et al.*, 2018b).

När ett virtuellt system med halsband kopplade till en synlig kabel på marken testades på 10 kvigor så verkade kvigorerna använda kabeln som visuell indikation för gränsen och inga kvigor passerade över den i försöket (Umstatter *et al.*, 2015). Den visuella informationen var även tillräcklig för att hålla kvigorerna inom området när systemet inte var aktiverat, eftersom de inte passerade kabeln trots att de inte erhöll varningssignal eller elstöt när de närmade sig (Umstatter *et al.*, 2015). Forskarna tolkade det som att en visuell gräns erbjuder starkare förstärkning än en audiom varning om en gräns (Umstatter *et al.*, 2015). Antal samt styrka på elstöterna rapporterades dock inte i studien.

I ett försök av Umstatter (2009) testades även om nötkreatur kunde hållas inom en virtuell inhägnad med endast varningssignal (100 dB) som avgavs av halsband på djuren, utan följande elstöt. I experimentet undvek 49% av nötkreaturen gränsen på ljud 1 (människoskrik) och 58% på ljud 2 (hundskall) och alltså höll sig ungefär hälften av korna innanför området endast med hjälp av varningssignal (Umstatter, 2009).

5.4. Välfärd

Med ökad komplexitet i djurhållningssystem finns även en ökad risk att vissa djur inte lär sig systemet (Lee *et al.*, 2018). Djuren måste tränas och vänjas vid virtuella stängsel, vilket innebär att de till en början inte förstår vad varningssignalen innebär och därför initialt inte kommer kunna undvika att få elstötar (Lee *et al.*, 2018). Tanken med virtuella inhägnader är att djuren återfår kontroll när de lär sig koppla varningssignalen till elstöten och på så sätt kan välja att undvika den (Kearton *et al.*, 2019). Det innebär inte ett stort välfärdspådrag om vissa djur upplever minskad kontroll eller oförutsägbarhet i sin miljö under korta perioder, men blir det

verklighet under lång tid kan det få allvarliga konsekvenser för djurets välfärd och leda till kronisk stress (Destrez *et al.*, 2013a; Lee *et al.*, 2018).

Samtidigt menar Zobel *et al.* (2019) att brist på kognitiva utmaningar vid exempelvis inomhushållning av getter leder till negativ välfärd, eftersom det inte främjar getternas utövning av naturliga beteenden. Getter har utvecklats i komplexa och föränderliga miljöer och anpassats efter detta, vilket gett dem goda kognitiva förmågor för diskriminering, inläring och minne (Zobel *et al.*, 2019). Välfärden kan därför främjas om getterna får utnyttja dessa egenskaper, eftersom de kan uppleva tristess vid inomhushållning (Zobel *et al.*, 2019).

5.5. Djurskyddslagstiftning i Sverige

När den gamla djurskyddslagen (1988:534) ersattes med den aktuella djurskyddslagen (2018:1192) så följde uppdateringar av föreskrifter, där den gemensamma föreskriften L100 för lantbruksdjur delades upp och blev artspecifik. Det skedde dock inga större förändringar i den nya föreskriften för getter, Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd (SJVFS 2019:22) om getthållning inom lantbruket m.m., saknr L109.

5.5.1. L109

L109 föreskriver om skötselbehov och övergripande krav som ställs för hållandet av getter. L109 innehåller däremot inga föreskrifter om exempelvis socialt behov och det är inte heller förbjudet att hålla getter uppbundna. Till skillnad från nötkreatur och får, som måste hållas i par eller grupp, finns inga sådana krav för getter (2 kap. 9 & 11 §§ Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd (SJVFS 2019:21) om fårhållning inom lantbruket m.m., saknr L107; 2 kap. 9-14 §§ Statens jordbruksverkets föreskrifter och allmänna råd (SJVFS 2019:18) om nötkreaturshållning inom lantbruket m.m., saknr L104).

5.5.2. Djurskyddslagstiftningen och naturligt beteende

I regeringens proposition 2017/18:147 (s. 1) utpekas att syftet med den nya djurskyddslagen är att främja djurs välfärd och att de ska kunna utföra beteenden de är starkt motiverade för och som är viktiga för deras välbefinnande (naturligt beteende), vilket föreskrivs i 2 kap. 2 § Djurskyddslagen (2018:1192). Vidare menar regeringen att en förutsättning för all djurhållning är att djuren mår fysiskt och psykiskt bra och att de ska få utföra beteenden som är viktiga för deras välbefinnande (Prop. 2017/18:147, s. 84). I propositionen gör regeringen även

bedömningen att alla djur bör hållas lösgående för att deras naturliga beteenden ska kunna tillgodose (Prop. 2017/18:147, s. 100).

5.5.3. Virtuella stängsel och djurskyddslagstiftningen i Sverige

SLU:s vetenskapliga råd gjorde bedömningen att virtuella stängsel kan leda till högre stressnivå för djur eftersom det verkar ta längre tid för djur att lära sig virtuella stängsel än fysiska elstängsel (Jordbruksverket, 2019-04-29). Samtidigt menar Jordbruksverket att de virtuella systemen kan ge stora möjligheter att utveckla djurhållningen och användas för att minska arbetsbördan för djurhållare (Jordbruksverket, 2019-04-29).

Enligt 2 kap. 7 § Djurskyddslagen (2018:1192) får inte utrustning användas i inhägnader utomhus som kan medföra en risk för att djuren skadas eller medför att deras hälsa försämras, samt verka störande på djuren. Det specificeras i 2 kap. 16 § Djurskyddsförordningen (2019:66), vilken föreskriver att utrustning eller anordningar som ger djur elektriska stötar i avsikt att styra deras beteende inte är tillåtna. 2 kap. 17 § Djurskyddsförordningen (2019:66) föreskriver dock att förbudet inte gäller för användning av elstängsel för inhägnader utomhus, samt att Jordbruksverket får föreskriva om undantag från förbud mot utrustning som ger elektrisk stöt.

Det finns i dagsläget inga undantag föreskrivna av Jordbruksverket som gör det möjligt att använda virtuella stängsel, som exempelvis NoFence, för getter i Sverige (K. Olsson, Jordbruksverket, personligt meddelande, 31 mars 2020). Jordbruksverket har tagit del av studierna av NoFence på getter, men till skillnad från Mattilsynet som godkände virtuella stängsel för getter baserat på rapporterna om NoFence, så anser Jordbruksverket att studierna som har gjorts inte når upp till den djurskyddsnivå som gäller i Sverige (K. Olsson, Jordbruksverket, personligt meddelande, 31 mars 2020).

6. Diskussion

6.1. Kan getter lära sig virtuella stängsel?

För att virtuella stängsel ska vara effektiva måste djuren ha förmåga att generalisera kunskapen till nya platser när gränsen flyttas (Brunberg *et al.*, 2015). Studier utförda på får har gett väldigt blandade resultat och får verkar generellt inte förstå NoFence-systemet, åtminstone inte när gränsen flyttades (Brunberg *et al.*, 2015, 2017). Studien av Nawroth *et al.* (2014) visar dock att getters kognitiva förmåga verkar vara högre än fårs. Det kan tolkas som att getter har bättre förutsättningar än får att lära sig mer komplexa system utan att det har för negativ effekt på välfärden, vilket även undersökningen på getter av Eftang & Bøe (2017) kom fram till. Eftang & Bøe (2017) menar att getter har goda möjligheter att anpassa sig till det virtuella systemet NoFence. Getterna verkade förstå systemet även när gränsen flyttades, med väldigt få rymningar och ingen signifikant ökning av antal elstötar (Eftang & Bøe, 2017).

Det finns inga renodlade studier gjorda på hur getter lär sig associera varningssignal till elstöt. Däremot har getter setts ha förmåga till motorisk självreglering (Langbein 2018). De kan även komma ihåg komplexa beteendekedjor under längre perioder och i nya miljöer (Sherry *et al.*, 1994; Briefer *et al.*, 2014). Getter har också förmågan att generalisera kunskap om visuella symboler och använda den kunskapen för att snabbare förstå nya liknande problem (Langbein *et al.*, 2007b; a, 2009; Meyer *et al.*, 2012; Nawroth *et al.*, 2017). Detta talar för att getter har tillräckliga kognitiva förmågor för att lära sig omdirigera en naturlig respons till förmån för ett annat inlärt beteende, något som kan anses vara grundläggande för inläringen av virtuella stängsel. Speciellt studier på virtuella stängsel med någon form av visuell markering, exempelvis kabel som gräns, har gett goda resultat både på get, får och nöt (Fay *et al.*, 1989; Jouven *et al.*, 2012; Umstatter *et al.*, 2015).

Utifrån studier på getters kognition och inlärningsförmåga, samt de få studier som undersökt getter i virtuella stängsel, så finns det underlag att påstå att getter har goda förutsättningar för att i framtiden kunna hållas med virtuella stängsel. Däremot

behövs det ytterligare studier för att säkerställa getternas välfärd och hur de påverkas i virtuella stängsel över tid.

6.2. För och nackdelar med virtuella stängsel

6.2.1. Fördelar med virtuella stängsel för...

Djurhållaren

Virtuella stängsel kostar mindre att tillverka och underhålla än konventionella stängsel (Umstatter, 2011). De öppnar även möjligheter för effektivare bete genom att djurhållaren kan hägna in otillgängliga, bergiga, branta eller skogbeklädda markytor vilka inte används eftersom det ofta anses för tids- och arbetskrävande att sätta upp fysiska staket (Umstatter, 2011). Just enklare inhägnad av mark var en önskan bland gethållare i Jordbruksverkets rapport (Jordbruksverket, 2019). Genom virtuella stängsel kan kostnader minskas och marker optimeras utan att djurhållaren behöver avsätta stora mängder tid eller resurser.

Getternas välfärd

Att bli introducerad för nya miljöer eller objekt kan öka välfärden för djur eftersom det erbjuder en form av stimulans och berikning (Lee *et al.*, 2018). När en automatiserad inlärningsanordning med visuella diskrimineringsstester installerades hos en grupp getter så valde getterna att spendera tid vid anordningen trots att belöningen fanns fritt tillgänglig i stallet (Langbein *et al.*, 2009). Studien av Langbein *et al.* (2009) visar att getter självmant söker kognitiva utmaningar och att framgång i dessa utmaningar därför har en förstärkande effekt för geten utöver belöning.

Inläring av nya miljöer kan vara motiverande, ge positiva upplevelser och leda till att djur lär sig hantera och kontrollera sin omgivning (Lee *et al.*, 2018). Det kan i sin tur leda till ökad motståndskraft hos djuren för kommande förändringar i levnadsmiljön (Lee *et al.*, 2018). Zobel *et al.* (2019) menar att brist på kognitiva utmaningar i produktionssystem för getter kan beröva djuren på viktiga och belönande aspekter av deras naturliga beteende vilket i sin tur kan leda till negativa affektiva tillstånd. Virtuella stängsel kan leda till mer utomhusvistelse för djuren genom enklare betesdrift för gethållaren året om. Det finns heller ingen risk för djur att fastna, som de kan i fysiska elstängsel.

6.2.2. Nackdelar med virtuella stängsel gällande...

Association, stress och inläring

Getterna måste lära sig associera en varningssignal kopplad till en elstöt för att kunna kontrollera miljön i en virtuell inhägnad (Brunberg *et al.*, 2015). Flera av studierna som gjorts på get, får och nötkreatur visar en individuell variation i grupperna gällande inlärningsförmåga och möjlighet att förstå kopplingen mellan varningssignal och elstöt, vilket kan leda till att vissa individers välfärd påverkas mer än andra (Langbein, 2018; Marini *et al.*, 2018b; Brunberg *et al.*, 2017, 2015; Nawroth *et al.*, 2017, 2014; Lee *et al.*, 2009; Fay *et al.*, 1989).

När djur introduceras för virtuella stängsel är de inledningsvis i en situation med låg förutsägbarhet eftersom de inte förstår kopplingen mellan varningssignal och elstöt (Lee *et al.*, 2018). Det kan tolkas som en situation av dålig djurvälfärd, eftersom djuren ofta inledningsvis reagerar med stressresponser på elstötar (Lee *et al.*, 2018). Om djuret inte lär sig kopplingen mellan varning och elstöt, eller tar lång tid på sig att lära sig kopplingen, kan det leda till negativ välfärd (Destrez *et al.*, 2013a; b; Lee *et al.*, 2018). Getter som inte lär sig systemet skulle kunna utveckla kronisk stress likt får kan göra, vilket i så fall gör att de blir ännu mindre sannolika att lära sig systemet (Destrez *et al.*, 2013a; b). Elstötar är mindre aversiva än att bli fixerad upp-och-ner för får (Kearton *et al.*, 2019). För nötkreatur ligger stressnivån av att erhålla elstötar på samma nivå som att bli fixerad i en cattle crush (Lee *et al.*, 2008). Elstötarna upplevdes som aversiva av nötkreaturen, men obehaget var kortvarigt och stressresponsen gick över på 10 minuter (Lee *et al.*, 2008). Liknande studier saknas för get, men som tidigare nämnt så måste elstötar vara tillräckligt obehagliga för att skapa ett undvikande beteende, utan att skada djuren på lång sikt.

Det kan tilläggas att vissa getter inte reagerar alls på elstötar, medan andra reagerar starkt på samma elstyrka (Fay *et al.*, 1989). Lee *et al.* (2007) föreslår att skillnader i känslighet för elstötar kan motverkas genom att anpassa styrkan efter djurens beteenderespons, men att det kan vara problematiskt eftersom reaktionen kan bero på mer än bara elstöten, exempelvis miljön.

Risker finns också att djur reagerar på varningssignal från andra individers halsband, vilket kan innebära onödig stress eller utsläckning av den inlärd responsen (Brunberg *et al.*, 2015). NoFence-systemet använder sig dock av en vibration i halsbandet kopplad till varningssignalen för att uppmärksamma djuret på att det är dennes halsband som avger varningen, vilket verkar vara ett effektivt sätt att undvika problemet (Eftang & Bøe, 2017).

Gruppstorlek har även haft effekt på fårs prestation i virtuella system (Jouven *et al.*, 2012; Marini *et al.*, 2018a). Det finns en risk att djur som blir lämnade kommer

utsätta sig för elstöt för att ta sig till sina flockmedlemmar (Siebert *et al.*, 2011). I studien av Eftang & Bøe (2017) verkade dock inte gruppstorleken påverka hur många elstötar getterna fick. Likaså kunde inte studierna av Fay *et al.* (1989) och Muminov *et al.* (2019) se att getter var villiga att få elstötar för att återförenas med sin flock. Trots detta behövs större underlag för att förstå flockens betydelse för getter i virtuella inhägnader.

Utrustningen

Flera studier på GPS-baserade virtuella stängsel rapporterade problem med utrustningen. I studien av Muminov *et al.*, (2019) så skedde flera GPS-avvikelser gällande getens position vilket ledde till att geten ibland fick varningssignal och elstöt trots att den befann sig inom det korrekta området. Även i studien av Brunberg *et al.* (2017) uppstod tekniska problem med GPS:en och med halsband som inte fungerade korrekt. I undersökningen på NoFence-systemet så redogjordes det för ett flertal halsband som inte fungerade (Eftang & Bøe, 2017). Totalt kunde endast information inhämtas från 77 av 92 halsband i studien (Eftang & Bøe, 2017). Umstatter (2011) menar därför att virtuella inhägnader inte bör användas på marker i anslutning till stora vägar, eftersom det finns risk att djuren tar sig ut. Felaktiga bestraffningar kan också leda till att getterna inte vill röra sig utanför gränsen även när systemet stängts av. Virtuella stängsel måste vara tillförlitliga för att inte orsaka djur onödiga elstötar eftersom det kan kompromissa djurens välfärd, något som de flesta studier visat att GPS-baserade virtuella stängsel inte kan uppfylla.

Det har stor betydelse för inläringen när förstärkningen (varningssignalen) kommer (Lee *et al.*, 2007). Sekundär förstärkning har visats stärka getters inläring (Langbein *et al.*, 2007a) men det är viktigt att det sker i rätt ögonblick och att varningssignalen upphör direkt när djuret gör rätt eftersom felaktiga varningssignaler annars kan leda till utsläckning av rätt beteende (Lee *et al.*, 2007).

Utöver dessa risker kan djuren kan få skavsår eller fastna i halsbanden (Umstatter, 2011). Fysiska stängsel kan även erbjuda ett visst skydd mot rovdjur, något som virtuella stängsel inte kan. Det saknas idag en specifik svensk regel gällande skydd av lantbruksdjur mot rovdjur, men som specificeras i 2 kap. 1 § L109 så är djurhållaren ansvarig för getternas välbefinnande.

Det saknas även studier som jämför inläringstid mellan virtuella stängsel och traditionella fysiska stängsel (Lee *et al.*, 2018), vilket är en viktig fråga att ta ställning till i beslut om tillåtande av systemet eller inte.

6.3. Lagstiftningen och virtuella stängsel

Syftet med Djurskyddslagen (2018:1192) är som tidigare nämnt att främja djurs välfärd och naturliga beteenden. Föreskrifterna för getter är väldigt tillåtande, då både ensamhållning och uppbinding är tillåtet. En uppdatering känns därför aktuell ur djurskyddssynpunkt, speciellt i jämförelse med getters närbesläktade art får vars föreskrifter kräver att de har social kontakt och är lösgående (2 kap. 9 & 11 §§ L107).

Tillåtelse av virtuella stängsel för getter skulle kunna möjliggöra för getthållare att enklare hålla sina djur utomhus istället för uppbundna inomhus. Det finns därför potential att förbättra getters välfärd med virtuella stängsel eftersom det kan vara svårt att utföra naturliga beteenden om getterna hålls uppbundna eller hålls utan artfrände. Virtuella stängsel skulle därför ge ytterligare förutsättningar att hålla getter på ett mer naturligt sätt.

För att tillåta virtuella stängsel skulle det idag krävas ett undantag i föreskrifterna för getter, något Jordbruksverket kan utfärda enligt 2 kap. 17 § Djurskyddsförordningen (2019:66). Jordbruksverket menar att ändringar i föreskrifterna måste vara väl motiverade och baserade på ett tillförlitligt underlag som visar att systemet fungerar och är säkert att använda ur djurskyddssynpunkt, något de idag anser saknas (K. Olsson, Jordbruksverket, personligt meddelande, 31 mars 2020). Det kommer därför troligtvis krävas omfattande studier innan GPS-baserade system som NoFence blir aktuella att introducera i Sverige.

6.4. Etiskt perspektiv på virtuella stängsel

Djurskyddslagstiftningen strävar efter att ge djur en så god välfärd som möjligt samtidigt som många aspekter av djurhållningen är uppenbart aversiva för djuren, exempelvis att bli fasthållna eller vända upp-och-ned vid klippning (Lee *et al.*, 2008; Kearton *et al.*, 2019). Lagstiftningen har en utilitaristisk grund där den ska gynna största möjliga antal - både djurens välfärd och människans produktion (Würbel, 2009). Den har också en deontologisk grund där det som avgör om en handling är riktig är att den följer en plikt, exempelvis att skydda djur och människors intressen (Würbel, 2009).

Virtuella stängsel kan ge både bättre och sämre välfärd beroende på det individuella djurets anpassning. I övervägandet om godkännande av virtuella stängsel för getter måste fördelarna vägas mot nackdelarna och välfärdsimplikationer tas i åtanke. Kan fördelarna med virtuella stängsel kan överväga att djuren får ett fåtal elstötar? Det kan även diskuteras om getter behöver kunna lära sig virtuella system lika snabbt

som vanliga elstängsel för att det ska vara etiskt acceptabelt. Det verkar generellt som att det tar längre tid för djur att lära sig virtuella stängsel än fysiska elstängsel. För att kunna uttala sig om dessa frågor behövs mer forskning på hur getter påverkas av att hållas i virtuella stängsel jämfört med andra system, framförallt under lång tid.

6.5. Virtuella stängsel ur ett hållbarhetsperspektiv

Naturvårdsverket menar att biologisk mångfald är beroende av betande djur och att djur behöver beta i större utsträckning för att Sverige ska nå miljömålen (Naturvårdsverket, 2019). Däremot visar statistik från Jordbruksverket att antalet betande djur minskar i Sverige (Jordbruksverket, 2018:31). Eftersom virtuella stängsel ökar möjligheter för att lättare flytta djur till nya betesmarker så kan det få en positiv effekt på landskapen. Virtuella stängsel skulle kunna bidra till att getter kan hålla landskapen öppna och på så sätt gynna biologisk mångfald på fler platser i Sverige. De kan även erbjuda bättre skydd av känsliga miljöområden (Lee et al. 2018).

Användande av virtuella stängsel istället för fysiska stängsel kan stärka vilda djurs naturliga rörelsemönster i miljön och minska viltskador orsakade av att vilda djur fastnar i elstängsel (Umstatter, 2011). Vilda djur fastnar oftast i de två översta trådarna när de försöker hoppa över fysiska staket, och dödligheten för vilda hovdjur i USA har uppskattats till 0.25 stycken per km trådstängsel (Harrington & Conover, 2006).

Om virtuella stängsel bidrar till att det blir enklare för lantbrukare att hålla getter utomhus, kan det även leda till större möjligheter för bevarandet av utrotningshotade getarter, exempelvis genom att de kan hållas på ett mer naturligt sätt.

6.6. Studiens användbarhet och framtida forskning

Resultatet av detta arbete kan användas för att bedöma framtida behov av forskning. Innan virtuella stängsel för getter går att utvärdera som helhet krävs det mer forskning och utredning om getters inlärning och hur de påverkas av elstötter. Även olika typer av virtuella stängsel bör undersökas, eftersom studier på virtuella stängsel med synlig kabel eller GPS har varit olika framgångsrika.

Det finns goda anledningar till att undersöka om virtuella stängsel kan användas för getter i Sverige, men utifrån antalet möjliga nackdelar som virtuella stängsel medför

så krävs det, likt Jordbruksverkets bedömning, ett större underlag än det gör idag. Mer forskning behövs för att kunna uttala sig om hur getter faktiskt påverkas av virtuella stängsel under längre tid. Det skulle framförallt vara relevant att i en jämförande studie undersöka getters beteende och välfärd i olika typer av gethållning, både gällande exempelvis uppbundna-, lösgående och utomhussystem. Det är även relevant att göra jämförande studier på inläring mellan visuella stängsel och osynliga.

Förslag på framtida frågeställningar:

- Hur påverkas getter av att hållas i virtuella inhägnader under längre tid?
- Kan alla getter lära sig virtuella stängsel? Om inte - hur påverkas getters välfärd av att få elstötter under längre perioder?
- Hur lång tid tar det för getter innan de lär sig virtuella stängsel jämfört med traditionella elstängsel?

6.7. Litteraturens för- och nackdelar

Det går inte att direkt överföra resultat om hur getter påverkas av virtuella stängsel utifrån resultat på hur får eller nötkreatur reagerar. De studier som genomförts på get, får och nöt använder dessutom olika styrka på elstötarna vilket försvårar en jämförelse ytterligare. Flera undersökningar presenterar heller inte fullständiga data över antalet elstötter eller varningssignaler. De använder dessutom ofta olika metoder och typer av halsband.

Gällande studierna gjorda på getter så är den mest omfattande gjord i Norge av Eftang & Bøe (2017), men den är inte vetenskapligt granskad. Dock har studien ett stort underlag och presenterar all insamlade data över antal elstötter och varningssignaler både på grupp- och individnivå samt undersökte både erfarna och oerfarna getter. Studien av Muminov *et al.*, (2019) var i sin tur begränsad i omfattning. De lät endast en get bära elhalsband och de bytte ljudsignaler varje dag. Det är svårt att veta vilken betydelse det har för getens generella beteende. Det är även problematiskt att ett av de viktigaste underlagen är en studie genomförd år 1989 (Fay *et al.*, 1989).

I studierna på getters inlärningsförmåga och kognition används främst positiv förstärkning i form av belöning, medan virtuella stängsel använder positiv bestraffning i form av elstöt för att lära in ett undvikande beteende. Studierna på getters kognition är inte utförda i syfte att ge information om förmågan att lära sig just virtuella stängsel och kan därför inte ge direkt information om detta. De kan

däremot användas för att ge en antydning på att getter har tillräckliga kognitiva förmågor för att lära sig virtuella stängsel.

6.8. Slutsats

Slutsatserna från denna litteraturstudie är:

- Getter har goda kognitiva förmågor och flera studier har visat att de framgångsrikt kan diskriminera mellan visuella symboler. Det indikerar på att getter har goda förutsättningar att lära sig förstå virtuella stängsel med en synlig kabel på marken. Sådana virtuella stängsel kan därför vara ett första steg mot virtuella inhägnader för getter.
- Virtuella stängsel har stora möjligheter att ge effektivare betesutnyttjande i Sverige, vilket kan bidra till att hålla landskapen öppna och stärka den biologiska mångfalden.
- Virtuella stängsel är kostnadseffektiva, leder till mindre arbetsbörda för gethållaren och kan ge getterna ökad möjlighet till naturliga beteenden.
- Utifrån lagstiftningen är det idag inte möjligt att använda virtuella stängsel i Sverige. Däremot är föreskriften för getter (L109) i behov av uppdatering och Jordbruksverket har mandat att i framtiden göra undantag för utrustning som ger elstötar för getter.
- Virtuella stängsel som använder GPS för att avgränsa områden har ofta tekniska problem, vilka kan innebära välfärdsrisker om getterna utsätts för bestraffning trots att de befinner sig på rätt plats. Det innebär att det finns stor risk med den tillgängliga GPS-baserade tekniken och att den behöver utvecklas för att ge större säkerhet innan GPS-baserade virtuella stängsel kan bli etiskt acceptabla.
- Det behövs fler studier på getters individuella förmåga att lära sig förstå virtuella stängsel. Det krävs även studier på hur getter fungerar i virtuella inhägnader under längre perioder samt jämförande studier med andra hållningssystem innan det går att utvärdera hur systemen påverkar getternas välfärd.

7. Populärvetenskaplig sammanfattning

Getter är flockdjur som ursprungligen kommer från västra Asien och de är nära besläktade med får. Getters föda kan bestå av bland annat sly, löv, buskar och tistlar, vilket gör att de går att hålla på många olika platser i världen. År 2018 beräknade Jordbruksverket att det fanns ungefär 20,000 getter i Sverige, men att antalet troligtvis kommer öka.

Ett vanligt problem som gethållare upplever är att det är svårt att stängsla in getterna. Det beror på att det är arbetskrävande och kostar mycket att underhålla exempelvis elstängsel. Det finns ett växande intresse i Sverige att använda virtuella stängsel. De har ingen fysisk barriär, utan istället har djuren halsband som håller dem inom ett avgränsat område genom att först avge varningssignaler sedan elstöt om djuren försöker gå över gränsen. Virtuella inhägnader kan antingen ritas i ett datorsystem som är kopplat till GPS, eller så kan en kabel dras över eller under marken för att avgränsa ett område.

Idag är det inte tillåtet att använda virtuella stängsel i Sverige enligt djurskyddslagstiftningen. Däremot är det virtuella stängslet NoFence tillåtet för användning på getter i Norge. Jordbruksverket granskade två studier gjorda på NoFence men ansåg att studierna inte uppfyllde de djurskyddskrav vi har i Sverige samt att det finns för få studier gjorda på virtuella stängsel och hur de påverkar getters välfärd. Denna studie har granskat aktuell forskning för att se om det kan vara aktuellt att tillåta hållning av getter i virtuella stängsel i Sverige och om getter kan lära sig förstå systemet.

Forskning har visat att getter har goda kognitiva förmågor och dessa egenskaper kan troligtvis bidra till att getter kan lära sig förstå virtuella stängsel. Det finns både fördelar och nackdelar med att använda virtuella stängsel. Virtuella stängsel kan vara en stor hjälp om det blir brist på foder, eftersom djurhållaren kan flytta sina djur till nya platser utan att behöva stängsla in dem med fysiska stängsel först, vilket kan ta lång tid samt ha en hög kostnad. Eftersom det blir enklare och billigare för djurhållaren med virtuella stängsel jämfört med vanliga fysiska stängsel kan det leda till att djuren hålls ute mer. Däremot kräver virtuella stängsel att djuren lär sig göra en koppling mellan varningssignal och elstöt. Forskning har visat att även djur

inom samma art har olika stor förmåga att lära sig detta. Om djur inte lär sig förstå kopplingen kan det leda till att de får fler elstötar än vad som är acceptabelt, vilket kan orsaka stress och ge sämre välfärd. Det har även visat sig att virtuella stängsel baserade på GPS inte fungerar helt felfritt och att halsbanden ibland kan ge djur elstötar trots att de befinner sig på rätt sida av gränsen.

Denna studie kom fram till att getter troligtvis kan lära sig att förstå virtuella stängsel med en synlig kabel på marken, men att det behövs mer forskning för att se hur getternas välfärd påverkas av virtuella stängsel, speciellt över lång tid.

8. Tack

Stort tack till min handledare Anna Wallenbeck för stöttning, råd och tips som hjälpt mig framåt under arbetsprocessen. Även stort tack till min kritiska vän Elin för insiktsfulla kommentarer och diskussioner. Jag vill också tacka min man Jakob för de åtskilliga timmar han ägnat åt att läsa och lyssna på mina resonemang.

9. Referenser

- Alberto, F.J., Boyer, F., Orozco-terWengel, P., Streeter, I., Servin, B., de Villemereuil, P., Benjelloun, B., Librado, P., Biscarini, F., Colli, L., Barbato, M., Zamani, W., Alberti, A., Engelen, S., Stella, A., Joost, S., Ajmone-Marsan, P., Negrini, R., Orlando, L., Rezaei, H.R., Naderi, S., Clarke, L., Flicek, P., Wincker, P., Coissac, E., Kijas, J., Tosser-Klopp, G., Chikhi, A., Bruford, M.W., Taberlet, P. & Pompanon, F. 2018. Convergent genomic signatures of domestication in sheep and goats. *Nature Communications*. 9 (1), 813.
- Anderson, D.M. 2007. Virtual fencing - past, present and future. *The Rangeland Journal*. 29 (1), 65.
- Baciadonna, L., McElligott, A.G. & Briefer, E.F. 2013. Goats favour personal over social information in an experimental foraging task. *PeerJ*. 1, e172.
- Barroso, F.G., Alados, C.L. & Boza, J. 2000. Social hierarchy in the domestic goat: effect on food habits and production. *Applied Animal Behaviour Science*. 69 (1), 35–53.
- Briefer, E.F., Haque, S., Baciadonna, L. & McElligott, A.G. 2014. Goats excel at learning and remembering a highly novel cognitive task. *Frontiers in Zoology*. 11 (1), 20.
- Brunberg, E.I., Bergslid, I.K., Bøe, K.E. & Sørheim, K.M. 2017. The ability of ewes with lambs to learn a virtual fencing system. *animal*. 11 (11), 2045–2050.
- Brunberg, E.I., Bøe, K.E. & Sørheim, K.M. 2015. Testing a new virtual fencing system on sheep. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*. 65 (3–4), 168–175.
- Campbell, D.L.M., Lea, J.M., Haynes, S.J., Farrer, W.J., Leigh-Lancaster, C.J. & Lee, C. 2018. Virtual fencing of cattle using an automated collar in a feed attractant trial. *Applied Animal Behaviour Science*. 200. 71–77.
- Destrez, A., Deiss, V., Leterrier, C., Boivin, X. & Boissy, A. 2013a. Long-term exposure to unpredictable and uncontrollable aversive events alters fearfulness in sheep. *animal*. 7 (3), 476–484.
- Destrez, A., Deiss, V., Lévy, F., Calandreau, L., Lee, C., Chaillou-Sagon, E. & Boissy, A. 2013b. Chronic stress induces pessimistic-like judgment and learning deficits in sheep. *Applied Animal Behaviour Science*. 148 (1–2), 28–36.
- Djurskyddsförordningen (2019:66).
- Djurskyddslagen (1988:534).

- Djurskyddslagen (2018:1192).
- Dwyer, C. 2017. The behaviour of sheep and goats. I: The Ethology of Domestic Animals (Red. P. Jensen). Wallingford, CABI Publishing.
- Eftang, S. & Bøe, K.E. 2017. Bruk av Nofence virtuelt gjerde til geit i et dyrevelferdsperspektiv. Department of Animal and Aquacultural Sciences: Report from the Norwegian University of Life Sciences.
- Fay, P.K., McElligott, V.T. & Havstad, K.M. 1989. Containment of Free-Ranging Goats using Pulsed-Radio-Wave-Activated Shock Collars. *Applied Animal Behaviour Science*. 23, 165–171.
- Fraser, D. 2009. Assessing animal welfare: different philosophies, different scientific approaches. *Zoo Biology*. 28 (6), 507-518.
- Fraser, D., Weary, D.M., Pajor, E.A. & Milligan, B.N. 1997. A Scientific Conception of Animal Welfare that Reflects Ethical Concerns. *Animal Welfare*. 6 (3), 187-205.
- Harrington, J.L., Conover, M.R., 2006. Characteristics of Ungulate Behavior and Mortality Associated with Wire Fences. *Wildl. Soc. Bull.* 34, 1295–1305.
- Jiang, Y., Xie, M., Chen, W., Talbot, R., Maddox, J.F., Faraut, T., Wu, C., Muzny, D.M., Li, Y., Zhang, W., Stanton, J.-A., Brauning, R., Barris, W.C., Hourlier, T., Aken, B.L., Searle, S.M.J., Adelson, D.L., Bian, C., Cam, G.R., Chen, Y., Cheng, S., DeSilva, U., Dixen, K., Dong, Y., Fan, G., Franklin, I.R., Fu, S., Fuentes-Utrilla, P., Guan, R., Highland, M.A., Holder, M.E., Huang, G., Ingham, A.B., Jhangiani, S.N., Kalra, D., Kovar, C.L., Lee, S.L., Liu, W., Liu, X., Lu, C., Lv, T., Mathew, T., McWilliam, S., Menzies, M., Pan, S., Robelin, D., Servin, B., Townley, D., Wang, W., Wei, B., White, S.N., Yang, X., Ye, C., Yue, Y., Zeng, P., Zhou, Q., Hansen, J.B., Kristiansen, K., Gibbs, R.A., Flicek, P., Warkup, C.C., Jones, H.E., Oddy, V.H., Nicholas, F.W., McEwan, J.C., Kijas, J.W., Wang, J., Worley, K.C., Archibald, A.L., Cockett, N., Xu, X., Wang, W. & Dalrymple, B.P. 2014. The sheep genome illuminates biology of the rumen and lipid metabolism. *Science*. 344 (6188), 1168–1173.
- Jordbruksverket 2018:31. Ett rikt odlingslandskap. Fördjupad utvärdering 2019. Rapport 2018:31. Miljöanalysenheten.
- Jordbruksverket. 2019. Gethållning 2018. Statistik från Jordbruksverket. Statistikrapport 2019:1.
- Jordbruksverket. 2019-04-29. Yttrande från SLUs vetenskapliga råd för djurskydd om digital tillsynsteknik i djurhållning utomhus. Yttrande. SLU ID: SLU.scaw.2019.2.6-21.
- Jouven, M., Leroy, H., Ickowicz, A. & Lapeyronie, P. 2012. Can virtual fences be used to control grazing sheep? *The Rangeland Journal*. 34 (1), 111.
- Kearton, T., Marini, D., Cowley, F., Belson, S. & Lee, C. 2019. The Effect of Virtual Fencing Stimuli on Stress Responses and Behavior in Sheep. *Animals*. 9 (1), 30.

- Koluman Darcan, N. & Silanikove, N. 2018. The advantages of goats for future adaptation to Climate Change: A conceptual overview. *Small Ruminant Research*. 163, 34–38.
- Langbein, J. 2018. Motor self-regulation in goats (*Capra aegagrus hircus*) in a detour-reaching task. *PeerJ*. 6, e5139.
- Langbein, J., Siebert, K., Nuernberg, G. & Manteuffel, G. 2007a. The impact of acoustical secondary reinforcement during shape discrimination learning of dwarf goats (*Capra hircus*). *Applied Animal Behaviour Science*. 103 (1–2), 35–44.
- Langbein, J., Siebert, K. & Nürnberg, G. 2009. On the use of an automated learning device by group-housed dwarf goats: Do goats seek cognitive challenges? *Applied Animal Behaviour Science*. 120 (3–4), 150–158.
- Langbein, J., Siebert, K., Nürnberg, G. & Manteuffel, G. 2007b. Learning to learn during visual discrimination in group housed dwarf goats (*Capra hircus*). *Journal of Comparative Psychology*. 121 (4), 447–456.
- Lee, C., Colditz, I.G. & Campbell, D.L.M. 2018. A Framework to Assess the Impact of New Animal Management Technologies on Welfare: A Case Study of Virtual Fencing. *Frontiers in Veterinary Science*. 5, 187.
- Lee, C., Fisher, A.D., Reed, M.T. & Henshall, J.M. 2008. The effect of low energy electric shock on cortisol, β -endorphin, heart rate and behaviour of cattle. *Applied Animal Behaviour Science*. 113 (1–3), 32–42.
- Lee, C., Henshall, J.M., Wark, T.J., Crossman, C.C., Reed, M.T., Brewer, H.G., O’Grady, J. & Fisher, A.D. 2009. Associative learning by cattle to enable effective and ethical virtual fences. *Applied Animal Behaviour Science*. 119 (1–2), 15–22.
- Lee, C., Prayaga, K., Reed, M. & Henshall, J. 2007. Methods of training cattle to avoid a location using electrical cues. *Applied Animal Behaviour Science*. 108 (3–4), 229–238.
- Marini, D., Llewellyn, R., Belson, S. & Lee, C. 2018a. Controlling Within-Field Sheep Movement Using Virtual Fencing. *Animals*. 8 (3), 31.
- Marini, D., Meuleman, M., Belson, S., Rodenburg, T., Llewellyn, R. & Lee, C. 2018b. Developing an Ethically Acceptable Virtual Fencing System for Sheep. *Animals*. 8 (3), 33.
- McDonald, C.L., Beilharz, R.G. & McCutchan, J.C. 1981. Training Cattle to Control by Electric Fences. *Applied Animal Ethology*. 7 (2), 113–121.
- Meyer, S., Nürnberg, G., Puppe, B. & Langbein, J. 2012. The cognitive capabilities of farm animals: categorisation learning in dwarf goats (*Capra hircus*). *Animal Cognition*. 15 (4), 567–576.
- Muminov, A., Na, D., Lee, C., Kang, H. & Jeon, H. 2019. Modern Virtual Fencing Application: Monitoring and Controlling Behavior of Goats Using GPS Collars and Warning Signals. *Sensors*. 19 (7), 1598.
- Naturvårdsverket, 2019. Ett rikt odlingslandskap.
<https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Sveriges->

- miljomal/Miljokvalitetsmalen/Ett-rikt-odlingslandskap/ Hämtad 2020-04-24.
- Nawroth, C., von Borell, E. & Langbein, J. 2014. Exclusion Performance in Dwarf Goats (*Capra aegagrus hircus*) and Sheep (*Ovis orientalis aries*). PLoS ONE. 9 (4), e93534.
- Nawroth, C., Langbein, J., Coulon, M., Gabor, V., Oesterwind, S., Benz-Schwarzburg, J. & von Borell, E. 2019. Farm Animal Cognition—Linking Behavior, Welfare and Ethics. *Frontiers in Veterinary Science*. 6, 24.
- Nawroth, C., Prentice, P.M. & McElligott, A.G. 2017. Individual personality differences in goats predict their performance in visual learning and non-associative cognitive tasks. *Behavioural Processes*. 134, 43–53.
- Ngwa, A.T., Pone, D.K. & Mafeni, J.M. 2000. Feed selection and dietary preferences of forage by small ruminants grazing natural pastures in the Sahelian zone of Cameroon. *Animal Feed Science and Technology*. 88 (3–4), 253–266.
- Nomura, K., Yonezawa, T., Mano, S., Kawakami, S., Shedlock, A.M., Hasegawa, M. & Amano, T. 2013. Domestication Process of the Goat Revealed by an Analysis of the Nearly Complete Mitochondrial Protein-Encoding Genes. PLoS ONE. 8 (8), e67775.
- Pokorná, P., Hejčmanová, P., Hejčman, M. & Pavlů, V. 2013. Activity time budget patterns of sheep and goats co-grazing on semi-natural species-rich dry grassland. *Czech Journal of Animal Science*. 58 (5), 208–216.
- Regeringens proposition 2017/18:147. Ny djurskyddslag. Prop. 2017/18:147. Stockholm 2018.
- Sherry, C.J., Walters, T.J., Rodney, G.G. & Henry, P.J. 1994. Behavioral chaining in the goat (*Capra hircus*). *Applied Animal Behaviour Science*. 40 (3–4), 241–251.
- Shi, J., Dunbar, R.I.M., Buckland, D. & Miller, D. 2005. Dynamics of grouping patterns and social segregation in feral goats (*Capra hircus*) on the Isle of Rum, NW Scotland. *Mammalia*. 69 (2), 185-199.
- Siebert, K., Langbein, J., Schön, P.-C., Tuchscherer, A. & Puppe, B. 2011. Degree of social isolation affects behavioural and vocal response patterns in dwarf goats (*Capra hircus*). *Applied Animal Behaviour Science*. 131 (1–2), 53–62.
- Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd (SJVFS 2019:21) om fårhållning inom lantbruket m.m., saknr L107.
- Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd (SJVFS 2019:22) om gethållning inom lantbruket m.m.; saknr L109.
- Statens jordbruksverkets föreskrifter och allmänna råd (SJVFS 2019:18) om nötkreaturshållning inom lantbruket m.m., saknr L104.
- Sveriges Radio. 2019-11-13. Elhalsband på betesdjur kan ersätta stängsel. <https://sverigesradio.se/artikel/7340959>. Hämtad 2020-04-23.
- Tuncer, S.S., Şireli, H.D. & Tatar, A.M. 2016. BEHAVIORAL PATTERNS OF GOATS. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, 2016. p.

7. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture. Dicle University, Diyarbakir, Turkey.
- Umstatter 2009. Could virtual fences work without giving cows electric shocks? I: Precision livestock farming '09. Ed Lokhorst, C. & Groot Koerkamp, P.W.G. Wageningen academic publishers. Wageningen, the Netherlands.
- Umstatter, C. 2011. The evolution of virtual fences: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*. 75 (1), 10–22.
- Umstatter, C., Morgan-Davies, J. & Waterhouse, T. 2015. Cattle Responses to a Type of Virtual Fence. *Rangeland Ecology & Management*. 68 (1), 100–107.
- Würbel, H. 2009. Ethology applied to animal ethics. *Applied Animal Behaviour Science*. 118 (3–4), 118–127.
- Yeates, J. 2018. Naturalness and Animal Welfare. *Animals*. 8 (4), 53.
- Zobel, G., Neave, H.W. & Webster, J. 2019. Understanding natural behavior to improve dairy goat (*Capra hircus*) management systems. *Translational Animal Science*. 3 (1), 212–224.