

## Das Zuchtziel beeinflusst die Verhaltensflexibilität, aber nicht die Interpretation von physikalischen und sozialen Hinweisen bei Ziegen

### Selection aim affects behavioural flexibility, but not interpretation of physical and social cues, in goats

CHRISTIAN NAWROTH, KATRINA ROSENBERGER, NINA KEIL, JAN LANGBEIN

#### Zusammenfassung

Grundlegendes Wissen, inwieweit die Selektion auf unterschiedliche Zuchtziele neben Produktionsmerkmalen auch die kognitiven Fähigkeiten innerhalb einer Art verändert hat, ist von großer Relevanz, um Tierwohl langfristig zu verbessern. Wir untersuchten die kognitiven Fähigkeiten von Zwergziegen (keine Zucht auf Produktivität, 15 Tiere) und Milchziegen (Zucht auf Milchleistung, 18 Tiere) anhand einer visuellen Diskriminierungs- und Umkehrlernaufgabe sowie einer kognitiven Testbatterie mit physikalischen und sozialen Hinweisen. Um die Heterogenität der Stichprobe zu vergrößern, wurden die Daten von 2 Experimentatoren an 2 verschiedenen Standorten (Agroscope in Ettenhausen, Leibniz-Institut für Nutztierbiologie in Dummerstorf) aufgenommen. Beim Lernen der Diskriminierungsaufgabe gab es keine Unterschiede zwischen beiden Gruppen, wohingegen beim Umkehrlernen die Milchziegen langsamer waren als die Zwergziegen. Milchziegen könnten somit über eine verringerte Flexibilität beim Lernen gegenüber Zwergziegen verfügen. Beide Zuchtlinien konnten physikalische und soziale Hinweise ähnlich gut interpretieren. Aufbauend auf dem Wissen über Unterschiede in der Verhaltensflexibilität zwischen verschiedenen Rassen könnte die Haltung von Nutztieren langfristig verbessert werden.

#### Summary

General knowledge on how the selection for production traits has indirectly also affected behaviour and cognition is key to improve animal welfare in the long-term. We investigated the cognitive capacities of dwarf goats (not selected for production, 15 subjects) and dairy goats (selected for high milk yield, 18 subjects) in a visual discrimination learning and reversal learning task, as well as in a cognitive test battery consisting of different physical and social cues. To increase the heterogeneity of our test sample, data was collected by 2 experimenters at 2 research stations (Agroscope in Ettenhausen, Leibniz-Institut für Nutztierbiologie in Dummerstorf). We did not find differences between groups in the initial discrimination learning task, but in the subsequent reversal learning task dairy goats were slower to reach the learning criterion compared to dwarf goats. This in-

dicates that the selection for production traits might have affected behavioural flexibility in dairy goats. We did not find performance differences between groups in the cognitive test battery, neither for physical nor for social cues. Building upon the knowledge on these breed-specific differences in behavioural flexibility, we will ultimately be able to improve husbandry designs and feeding regimes for different breeds of farm animals.

## 1 Einleitung

Grundlegendes Wissen über kognitive Fähigkeiten von Nutztieren in Bezug auf ihr Verständnis struktureller Bedingungen im Haltungsbereich ist von großer Relevanz, um Tierwohl langfristig zu verbessern (Broom 2010). In diesem Kontext ist zu berücksichtigen, inwieweit die Selektion auf Produktionsmerkmale indirekt auch das Verhalten und die kognitiven Fähigkeiten innerhalb einer Art verändert haben kann (Rauw et al. 1998).

Um zu überleben, müssen sich wildlebende Tiere flexibel auf eine sich ändernde Umwelt einstellen können. Im Verlauf der Domestikation, und unter menschlicher Obhut, mit gesicherter Fütterung und relativ stabilen Umweltbedingungen, dürfte sich der Selektionsdruck auf flexibles Verhalten reduziert haben. Hunde, zum Beispiel, zeigen eine geringere Verhaltensflexibilität als Wölfe (Marshall-Pescini et al. 2015). Es wird angenommen, dass die Zucht auf Produktionsmerkmale bei landwirtschaftlichen Nutztieren ebenfalls deren Verhaltensflexibilität verringert haben könnte („resource allocation theory“, Beilharz et al. 1993). Aktuelle Untersuchungen an Legehennenlinien, welche sich in ihrer Eiproduktion unterschieden, zeigten jedoch einen gegenteiligen Effekt (Dudde et al. 2018). Weitere Untersuchungen hierzu im Kontext zu anderen Produktionsmerkmalen (Fleisch, Milch) sind notwendig, um generelle Aussagen zum Einfluss des Selektionsziels auf die Verhaltensflexibilität treffen zu können.

Es wird weiter angenommen, dass die Domestikation, d. h. die künstliche Selektion durch den Menschen, und eine damit einhergehende verringerte emotionale Reaktivität gegenüber dem Menschen, die soziale Kognition von Tieren, und hier vor allem deren Fähigkeit soziale Hinweise vom Menschen zu interpretieren, verändert hat (Hare et al. 2002, Hernadi et al. 2012). Vor allem Hunde haben sich so optimal an das Zusammenleben mit dem Menschen angepasst (Kaminski und Nitzschner 2013). Neuere Befunde zeigen aber auch, dass Schweine und Ziegen durchaus befähigt sind, soziale Hinweise des Menschen zu interpretieren (Nawroth et al. 2014, Nawroth et al. 2015a, Nawroth et al. 2020).

Es wird vermutet, dass es durch die Domestikation ebenfalls zur Änderung in der Interpretation physikalischer Hinweise gekommen ist – bedingt durch eine verringerte Anforderung an die Tiere, ihre Umwelt selbst interpretieren zu müssen (Frank und Frank 1982). Neuere Untersuchungen jedoch konnten diese frühen Befunde nicht bestätigen (Range et al. 2012). Bisher gibt es keine Studien dazu, wie sich neben der Domestikation generell, die Zucht auf Leistungsmerkmale auf die kognitiven Fähigkeiten von Nutztieren zur Interpretation der Umwelt ausgewirkt hat (Rauw et al. 1998).

Wir untersuchten die kognitiven Fähigkeiten von Zwergziegen (geringe Milchleistung) und Milchziegen (hohe Milchleistung) anhand einer Diskriminierungs- und Umkehrlernaufgabe sowie einer kognitiven Testbatterie mit physikalischen und sozialen Hinweisen. Wir erwarteten, dass sich beide Zuchtlinien in ihrer Verhaltensflexibilität unterscheiden – Zwergziegen sollten schneller eine Umkehrlernaufgabe lernen als Milchziegen (Beilharz et al. 1993). Wir untersuchten zudem, ob sich beide Zuchtlinien ebenfalls in ihrer Interpretation verschiedener Hinweise unterscheiden. Um die Heterogenität der Stichprobe zu vergrößern, wurden die Daten von 2 Experimentatoren an 2 verschiedenen Standorten (Agroscope Tänikon in Ettenhausen, Leibniz-Institut für Nutztierbiologie in Dummerstorf) aufgenommen.

## 2 Tiere, Material und Methoden

An der Studie nahmen 18 weibliche adulte Milchziegen (Alter zu Beginn der Habituation (MW  $\pm$  SEM Tage): Ettenhausen: 9 Tiere,  $236 \pm 4,38$ , Dummerstorf: 9 Tiere, ca. 358) und 18 weibliche adulte Zwergziegen (Ettenhausen: 9 Tiere,  $287 \pm 1,1$  Tage alt, Dummerstorf: 9 Tiere,  $299 \pm 6,7$  Tage alt) teil. Während des Versuchszeitraums wurden die Tiere an beiden Standorten in größeren Gruppen von jeweils 10 Tieren gehalten (3 Testtiere pro Gruppe; 3 Gruppen je Zuchtlinie je Standort). Alle Tiere erhielten Heu und Wasser ad libitum. Die Tests fanden täglich von 09:00 bis 13:00 Uhr statt.

Alle Verfahren zur Handhabung und Behandlung von Tieren wurden vom Schweizerischen Kantonalen Veterinäramt Thurgau (Genehmigungsnummer TG04/17 - 29343) und vom Landesamt für Landwirtschaft, Lebensmittelsicherheit und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (Genehmigungsnummer 7221.3-1.1-062/17) genehmigt.

Die Tests der Einzeltiere fanden in einem Testabteil (450 x 200 cm), bei olfaktorischem und akustischem Kontakt zur Gruppe, statt. Der Experimentator saß, durch ein Gitter (3 Öffnungen rechts, links, mittig) vom Testtier getrennt, in einem benachbarten Abteil (150 x 200 cm). Direkt hinter dem Gitter war ein Schiebebrett (60 x 20 cm) vor dem Experimentator auf einem kleinen Tisch (105 x 40 cm) auf einer Höhe von 35 (Zwergziegen) bzw. 40 cm (Milchziegen) positioniert (Abb. 1). Auf diesem Brett wurden verschiedene Wahlaufgaben angeboten. Das Testtier konnte die Nase durch die Öffnungen im Gitter stecken und somit eine Wahl in dem jeweiligen Experiment treffen. Die Tiere wurden vor den Tests nicht futterdepriviert und wurden einmal täglich getestet (1 Session/d).

### 2.1 Habituation, Shaping und Training

Die Tiere wurden zuerst als Gruppe (2 d; 20 min pro Tag), dann in Zweier-Gruppen (4–6 d) und schließlich einzeln (7–13 d) an die Testarena habituiert. Die Habituation wurde solange fortgesetzt, bis jedes Tier stressfrei eine Belohnung (ein Stück ungekochte Pasta) vom Schiebebrett aufnahm. Im Folgenden „shaping“ (10 Trials je Session) lernten die Tiere eine Wahl in einem Experiment zu treffen. Zuerst wurde eine flache Schale

(Durchmesser: 14 cm, Höhe 2 cm), mit einer Belohnung, in der Mitte des Schiebebretts platziert (4 Trials). Wenn das Tier die Nase durch die mittlere Gitteröffnung steckte, bekam es die Belohnung. Danach wurde die Belohnung durch einen Becher abgedeckt (hellbraun, Durchmesser: 12 cm, Höhe 10,5 cm), bevor das Tier eine Wahl treffen konnte (6 Trials). Am Ende des „shaping“ zeigten die Tiere keine Anzeichen von Stress während der Aktionen am Schiebebrett. Danach folgten weitere Trainingssessions à 10 Trials wobei 2 Schalen mit Becher auf der jeweils linken und rechten Seite des Schiebebretts positioniert wurden (Abstand: 30 cm). Der Experimentator beköderte, sichtbar für die Ziege, eine der Schalen und bedeckte anschließend beide Schalen mit den Bechern. Die Ziege bekam die Belohnung nur dann, wenn sie die beköderte Seite wählte. Die belohnte Seite wurde pseudo-randomisiert dargeboten. Das Trainingskriterium beinhaltete, dass ein Tier mindestens in 8 von 10 Trials in 2 aufeinanderfolgenden Sessions die beköderte Seite wählte (Binomialtest;  $p = 0,012$ ).

## 2.2 Visuelle Diskriminierungs- und Umkehrlernaufgabe

In den Lernaufgaben wurde dem Tier gleichzeitig ein schwarzer und ein weißer Becher ( $\emptyset = 14,5$  cm, Höhe 12,0 cm, Abb. 1) präsentiert. Nur ein Becher wurde, außer Sicht des Testtiers, beködert. Die Hälfte der Ziegen sollte lernen, den weißen Becher zu wählen, die andere Hälfte den schwarzen Becher. Alle Tiere absolvierten maximal 20 Testsessions mit jeweils 12 Trials pro Session. Die Position der Becher wurde für jedes Tier in jeder Session pseudo-randomisiert. Die Ziege zeigte die Wahl eines Bechers durch das Hindurchstecken des Mauls durch die linke oder rechte Gitteröffnung an. Das Lernkriterium wurde auf 10/12 korrekte Wahlen in 2 aufeinander folgenden Testsessions gesetzt. Ziegen, welche



Abb. 1: Versuchsaufbau (© Nordlicht/FBN)

Fig. 1: Test setup (© Nordlicht/FBN)

dieses Kriterium erreichten, wurden darauffolgend mit der Umkehrlernaufgabe konfrontiert. In dieser wurde der Becher mit der vorher nicht belohnten Farbe belohnt. Das Lernkriterium war wieder 10/12 korrekte Wahlen in 2 Sessions.

### 2.3 Kognitive Testbatterie

Der Versuchsaufbau in der kognitiven Testbatterie war ähnlich wie in der Lernaufgabe zuvor: den Tieren wurden je ein umgekehrter, identischer brauner Becher ( $\emptyset = 12$  cm, Höhe 10 cm) vor der linken und rechten Gitteröffnung präsentiert. Nur ein Becher wurde, außer Sicht des Testtiers, beködert (Ausnahme Transposition). Mithilfe von Hinweisen durch den Experimentator wurde der beköderte Becher markiert. Die Ziege zeigte die Wahl eines Bechers durch das Hindurchstecken des Mauls durch die linke oder rechte Gitteröffnung an.

Physikalische Hinweise (Testbedingungen) umfassten:

- Direkte visuelle Information: der Experimentator hob beide Becher simultan für 2 s hoch
- Indirekte visuelle Information: der Experimentator berührte beide Becher, hob aber nur den nicht beköderten Behälter für 2 s hoch
- Direkte akustische Information: der Experimentator berührte und schüttelte beide Becher simultan für 2 s
- Indirekte akustische Information: der Experimentator berührte beide Becher, schüttelte aber nur den nicht-beköderten Behälter für 2 s
- Transposition: der Experimentator beköderte, sichtbar für die Ziege, einen der Becher. Danach bewegte er beide Becher über Kreuz auf dem Schiebebrett, sodass sie ihre Position wechselten
- Kontrolle: der Experimentator verharrte bewegungslos, bis das Individuum eine Wahl traf.

Alle Hinweise wurden pseudo-randomisiert dargeboten. Die Tiere erhielten insgesamt 12 Sessions à 12 Trials an physikalischen Hinweisen.

Soziale Hinweise (Testbedingungen) umfassten:

- Zeigegeste (anhaltend): der Experimentator saß mittig zwischen beiden Bechern und zeigte mit Arm und Zeigefinger auf den beköderten Becher (Distanz ca. 5 cm), bis das Individuum eine Wahl traf.
- Zeigegeste (für 1 s): der Experimentator saß mittig zwischen beiden Bechern und zeigte für 1 s mit Arm und Zeigefinger auf den beköderten Becher (Distanz ca. 5 cm).
- Zeigegeste (inkorrekte Position, anhaltend): der Experimentator saß hinter dem nicht-beköderten Becher und zeigte mit Arm und Zeigefinger auf den beköderten Becher (Distanz ca. 5 cm), bis das Individuum eine Wahl traf.

- Körperorientierung (anhaltend): der Experimentator saß mittig zwischen beiden Bechern mit Kopf und Oberkörper in Richtung des beköderten Bechers, bis das Individuum eine Wahl traf
- Marker: der Experimentator saß mittig zwischen beiden Bechern und platzierte einen Marker auf dem beköderten Becher. Der Marker verblieb auf dem Becher, bis das Individuum eine Wahl traf.
- Kontrolle: der Experimentator saß mittig zwischen beiden Bechern und verließ bewegungslos, bis das Individuum eine Wahl traf.

Alle Hinweise wurden pseudo-randomisiert dargeboten. Die Tiere erhielten insgesamt 12 Sessions à 12 Trials an sozialen Hinweisen. Sessions zu den physikalischen Hinweisen wurden immer vor den sozialen Hinweisen dargeboten.

### 3 Auswertung und Statistik

Eine digitale Videokamera (Ettenhausen: Sony HDR-CX240E; Dummerstorf: Panasonic HDC-SD60) wurde zur Aufnahme der Tests genutzt. In beiden Experimenten wurde die Wahl des Bechers (korrekt: ja/nein) für jeden Durchgang kodiert. Eine korrekte Wahl wurde definiert als Wahl des beköderten Bechers. 10 % aller Videos wurden von einem unabhängigen zweiten Kodierer ausgewertet. Die Inter-Observer-Reliabilität war sehr hoch (Diskriminierungs- und Umkehrlernaufgabe: Cohen's  $\kappa = 0,996$ ,  $p < 0,0001$ ; kognitive Testbatterie: Cohen's  $\kappa = 0,994$ ,  $p < 0,0001$ ).

Der Einfluss der Zuchtlinie auf die Anzahl der Sessions bis zum Erreichen des Lernkriteriums für die visuelle Diskriminierungs- und Umkehrlernaufgabe wurde mithilfe genereller gemischter Modelle getestet (LMM; lmer function, lme4 library; Pinheiro and Bates, 2000). Es wurde jeweils ein Modell für jede Lernaufgabe genutzt. Als fixe Effekte wurden „Zuchtlinie“ (Faktor mit 2 Ebenen: Zwergziege, Milchziege) und „Farbe“ des belohnten Bechers (Faktor mit 2 Ebenen: weiß, schwarz) sowie deren Interaktion inkludiert. Statistische Signifikanz wurde durch Modellvergleiche (volles Modell vs. reduziertes Modell ohne inkludierten fixen Faktor) und die Berechnung von p-Werten mithilfe von Likelihood Ratio Tests (LRT) ermittelt. „ID“ der getesteten Tiere, genestet in Bucht (1–12), genestet in „Standort“ (Ettenhausen, Dummerstorf) wurde als zufälliger Faktor inkludiert, um auf wiederholtes Testen zu kontrollieren. Da die Anzahl an Sessions bis zum Erreichen des Lernkriteriums bei einem Individuum multiples Testen beider Experimentatoren beinhaltete, wurde „Experimentator“ nicht als zufälliger Faktor ins Modell aufgenommen.

Bei der kognitiven Testbatterie wurde die Anzahl an korrekten Trials (binär, korrekt = 1, inkorrekt = 0) mithilfe generalisierter gemischter Modelle zwischen Milch- und Zwergziegen sowie zwischen den verschiedenen Testbedingungen verglichen (GLMM; glmer function, lme4 library; Pinheiro and Bates 2000). Es wurde jeweils ein Modell für physikalische und soziale Hinweise genutzt. Wir inkludierten in beide Modelle „Test-

bedingung“ (Faktor mit 6 Ebenen: siehe Beschreibung in 2.3) und „Zuchtlinie“ (Faktor mit 2 Ebenen: Zwergziege, Milchziege) sowie deren Interaktion. Statistische Signifikanz wurde durch Modellvergleiche (volles Modell vs. reduziertes Modell ohne inkludierten fixen Faktor) und die Berechnung von p-Werten mithilfe von Likelihood Ratio Tests (LRT) ermittelt. „Session“ (1–12), genestet in „ID“ der getesteten Tiere, genestet in Bucht (1–12), genestet in „Standort“ (Ettenhausen, Dummerstorf) wurde als zufälliger Faktor inkludiert, um auf wiederholtes Testen zu kontrollieren. Wir inkludierten ebenfalls „Experimentator“ als weiteren gekreuzten zufälligen Faktor. Wenn ein signifikanter Effekt für „Testbedingung“ auftrat, wurde der Tukey-Test für multiple Mittelwertvergleiche verwendet (glht function, multcomp library, Hothorn et al. 2008). Für die statistische Auswertung wurde R v.3.6 genutzt (R Core Team, 2017).

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Habituation, Shaping und Training

Habituation: Alle Tiere erreichten das Habituationkriterium (stressfreies Fressen vom Schiebrett).

„Shaping“: Zwergziegen absolvierten 5 Sessions, während Milchziegen nur 2 Sessions benötigten.

Training: Zwergziegen benötigten  $2,94 \pm 0,26$  Sessions (MW  $\pm$  SEM) und Milchziegen  $2,78 \pm 0,21$  Sessions, um das Trainingskriterium zu erreichen. Ein Tier (Zwergziege, Ettenhausen) erreichte das Trainingskriterium nicht und wurde aus der Studie ausgeschlossen.

### 4.2 Visuelle Diskriminierungs- und Umkehrlernaufgabe

Zwei weitere Zwergziegen (FBN Dummerstorf) verloren im Verlauf der Diskriminierungsaufgabe ihre Motivation, an der Aufgabe teilzunehmen. Somit gingen in die Auswertung insgesamt Daten von 18 Milchziegen und 15 Zwergziegen ein.

Beide Zuchtlinien unterschieden sich in der Diskriminierungsaufgabe nicht in der Anzahl Sessions bis zum Erreichen des Lernkriteriums (MW  $\pm$  SD: Zwergziegen:  $4,73 \pm 1,94$ ; Milchziegen:  $5,22 \pm 1,99$ ;  $p = 0,35$ ; Abb. 2). Beim Umkehrlernen benötigten die Zwergziegen weniger Sessions als die Milchziegen (MW  $\pm$  SD: Zwergziegen:  $7,8 \pm 1,61$ , Milchziegen:  $9,17 \pm 1,89$ ;  $p = 0,016$ ; Abb. 2). In der Diskriminierungslernaufgabe lösten die Tiere unabhängig von der Zuchtlinie die Aufgabe schneller, wenn der schwarze Becher belohnt war (MW  $\pm$  SD: weißer Becher:  $5,88 \pm 2,03$ ; schwarzer Becher:  $4,06 \pm 1,39$ ;  $p = 0,003$ ). Einen ähnlichen Effekt gab es jedoch nicht in der Umkehrlernaufgabe (MW  $\pm$  SD: weißer Becher:  $8,94 \pm 2,01$ ; schwarzer Becher:  $8,13 \pm 1,67$ ;  $p = 0,12$ ). In beiden Aufgaben gab es keine Interaktionen zwischen den Faktoren ‚Zuchtlinie‘ und ‚Farbe‘ (beide  $p > 0,1$ ). Im Vergleich zu den Varianzen der Residuen und der Varianz zwischen den Individuen waren die Varianzen bedingt durch die beiden Standorte relativ klein.

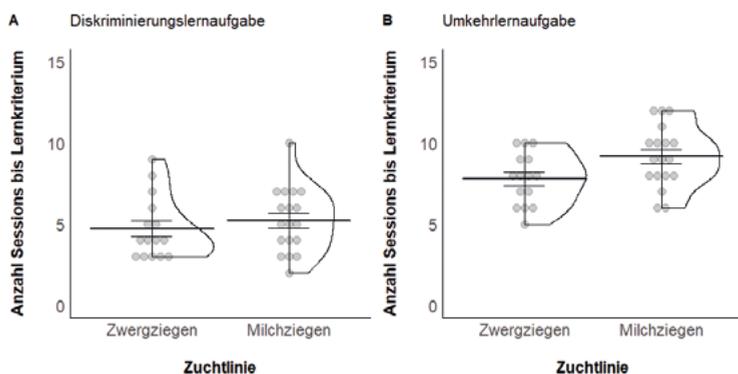


Abb. 2: Anzahl Testsessions bei Milch- und Zwergziegen bis zum Erreichen des Lernkriteriums in der Diskriminierungs- (A) und der Umkehrernaufgabe (B). Langer Strich: Mittelwert; kurze Striche: Standardfehler des Mittelwerts; Kreise: individuelle Datenpunkte mit Verteilung.

Fig. 2: Number of sessions for dairy and dwarf goats to reach the learning criterium in the discrimination (A) and reversal learning task (B). Long bar: mean; short bars: standard error of mean; dots: individual data points and their distribution.

### 4.3 Kognitive Testbatterie

Beide Zuchtlinien unterschieden sich nicht in ihrer Interpretation der Hinweise des Experimentators (physikalisch:  $p = 0,46$ ; sozial:  $p = 0,43$ ). Die Ziegen insgesamt unterschieden sich jedoch in ihrer Fähigkeit, wie gut sie die verschiedenen Hinweise nutzen konnten (physikalisch und sozial:  $p < 0,001$ , Abb. 3 und 4). So konnten sie alle physikalischen Hinweise bis auf die indirekte akustische Information nutzen ( $p = 1,00$  gegenüber der Kontrollbedingung, alle anderen  $p < 0,05$ ). Hinsichtlich der sozialen Hinweise konnten sie nur die Körperorientierung des Experimentators nicht interpretieren ( $p = 0,62$  gegenüber der Kontrollbedingung, alle anderen  $p < 0,05$ ). Im Vergleich zu den Varianzen der Residuen und der Varianz zwischen den Individuen waren die Varianzen bedingt durch die beiden Standorte bzw. die durch die Experimentatoren relativ klein.

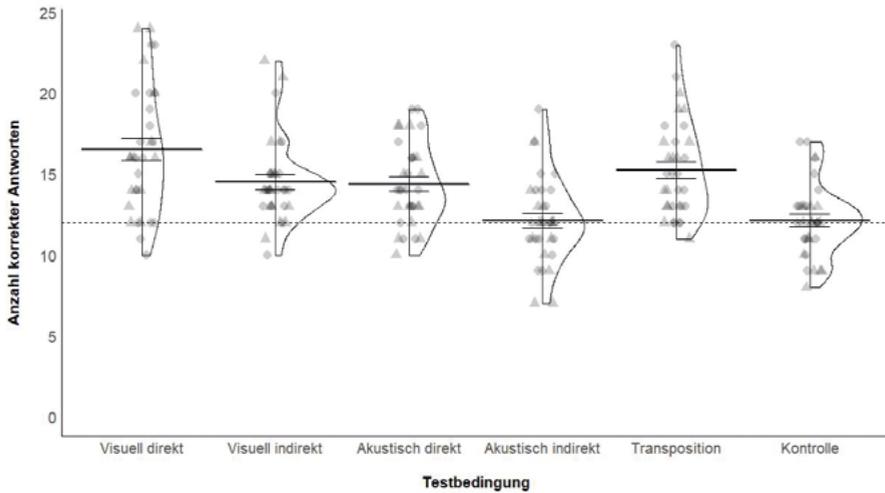


Abb. 3: Anzahl an korrekten Trials in den verschiedenen Testbedingungen mit physikalischen Hinweisen. Langer Strich: Mittelwert über alle Tiere; kurze Striche: Standardfehler des Mittelwerts; gepunktete Linie: Zufallsniveau. Symbole repräsentieren jeweils die Anzahl korrekter Antworten eines Individuums (Kreis: Milchziege, Dreieck: Zwergziege) mit Verteilung der Daten.

Fig. 3: Number of correct trials across all test conditions with physical cues. Long bar: mean; short bars: standard error of mean; dotted line: chance level. Symbols represent individual performances across all conditions (dot: dairy goats, triangle: dwarf goats) with data distribution.

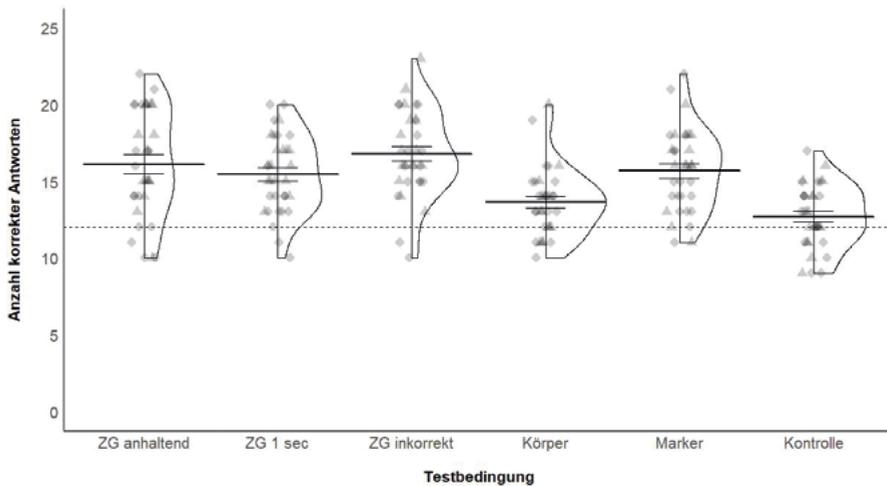


Abb. 4: Anzahl an korrekten Trials über alle Testbedingungen mit sozialen Hinweisen. Langer Strich: Mittelwert über alle Tiere; kurze Striche: Standardfehler des Mittelwerts; gepunktete Linie: Zufallsniveau. Symbole repräsentieren jeweils die Anzahl korrekter Antworten eines Individuums (Kreis: Milchziege, Dreieck: Zwergziege) mit Verteilung der Daten. ZG = Zeigegeste.

Fig. 4: Number of correct trials across all test conditions with social cues. Long bar: mean; short bars: standard error of mean; dotted line: chance level. Symbols represent individual performances across all conditions (dot: dairy goats, triangle: dwarf goats) with data distribution.

## 5 Diskussion

Mithilfe einer Diskriminierungs- und Umkehrlernaufgabe sowie einer kognitiven Testbatterie wurden kognitive Fähigkeiten zweier unterschiedlicher Zuchtlinien (Zwerg- und Milchziegen) untersucht. Beim Lernen der Diskriminierungsaufgabe gab es keine Unterschiede zwischen beiden Zuchtlinien, während die Milchziegen beim Umkehrlernen langsamer waren als die Zwergziegen. Beide Zuchtlinien konnten physikalische und soziale Hinweise ähnlich gut interpretieren. Zucht auf Produktivität bei Ziegen könnte somit deren Verhaltensflexibilität, aber nicht die Fähigkeit zur Interpretation von physikalischen und sozialen Hinweisen, beeinflusst haben. Durch die hohe Heterogenität unserer Stichprobe (2 Standorte, 2 Zuchtlinien, 2 Experimentatoren) können unsere Ergebnisse als relativ robust eingeschätzt werden.

Im visuellen Diskriminierungslernen unterschieden sich beide Zuchtlinien nicht. Jedoch waren die Zwergziegen schneller, eine Umkehrlernaufgabe zu lernen. Dies könnte darauf hindeuten, dass, wie hypothetisiert, die Verhaltensflexibilität bei Milchziegen gegenüber der nicht auf Leistung selektierten Zwergziegen reduziert ist („resource allocation theory“, Beilharz et al. 1993). Bei Hunden führte bereits die Domestikation an sich zu einer verringerten Verhaltensflexibilität (Marshall-Pescini et al. 2015). Inwiefern es bei Ziegen einen ähnlichen Domestikationseffekt gibt und es somit eine kontinuierliche Abnahme der Verhaltensflexibilität von der Wildform zur stark selektierten Milchziege gibt, sollte Fokus weiterführender Forschung sein.

Die Ergebnisse in der kognitiven Testbatterie an unserer heterogenen Studienpopulation erweitern frühere positive Ergebnisse an Zwergziegen zur Objektpermanenz (Nawroth et al. 2015b) und deren Fähigkeit indirekte Informationen zu nutzen (Nawroth et al. 2014b) sowie Ergebnisse an Zwerg- und Milchziegen zur Nutzung menschlicher Hinweisgesten (Nawroth et al. 2015a, Nawroth et al. 2020). Die Zucht auf Leistungsmerkmale hat anscheinend die Fähigkeit zur Interpretation von physikalischen und sozialen Hinweisen nicht verändert. Weiterführende Forschung mit Wildziegen ist notwendig, um zu verstehen inwiefern die Domestikation per se, ähnlich wie bei Hunden, einen Effekt auf die Interpretation dieser Hinweise bei Ziegen hatte.

Die beobachteten Unterschiede in der Verhaltensflexibilität zwischen den Zuchtlinien sollten beim Management der Tiere und dem Design der Haltungsumwelt stärker berücksichtigt werden (Dantzer 2002, Broom 2010). Aufbauend auf dem Wissen über die kognitiven Fähigkeiten von Nutztieren und deren Unterschiede zwischen verschiedenen Rassen, kann deren Haltung langfristig verbessert und ihr Wohlbefinden gesteigert werden. Andererseits können fehlende Kenntnisse über rassespezifische Unterschiede von kognitiven Fähigkeiten sowohl zu einem falschen Umgang mit den Tieren als auch zu fehlerhaften Planungen im Stall führen.

## Literatur

- Beilharz, R. G.; Luxford, B. G.; Wilkinson, J. L. (1993): Quantitative genetics and evolution: is our understanding of genetics sufficient to explain evolution? *Journal of Animal Breeding and Genetics* 110, pp. 161–170
- Broom, D. M. (2010): Cognitive ability and awareness in domestic animals and decisions about obligations to animals. *Applied Animal Behaviour Science* 126, pp. 1–11
- Dantzer, R. (2002): Can farm animal welfare be understood without taking into account the issues of emotion and cognition? *Journal of Animal Science* 80, S. E1–9
- Dudde, A.; Krause, E. T.; Matthews, L. R.; Schrader, L. (2018): More than eggs – relationship between productivity and learning in laying hens. *Frontiers in Psychology* 9, pp. 2.000
- Frank, H.; Frank, M. G. (1982): Comparison of problem-solving performance in six-week-old wolves and dogs. *Animal Behaviour* 30, pp. 95–98
- Hare, B.; Brown, M.; Williamson, C.; Tomasello, M. (2002): The domestication of social cognition in dogs. *Science* 298, pp. 1.634–1.636
- Hernádi, A.; Kis, A.; Turcsán, B.; Topál, J. (2012): Man's underground best friend: domestic ferrets, unlike the wild forms, show evidence of dog-like social-cognitive skills. *PLoS ONE* 7, pp. e43267
- Hothorn, T.; Bretz, F.; Westfall, P.; Heiberger, R. M. (2008): Simultaneous Inference in General Parametric Models. *Biometrical Journal* 50, pp. 346–363
- Kaminski, J.; Nitzschner, M. (2013): Do dogs get the point? A review of dog-human communication ability. *Learning and Motivation* 44, pp. 294–302
- Marshall-Pescini, S.; Virányi, Z.; Range, F. (2015): The effect of domestication on inhibitory control: wolves and dogs compared. *PLoS ONE* 10, pp. e0118469
- Nawroth, C.; Ebersbach, M.; von Borell, E. (2014a): Juvenile domestic pigs (*Sus scrofa domestica*) use human-given cues in an object choice task. *Animal Cognition* 17, p. 701–713
- Nawroth, C.; von Borell, E.; Langbein, J. (2015b): Object permanence in the dwarf goat (*Capra aegagrus hircus*): Perseveration errors and the tracking of complex movements of hidden objects. *Applied Animal Behaviour Science* 167, pp. 20–26
- Nawroth, C.; von Borell, E.; Langbein, J. (2015a): 'Goats that stare at men': dwarf goats alter their behaviour in response to human head orientation, but do not spontaneously use head direction as a cue in a food-related context. *Animal Cognition* 18, pp. 65–73
- Nawroth, C.; von Borell, E.; Langbein, J. (2014b): Exclusion performance in dwarf goats (*Capra aegagrus hircus*) and sheep (*Ovis orientalis aries*). *PLoS ONE* 9, pp. e93534
- Nawroth, C.; Martin, Z. M.; McElligott, A. G. (2020): Goats follow human pointing gestures in an object choice task. *Frontiers in Psychology* 11, pp. 915
- Pinheiro, J. C.; Bates, D. M. (2000): *Mixed-Effects Models in S and S-PLUS*. New York: Springer-Verlag
- R Core Team. R (2017): *A Language and Environment for Statistical Computing*, R Foundation for Statistical Computing
- Range, F.; Möslinger, H.; Virányi, Z. (2012): Domestication has not affected the understanding of means-end connections in dogs. *Animal Cognition* 15, pp. 597–607
- Rauw, W. M.; Kanis, E.; Grommers, F. J. (1998): Undesirable side effects of selection for high production efficiency in farm animals: a review. *Livestock Production Science* 56, pp. 15–33

## Danksagung

Dieses Projekt wird finanziell gefördert durch die DFG und den SNF. Wir danken Agroscope Tänikon und FBN Dummerstorf für die Infrastruktur und finanzielle Unterstützung, Andreas Hagenbüchle, Barbara Ammann und Axel Braatz für die gute Pflege der Tiere und Hans-Ruedi Ott, Richard Heeb, Urs Marolf und Heinz Deike für jegliche Art von technischer Unterstützung und den Aufbau der Testarena.