

The contents are protected by copyright. The distribution by unauthorized third parties is prohibited.

Arch Lebensmittelhyg 71,
115–123 (2020)
DOI 10.2376/0003-925X-71-115

© M. & H. Schaper GmbH & Co.
ISSN 0003-925X

Korrespondenzadresse:
vetmed.archewarder@gmail.com

Zusammenfassung

Summary

¹⁾ Umweltbundesamt, Wörlitzer Platz 1, 06844 Dessau-Roßlau, Deutschland; ²⁾ Tierpark Arche Warder e. V., Langwedeler Weg 11, 24646 Warder, Deutschland; ³⁾ Justus-Liebig-Universität Gießen (JLU), Klinik für Geburtshilfe, Gynäkologie und Andrologie mit Tierärztlicher Ambulanz, Fachbereich Veterinärmedizin, Frankfurter Straße 106, 35392 Gießen, Deutschland

Über Inhaltsstoffe der Milch von Thüringer Waldziegen und Weißen Deutschen Edelziegen: Eine vergleichende Untersuchung

Milk components of Thuringian Forest Goats and German Improved White Goats: A comparative study

Diana Sorg¹⁾, Anabell Jandowsky²⁾, Kai Frölich²⁾, Hartwig Bostedt³⁾

Ziegenmilchprodukte finden weltweit steigendes Interesse. Die Milch von verschiedenen Ziegenrassen in Deutschland ist bisher wenig charakterisiert und standardisiert. Daher wurden von neun Thüringer Wald Ziegen (TWZ), als Vertreterinnen einer gefährdeten, lokalen, alten, deutschen Ziegenrasse, und von zehn Weißen Deutschen Edelziegen (WDE), als Referenz einer häufig genutzten Hochleistungsrasse Milchproben, an Tag 0, 4, 20 und 59 der Laktation auf verschiedene ernährungsphysiologische Parameter untersucht. Durch die gemeinsame Haltung und Fütterung auf einem Betrieb (Tierpark Arche Warder) wurden viele externe Einflussfaktoren auf die Inhaltsstoffe wie unterschiedliche Fütterung, Management, Saison ausgeschlossen. Rasseunterschiede zeigten sich bei der Zellzahl (TWZ: 3,8–50,6 x10⁵/ml, WDE: 1,7–6,0 x10⁵/ml, an Tag 4 p<0,05), ohne dass jedoch eine Mastitis festgestellt werden konnte.

Weiterhin unterschieden sich die Rassen entweder im Trend (p<0,1): bei gesättigten Fettsäuren (SFA; TWZ: 68,22–70,00 %; WDE: 63,23–65,23 %, an Tag 59 p<0,1), einfach ungesättigten Fettsäuren (MUFA; TWZ: 25,40–27,31 %; WDE: 28,93–32,23 %; an Tag 59 p<0,1), Omega-3-FS (n3; TWZ: 0,91–1,43 %; WDE: 0,92–1,30 %; an Tag 0 p<0,1), Thrombogenitäts-Index (TI; TWZ: 1,49–1,68; WDE: 1,22–1,57; an Tag 20 und 59 p<0,1) oder signifikant (p<0,05): bei kurzkettigen Fettsäuren (SCFA; TWZ: 6,61–8,51 %; WDE: 5,29–8,19 %; an Tag 4 p<0,05), einer konjugierten Linolsäure (CLA, C18:2 cis-9,trans-11; TWZ: 0,53–1,18 %; WDE: 0,42–0,89 %; an Tag 0 und 20 p<0,05, an Tag 4 p<0,1), beim Verhältnis von Omega-6- zu Omega-3-FS (n6/n3; TWZ: 2,43–2,58; WDE: 2,57–2,87; an Tag 0, 4 und 59 p<0,05).

Der Cholesteringehalt war an Tag 0 und 4 bei der TWZ nicht signifikant, jedoch quantitativ deutlich niedriger (378,82 µg/ml; 150,36 µg/ml) als bei der WDE (505,75 µg/ml; 223,38 µg/ml). Insgesamt konnte jedoch nicht festgestellt werden, dass eine der beiden Rassen durchgehend ernährungsphysiologisch günstigere Inhaltsstoffkonzentrationen aufwies. Die Milch der TWZ wurde in dieser Studie zum ersten Mal umfassend auf verschiedene Inhaltsstoffe untersucht und mit der von WDE verglichen.

Schlüsselwörter: Ziegenmilch, Milchinhaltsstoffe, Rassevergleich, Thüringer Wald Ziege, Weiße Deutsche Edelziege

Goat milk products are becoming increasingly popular worldwide. The milk of various goat breeds in Germany has so far been poorly characterized and standardized. Therefore, the milk of nine Thuringian Forest Goats (TFG) as representatives of an endangered local German goat breed and ten German Improved White Goats (GIWG) as reference for a frequently used dairy breed was analysed for various nutritional parameters. Milk samples were collected by hand milking on day 0, 4, 20 and 59 of the lactation. The goats were kept in one herd on one location (Zoo Ark Warder, a zoo for rare old breeds) to eliminate many external factors influencing the ingredients such as feeding, management, season. Breed differences were found in somatic cell count (TFG: 3.8–50.6 x 10⁵/ml, GIWG: 1.7–6.0 x10⁵/ml, on day 4: p<0.05), with the goats showing no clinical signs of mastitis. Furthermore differences were either trend: in levels of saturated fatty acids (SFA; TFG: 68.22–70.00%; GIWG: 63.23–65.23%, on day 59: p<0.1), monounsaturated fatty acids (MUFA; TFG: 25.40–27.31%; GIWG: 28.93–32.23%; on day 59: p<0.1), n-3 fatty acids (n3; TFG: 0.91–1.43%; GIWG: 0.92–1.30%; on day 0: p<0.1), the index of thrombogenicity (IT; TFG: 1.49–1.68; GIWG: 1.22–1.57; on day 20 and 59: p<0.1) or significant: short-chain fatty acids (SCFA; TFG: 6.61–8.51%; GIWG: 5.29–8.19%; on day 4: p<0.05), a conjugated linoleic acid isomer (CLA, C18:2 cis-9,trans-11; TFG: 0.53–1.18%; GIWG: 0.42–0.89%; on day 0 and 20: p<0.05, on day 4: p<0.1), in the ratio of n-6 to n-3 fatty acids (n6/n3; TFG: 2.43–2.58; GIWG: 2.57–2.87; on day 0, 4 and 59: p<0.05). Cholesterol levels did not differ significantly between the breeds, but TFG had markedly lower levels on day 0 and 4 (378.82 µg/ml and 150.36 µg/ml) than the GIWG (505.75 µg/ml and 223.38 µg/ml). Taken together, neither of the two breeds had milk with a consistently higher nutritional quality across all of the components studied. For the first time milk from TFG was extensively studied for important nutritional components and compared with the milk of GIWG.

Keywords: Goat milk, Milk ingredients, Breed comparison, Thuringian Forest Goats, German Improved White Goats

The contents are protected by copyright. The distribution by unauthorized third parties is prohibited.

Einleitung

Die Ziege als Nutztier sowie die von ihr gewonnenen Produkte finden steigendes Interesse in Deutschland (Manek et al., 2017) und weltweit (Haenlein, 2004). Die positive und negative Wirkung von gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (FS), Cholesterin und anderen bioaktiven Komponenten der Ziegenmilch auf die menschliche Gesundheit werden von Fachleuten kontrovers diskutiert und sind nicht abschließend geklärt (Park, 1994; Haenlein, 2004; DGE, 2015; Gómez-Cortés et al., 2018). In Deutschland werden 14 verschiedene Milchziegenrassen beschrieben (BDZ, 2020), von denen einige für die kommerzielle Milchproduktion eingesetzt werden. Darum stellt sich die Frage, ob sich die Milchinhaltsstoffe von verschiedenen Ziegenrassen unterscheiden. Einige lokale, europäische Ziegenrassen wurden hinsichtlich ihrer Inhaltsstoffe bereits untersucht und mit kommerziellen Hochleistungsrassen verglichen. Zum Teil wiesen sie eine höhere Milchqualität auf (Curro et al., 2019), unterschieden sich in den Koagulationseigenschaften (Vacca et al., 2018) oder hatten ein unterschiedliches Fettsäureprofil (Pamukova et al., 2018; Yurchenko et al., 2018). Von alten Schafrassen wurden darüber hinaus verschiedene Inhaltsstoffe analysiert (Viturro et al., 2015).

Die Ziegenrassen Thüringer Wald Ziege (TWZ) und Weiße Deutsche Edelziege (WDE) sind bisher hinsichtlich ihrer Milchqualität wenig charakterisiert worden, bis auf die Arbeit von Jendretzke (2009), in der Unterschiede in der Zellzahl bei verschiedenen auf deutschen Betrieben gehaltenen Ziegenrassen beschrieben wurden. Von alten Schafrassen wurden hingegen verschiedene Inhaltsstoffe analysiert: hierbei zeigten sich deutliche Unterschiede im Fett-, Protein- und Cholesterin-Gehalt zwischen den Rassen Zackel-, Houtland-, Walachen- und Soayschaf. Die Milch der Walachenschafe wurde dabei als besonders geeignet für die Ernährung des Menschen beurteilt (Viturro et al., 2015).

Ziel der vorliegenden Studie war es deshalb, die Milch der Weißen Deutschen Edelziege als Vertreterin der modernen Ziegenhaltung in Deutschland und die der Thüringer Wald Ziege (Vertreter einer gefährdeten, lokalen und alten Ziegenrasse) dahingehend zu überprüfen, ob hinsichtlich der Milchinhaltsstoffe Differenzen bestehen. Die Einbeziehung der Thüringer Wald Ziege ist besonders interessant, da sie eine in Mitteldeutschland seit langem einheimische und seltene Ziegenrasse darstellt, die auch kommerziell genutzt wird. Diese meist behornte, braune, eher kleinrahmige Ziege gilt als robust, leistungsstark (700–1000 kg Milch pro Jahr) sowie fruchtbar und wird auch zur Landschaftspflege eingesetzt (Frölich und Koppe, 2010). Mit ca. 1800 weiblichen Tieren gilt sie laut Food and Agriculture Organization der Vereinten Nationen (FAO) als „gefährdet“ (BLE, 2019a). Die WDE ist nach der Bunten Deutschen Edelziege in Deutschland die zweitbedeutendste Ziegenrasse und erreicht eine Milchleistung von 800–1000 kg pro Jahr (BLE, 2019b). Mit ca. 3300 weiblichen Tieren gilt sie nicht als gefährdet, sondern wird in der intensiven, kommerziellen Ziegenmilchproduktion breit eingesetzt. Sie ist eng verwandt mit weißen Milchziegenrassen aus vielen anderen Ländern, die alle von der schweizerischen Saanenziege abstammen und deshalb als eine grenzübergreifende („transboundary“) Rasse von der FAO geführt wird (FAO, 2019).

Material und Methoden

Tiere

Für die Untersuchung wurden elf WDE zugekauft und bildeten zusammen mit elf vorhandenen TWZ im Tierpark Arche Warder das Tierkollektiv. Der Tierpark Arche Warder e. V. ist weltweit das größte Zentrum für seltene Nutztierassen, die extensiv gehalten, gezüchtet und genutzt werden sowie für wissenschaftliche Untersuchungen zur Verfügung stehen. Die Untersuchungstiere wurden entwurmt und geimpft (Cydectin® (Zoetis, Berlin)/Cestocur® (Bayer Vital GmbH-Tiergesundheit, Leverkusen) / Bravoxin10® (Intervet, Unterschleißheim)) und ab Oktober 2016 gemeinsam in einer Halle auf Tiefstreu mit Zugang zu einer Koppel aufgestellt. Damit war gewährleistet, dass alle Tiere unter gleichen Umwelt-, Hygiene- und Ernährungsbedingungen gehalten wurden. Beide Gruppen wurden zusätzlich zum Koppelbewuchs mit Heulage *ad libitum* sowie mit Kraftfutter von 300–400 g je Tier und Tag gefüttert. Zusätzlich standen den Tieren Mineraleckschüsseln sowie Wasser *ad libitum* zur Verfügung. Die züchterische Nutzung der Tiere erfolgte ab November 2016 mittels Bockensatz. Die Trächtigkeitsuntersuchungen wurden transabdominal per Ultraschall (GE Logiq α200, GE Ultrasound Europe, Solingen, D) Mitte Februar 2017 durchgeführt. Zwei TWZ und eine WDE wurden aus dem Projekt ausgeschlossen, da sie nicht aufnahmen. Die zur Verfügung stehende Tierzahl belief sich somit auf neun TWZ (vier Tiere im Alter von ca. 1,5 Jahren, 1. Lammung; zwei Tiere im Alter von ca. 8,5 Jahren, max. 8. Lammung; jeweils ein Tier im Alter von ca. 5,5 Jahren, 5. Lammung; ca. 4,5 Jahren, 4. Lammung; ca. 2,5 Jahren, 2. Lammung) und zehn WDE (sechs Tiere im Alter von ca. 1,5 Jahren, 1. Lammung; ein Tier im Alter von ca. 2,5 Jahren, 2. Lammung; drei Tiere unbekannten Alters, unbekannter Laktationsnummer). Die Ablammtermine lagen zwischen April und Anfang Mai 2017.

Probenumfang und -ausschluss

Zunächst gingen neun TWZ und zehn WDE-Ziegen in die Untersuchung ein. Drei Ziegen, davon zwei TWZ und eine WDE, wurden aufgrund einer Mastitis zu Beginn der Laktation ausgeschlossen. Von einer weiteren TWZ verstarb ein Lamm nach Laktationstag 4 und das andere musste von Hand aufgezogen werden, da es lebensschwach war. So konnten keine weiteren Milchproben an Tag 20 und 59 gewonnen werden. Von 13 Proben an Tag 0 und einer Probe an Tag 4 konnten die Hauptinhaltsstoffe Fett, Eiweiß, Laktose, Zellzahl nicht bestimmt werden, da das Gerät die Fehlermeldung „sauer“ ausgab. Dies ist auf eine zu hohe natürliche Viskosität der Proben (Kolostrum) zurückzuführen. Für die Analyse von Fett, Eiweiß, Laktose und Zellzahl wurden somit nur Proben von den Laktationstagen 4, 20 und 59 verwendet, insgesamt 45 Proben. Für die BU und die Untersuchung von Cholesterin und Fettsäuren standen inklusive des Kolostrums insgesamt 62 Proben zur Verfügung.

Probenentnahmen und Konservierung

Die Probenentnahme erfolgte am Tag 0 (zwischen 0 und 8 Stunden nach Ablammung), Tag 4, Tag 20 und Tag 59 der Laktation. Die eigentliche Probenentnahme gliederte sich in zwei Teilabschnitte: Milch für die bakteriologische Untersuchung und Milch für die weitere Analytik. Die Zitzenkuppelendesinfektion erfolgte mittels Alkoholtupfer. Die ersten Milchstrahlen wurden verworfen. Die dafür vorgesehenen, sterilen Probengefäße wurden unmittelbar

The contents are protected by copyright. The distribution by unauthorized third parties is prohibited.

vor der Entnahme geöffnet und währenddessen annähernd waagrecht gehalten und schnell wieder verschlossen. Aus jeder Euterhälfte wurden 2 ml Milch in ein Probenglas gemolken. Die Proben lagerten max. 24 h bis zum Versand bei 4 °C.

Anschließend wurden pro Ziege insgesamt mindestens 135 ml Milch per Hand, kombiniert aus beiden Euterhälfen, in einen Sammelbecher abgemolken. Aus diesem Sammelgemelk wurden für die Bestimmung von Cholesterin und Fettsäuren (FS) 6 x 15 ml Röhrchen abgefüllt und bei –20 °C gelagert. 30 ml aus dem Sammelgemelk wurden für die Messung von Fett, Eiweiß, Laktose und Zellzahl in ein Probenröhrchen des Landeskontrollverband Schleswig-Holstein (LKV S-H, Kiel) mit Konservator gegeben und bei Raumtemperatur maximal einen Tag bis zur Messung gelagert.

Fett, Eiweiß, Laktose, Zellzahl

Die Hauptinhaltsstoffe Fett (%), Eiweiß (%) und Laktose (%) wurden vom LKV S-H automatisiert mittels Fourier Transform Infrarot-Analyse (FTIR) (MilkoScan FT, FOSS, Hamburg, Methodik nach § 64 LFGB L01.00-78) gemessen, die Zellzahl ($1 \times 10^5/\text{ml}$) wurde dort ebenfalls bestimmt (Fossomatic FC Anlage, FOSS, Hamburg, Methodik nach § 64 LFGB L01.01-1). Das Milchlabor des LKV S-H ist nach EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.

Bakteriologische Untersuchung (BU)

Die Untersuchung auf Bakterien und Pilze oblag dem Landeslabor Schleswig-Holstein des Lebensmittel-, Veterinär- und Umweltuntersuchungsamtes (Neumünster). Dieses ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert, um unter anderem mikrobiologische Untersuchungen im Bereich Veterinärmedizin durchführen zu können. Mittels kulturellem Nachweisverfahren sollten möglichst alle im Untersuchungsmaterial befindlichen Mikroorganismen kultiviert werden, um eine qualitative und semiquantitative Diagnose und Beurteilung der Keimflora zu ermöglichen. Die Proben wurden auf 16–18 °C erwärmt und durchmischt. Danach wurden jeweils 100 µl Milch parallel auf mehrere Nährmedien aufgebracht, ausgespatelt und unter verschiedenen Milieubedingungen und Zeiten inkubiert. Zur nichtselektiven Anzucht von anspruchsvollen und nichtanspruchsvollen Mikroorganismen dienten BHI-Agar (Herz-Hirn-Nährmedium) mit mikroaerophiler Inkubation (5 % CO_2) bei 36 °C $\pm$ 1 °C für 18–24 h und Columbia-Agar mit 5 % Schafblut mit aerober Inkubation bei 36 °C $\pm$ 1 °C für 18–24 h. Als Selektivnährmedium zur selektiven Anzucht grampositiver Keime stand CNA-Agar (Columbia-Schafblut-Agar mit Zusatz von Colistin und Nalidixinsäure) mit mikroaerophiler Inkubation bei 36 °C $\pm$ 1 °C für 18–24 h zur Verfügung. Als Selektivnährmedium für Enterobacteriaceae diente McConkey-Agar mit aerober Inkubation bei 36 °C $\pm$ 1 °C für 18–24 h. Für den Nachweis von Hefen und Pilzen fanden Sabouraud-Dextrose-Agarplatten mit aerober Inkubation bei 28 °C $\pm$ 1 °C für 5–14 d Verwendung. Die Kultivierung von Clostridien geschah mittels Zeissler-Agar mit anaerober Inkubation bei 36 °C $\pm$ 1 °C für 18–24 h. Zur Kultivierung von empfindlichen anaeroben Keimen diente Schädler-Agar mit anaerober Inkubation bei 36 °C $\pm$ 1 °C für 2–3 d. Die Identifizierung der angewachsenen Isolate erfolgte nach Subkultivierung mit Hilfe verschiedener möglicher Differenzierungsparameter (Kulturmorphologie makroskopisch und mikroskopisch, Gramverhalten, Prüfung auf Katalase- und Oxidase-Aktivität, die Feststellung biochemischer Leistungen (soge-

nannte „Bunte-Reihen“; u.a. API-Testkits (bioMérieux, Marcy-l'Étoile, Frankreich)) sowie mittels Massenspektrometrie (MALDI-TOF-MS; Bruker, Billerica, MA, USA) nach den üblichen fachlichen Standards (Krieg und Holt, 1984; Bisping und Amtsberg, 1988; Staley et al. (Hrsg.), 1989; Blobel und Schließer, 1991; Selbitz et al., 2011; Markey et al., 2013) fehlte.

Cholesterin

Die Messung der Gesamt-Cholesterinkonzentration erfolgte an der Professur Tierzucht der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg mit einem enzymatisch-photometrischen Assay (CHOD-PAP) im Extrakt der unverseifbaren Lipide mit einem weiterentwickelten Protokoll nach Viturro et al. (2010) und Fletouris et al. (1998). Dafür wurden aus jeder Probe 3 x 1 ml Milch entnommen, mit je 10 ml 0,5 M KOH-Methanol 15 sec gemischt und anschließend im Wasserbad bei 80 °C für 15 min inkubiert, um die Lipide zu verseifen. Nach dem Abkühlen der Probe erfolgte die Zugabe von je 2 ml destilliertem Wasser und 4 ml n-Hexan. Anschließend wurde 1 min gemischt und für 1 min bei 2000 g zentrifugiert, um die Phase der verseifbaren von den unverseifbaren Lipiden zu trennen. 3 ml der oberen Phase (Hexanphase mit den unverseifbaren Lipiden) wurden in ein Glasröhrchen überführt und bei 80 °C im Wasserbad verdampft. Die Lösung des Rückstands erfolgte in Isopropanol und die Lagerung bei –20 °C. Für die Messung wurde das Isopropanol über Nacht bei Raumtemperatur abgedampft und der Rückstand in 20 µl TritonX-100 (Merck, Darmstadt)/Chloroform (1:1) gelöst. Ein Cholesterin-Standard (> 95 %, ROTH, Karlsruhe) wurde ebenfalls mit 20 µl TritonX-100/Chloroform (1:1) versetzt und als Leerprobe (Blank) dienten 20 µl Triton X 100/Chloroform (1:1). Das Abdampfen des Chloroforms erfolgte über Nacht bei Raumtemperatur. Zu allen Proben, Standards und Blanks wurden 750 µl des enzymatisch-colorimetrischen Reagenz' Cholesterin FS (DiaSys Diagnostic Systems GmbH, Holzheim) gegeben, gemischt und bei 37 °C für 10 min inkubiert. Das Cholesterin im Extrakt wurde dabei enzymatisch hydrolysiert, oxidiert und mit dem colorimetrischen Indikator Chinominin sichtbar gemacht. Je 200 µl der Reaktionslösung kamen in eine Vertiefung einer 96-Well-Mikrotiter-Platte und deren Absorption bei 500 nm in einem Platten-Spektrophotometer (Thermo Scientific MultiScan GO, Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA) gemessen. Die untere Nachweisgrenze lag laut Hersteller bei 3 mg/dL.

Fettsäuren

Am Lehrstuhl für Biochemie der Ernährung der Friedrich-Schiller-Universität Jena erfolgte die Bestimmung der FS mittels Gaschromatographie (GC) als Anteile (%) an allen quantifizierten FS nach einem Protokoll von Baars et al. (2019): nach Gefriertrocknung der Milch (VirTis 25L, SP Scientific, Warminster, PA, USA) wurde eine Soxhlet-Fettextraktion mit dem Soxtherm2000 S306A (Gerhardt GmbH, Königswinter) durchgeführt. Im Fettextrakt wurden die FS mittels NaOCH_3 zu Fettsäure-Methylestern (FSME) umgeestert und in einer Konzentration von 2 % in n-Hexan gelöst. Für die GC-Analyse wurde 1 µl dieser FSME-Lösung mit einem Aufteilungsverhältnis von 1:100 injiziert. Die Messung der Anteile der einzelnen FS an allen FS erfolgte analog zu Baars et al. (2019): für die Trennung von C4-C22 wurde eine Quarzglas-Säule mittlerer Polarität (GC-17 V3, Shimadzu, Kyoto, JPN; DB-225 MS: 60 m x 0,25 mm Innendurchmesser mit einer Filmdicke

The contents are protected by copyright. The distribution by unauthorized third parties is prohibited.

von 0,25 µm (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA)) verwendet. Die Temperatur lag zunächst 2 min bei 70 °C, wurde dann um 10 °C pro min bis 180 °C, weiterhin um 2 °C pro min bis 220 °C erhöht und dann für 5 min gehalten. Im letzten Schritt wurde die Temperatur um 2 °C pro min bis 230 °C erhöht und für 27 min gehalten. Die Trennung von cis- und trans-Isomeren von C18:1 erfolgte in einer Quarzglas-Säule hoher Polarität (GC-2010 plus, Shimadzu; CP-Select für FAME; 200 m × 0,25 mm Innendurchmesser mit 0,25 µm Schichtdicke (Varian, Houten, NL)). Diese Isomere wurden unter isothermen Bedingungen bei 176 °C getrennt. Für beide Fettsäuregruppen wurden die Injektortemperatur bei 260 °C und die Detektortemperatur bei 270 °C gehalten. Das Trägergas war jeweils H₂.

Statistische Auswertung

Die Aufbereitung der Daten erfolgte in Form von Microsoft Excel-Tabellen und wurde statistisch mit SPSS (IBM Corp., Armonk, NY, USA) ausgewertet. Für alle Tests wurde ein Signifikanzniveau von $p < 0,05$ sowie ein Niveau von $p < 0,1$ für einen Trend zugrunde gelegt. Die Laktosekonzentration einer Probe wurde vom LKV S-H mit einem physiologisch nicht plausibel hohen Wert von über 10 % angegeben, so dass dieser Wert auf „fehlend“ gesetzt wurde. Die Anzahl Proben mit Zellzahl $\leq$ und $> 1 \times 10^6/\text{ml}$ als vorgeschlagenem Grenzwert für Milchgüte bei Ziegen (ALP, 2013) wurde zwischen den Rassen mittels dem exakten Fisher-Test verglichen.

Die Cholesterinkonzentration im Extrakt der unverseifbaren Lipide wurde hochgerechnet auf die Cholesterinkonzentration in der ursprünglichen Milchprobe. Die Cholesterinkonzentrationen aller drei Extrakte einer Probe wurden arithmetisch gemittelt. Der Variationskoeffizient (CV %, Standardabweichung geteilt durch Mittelwert) der drei Extrakte jeder Probe wurde berechnet, um die Wiederholbarkeit der Extraktion der unverseifbaren Lipide vor der Cholesterinmessung sicherzustellen. Eine Wiederholung der Messung erfolgte bei Proben mit einem CV > 10 %. Es gingen nur Proben mit einem CV ≤ 10 % in die Auswertung ein.

Die meisten FS wurden zu ernährungsphysiologischen Gruppen zusammengefasst: gesättigte FS (SFA), einfach ungesättigte FS (MUFA), mehrfach ungesättigte Fettsäuren (PUFA), mittelkettige FS (MCFA; C10-C14), kurzkettige FS (SCFA; C4-C8), Omega-3-FS (n3), Omega-6-FS (n6). Zusätzlich wurden aus den FS-Anteilen vier gesundheitsrelevante Indizes berechnet (Gl. 1–Gl. 4):

- 1) Verhältnis von Omega-3 zu Omega-6-FS:

$$n6/n3 \quad (\text{Gl. 1})$$

- 2) Atherogenitäts-Index (AI): Verhältnis aus Laurinsäure, Myristinsäure, Palmitinsäure (atherogen) und ungesättigten FS (antiatherogen) (Ulbrich und Southgate, 1991, zitiert in Pamukova et al., 2018):

$$AI = \frac{C12:0 + 4 \cdot C14:0 + C16:0}{MUFA + PUFA} \quad (\text{Gl. 2})$$

- 3) Thrombogenitäts-Index (TI): Verhältnis aus thrombogenen gesättigten FS und antithrombogenen ungesättigten FS (Ulbrich und Southgate, 1991, zitiert in Pamukova et al., 2018):

$$TI = \frac{C14:0 + C16:0 + C18:0}{0,5 \cdot C18:1 + 0,5 \cdot MUFA + 0,5 \cdot PUFA - n6 + 3 \cdot n3 + n3/n6} \quad (\text{Gl. 3})$$

- 4) Hypcholesterolämisch/hypercholesterolämisches Verhältnis (h/H) (Fernandez et al., 2017, zitiert in Pamukova et al., 2018):

$$h/H = \frac{C18:1 + C18:2 + C18:3 + C20:3 + C20:4 + C20:5 + C22:4 + C22:5 + C22:6}{C14:0 + C16:0} \quad (\text{Gl. 4})$$

Die Daten wurden mit dem Kolmogorov-Smirnoff-Test auf Normalverteilung überprüft. Sie erfüllten alle diese Bedingung. Daraufhin wurden zu jedem Zeitpunkt (Tag 0, 4, 20, 59) die Rohmittelwerte der Rassen mit einem zweiseitigen T-Test verglichen.

Ergebnisse

Bakteriologische Untersuchung

In insgesamt fünf Proben von zwei TWZ und einer WDE wurden Mastitisserreger nachgewiesen (*Streptococcus uberis*, *Trueperella pyogenes*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Staphylococcus aureus*). Da diese Ziegen auch klinische Symptome einer Mastitis (veränderte Milchkonsistenz, gestörtes Allgemeinbefinden) zeigten, wurden sie aus dem Versuch ausgeschlossen. In den meisten Proben ($n=50$) waren Kontaminationen durch umwelt- und tierassoziierte Bakterien (z. B. andere *Staphylokokken*, *Aerococcus viridans*, *Acinetobacter*, *Bacillus* spp., *Escherichia coli*) sowie Pilzen (z. B. *Mucor*, *Penicillium*, *Aspergillus*) zu finden, ohne dass die Ziegen klinische Symptome einer Mastitis zeigten. In zehn Proben wurden keine Bakterien oder Pilze nachgewiesen. Von zwei Proben lagen keine BU-Ergebnisse vor.

Fett, Eiweiß, Laktose, Zellzahl

Ein statistisch signifikanter Rasseunterschied ließ sich für Fett, Eiweiß und Laktose an den einzelnen Zeitpunkten nicht nachweisen (Tab. 1). Der Fett- und Eiweißgehalt fiel an Tag 59 in beiden Rassen deutlich ab. An Tag 20 hatten TWZ eine signifikant höhere Zellzahl als die WDE ($p < 0,05$) (Tab. 1). Auch an Tag vier lag sie bei den TWZ be-

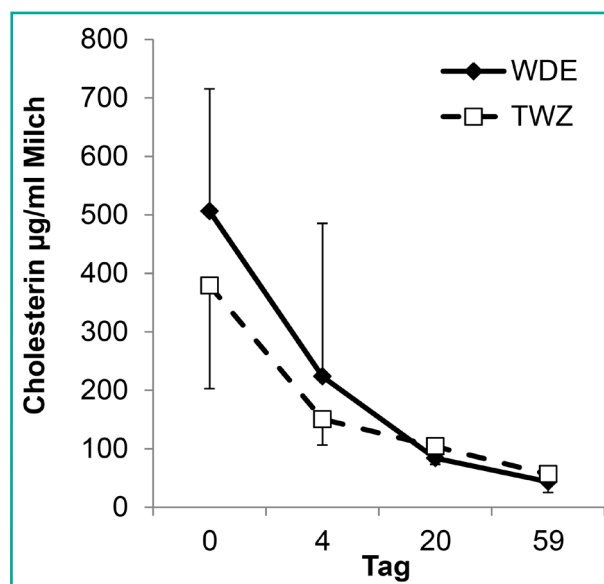


ABBILDUNG 1: Cholesteringehalt in der Milch (Mittelwert, Fehlerbalken: Standardabweichung) von Thüringer Wald Ziegen (TWZ) und Weißen Deutschen Edelziegen (WDE).

The contents are protected by copyright. The distribution by unauthorized third parties is prohibited.

reits deutlich über der der WDE, wenn auch nicht signifikant ($p > 0,05$). Drei Proben von WDE und vier Proben von TWZ lagen über $1 \times 10^6/\text{ml}$, 23 Proben von WDE und 15 Proben von TWZ unter oder bei $1 \times 10^6/\text{ml}$. Der Unterschied bei der Gruppengröße der beiden Rassen war ebenfalls nicht signifikant ($p > 0,05$).

Cholesterin

An keinem Zeitpunkt ließ sich ein statistisch signifikanter Rasseunterschied im Cholesteringehalt feststellen (Abb. 1). Allerdings war am Tag 0 und 5 der Wert bei TWZ quantitativ deutlich geringer als bei WDE. An den Tagen 20 und 59 kehrte sich diese Differenz um. Insgesamt nahm der Cholesteringehalt bis Tag 59 um mehr als 80 % ab.

Der CV der drei Extrakte pro Probe war im Mittel 4,9 % (Standardabweichung 2,0 %). Alle Proben hatten nach Wiederholungsmessung einen CV < 10 %, was auf eine akzeptable Wiederholbarkeit der Extraktion der unverseifbaren Lipide und der photometrischen Messung hindeutet.

Fettsäuren

Tabelle 2 zeigt die Anteile von Fettsäuregruppen an allen gemessenen FS. WDE hatten signifikant weniger SCFA an Tag 0 ($p < 0,05$; Tab. 2). Auch im weiteren Verlauf lag ihr Wert unter dem der TWZ, wenn auch nicht statistisch signifikant (Tab. 2). An Tag 59 zeigten SFA einen Trend ($p < 0,1$) zu niedrigeren Werten und MUFA zu höheren Werten bei den WDE (Tab. 2).

Die Konzentrationen von Omega-3-FS, Omega-6-FS und CLA (Isomer cis-9, trans-11 C18:2) gehen aus Tab.3 hervor. TWZ hatten signifikant ($p < 0,05$) oder deutlich höhere Gehalte an CLA an allen Proben Tagen (Tab. 3). Das Verhältnis von n6/n3 war bei TWZ außer an Tag 20 signifikant ($p < 0,05$) geringer (Tab. 3).

Tabelle 4 zeigt die gesundheitsrelevanten Indizes aus den Fettsäuren. Der TI zeigte einen Trend zu höheren Werten ($p < 0,1$) bei TWZ an Tag 20 und 59 und lag auch davor numerisch höher.

Diskussion

Trotz des kleinen Stichprobenumfangs (16 Tiere) ließen sich vereinzelt Unterschiede hinsichtlich der untersuchten Parameter zwischen den zwei verschiedenen Rassen feststellen. Die somatische Zellzahl differierte zwischen den Rassen zum Teil signifikant. Die Zellzahl-Mittelwerte lagen in der Milch von TWZ deutlich über denen der WDE. Beschrieben haben solcherart Differenzen in der Zellzahl bereits Paape et al. (2007) für verschiedene Rassen. Inte-

TABELLE 1: Hauptinhaltsstoffe Fett (%), Eiweiß (%), Laktose (%) und Zellzahl ($\times 10^5/\text{ml}$) in Milch von Thüringer Wald Ziegen (TWZ) und Weißen Deutschen Edelziegen (WDE).

Tag	Rasse	n	Fett		Eiweiß		Laktose		Zellzahl	
			MW ¹	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
4	WDE	8	5,13	1,60	4,31	0,42	4,57	0,26	6,0 ^{a,2}	8,1
	TWZ	7	4,84	1,06	4,50	0,63	4,58 ³	0,22	50,6 ^b	101,0
20	WDE	9	4,00	1,41	3,12	0,38	4,52	0,24	1,7	1,4
	TWZ	6	4,39	1,57	3,20	0,42	4,77	0,33	7,6	7,4
59	WDE	9	1,42	0,69	2,63	0,28	4,54	0,28	4,2	5,8
	TWZ	6	1,44	0,79	2,79	0,11	4,91	0,21	3,8	3,6

¹) MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung; ²) Mittelwerte mit unterschiedlichen Buchstaben (a, b) an einem Tag sind signifikant verschieden ($p < 0,05$); ³) hier n=6

TABELLE 2: Gruppen von Fettsäuren (in % von allen gemessenen Fettsäuren) in der Milch von Thüringer Wald Ziegen (TWZ) und Weißen Deutschen Edelziegen (WDE).

Tag	Rasse	n	SFA ¹		MUFA		PUFA		MCFA		SCFA	
			MW ²	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
0	WDE	9	65,52	6,51	28,93	6,53	5,55	0,62	20,26	6,77	5,29 ^{a,3}	0,84
	TWZ	7	68,73	4,31	25,55	4,25	5,71	0,60	21,27	2,70	6,61 ^b	0,98
4	WDE	9	66,22	6,06	29,29	6,20	4,48	0,44	21,22	5,02	8,17	1,34
	TWZ	7	70,00	5,40	25,40	5,16	4,60	0,70	22,75	4,10	8,51	1,01
20	WDE	9	65,23	4,95	30,65	5,12	4,12	0,33	19,02	5,93	8,19	1,49
	TWZ	6	68,78	3,44	26,87	3,55	4,37	0,48	20,60	4,12	8,24	0,61
59	WDE	9	63,23 ⁺⁴	5,19	32,23 ⁺	5,31	4,53	0,60	18,25	5,80	7,36	1,27
	TWZ	6	68,22 ⁺	3,50	27,31 ⁺	3,07	4,48	0,48	20,88	3,29	8,01	1,30

¹) SFA = Gesättigte Fettsäuren (FS), MUFA = Einfach ungesättigte FS, PUFA = Mehrfach ungesättigte FS, MCFA = Mittelkettige FS (C10 – C14), SCFA = Kurzkettige FS (C4-C8); ²) MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung; ³) Mittelwerte mit unterschiedlichen Buchstaben (a, b) an einem Tag sind signifikant verschieden ($p < 0,05$); ⁴) Mittelwerte mit einem + zeigen einen Trend zum Unterschied ($p < 0,1$)

TABELLE 3: Gruppen von Fettsäuren und konjugierte Linolsäure (in % von allen gemessenen Fettsäuren) in der Milch von Thüringer Wald Ziegen (TWZ) und Weißen Deutschen Edelziegen (WDE).

Tag	Rasse	n	n3 ¹		n6		n6/n3		CLA	
			MW ²	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
0	WDE	9	1,30 ⁺³	0,13	3,66	0,46	2,81 ^{a,4}	0,30	0,48 ^a	0,13
	TWZ	7	1,43 ⁺	0,15	3,56	0,48	2,49 ^b	0,19	0,61 ^b	0,07
4	WDE	9	1,03	0,11	2,93	0,31	2,87 ^a	0,35	0,43 ⁺	0,11
	TWZ	7	1,15	0,17	2,82	0,52	2,46 ^b	0,33	0,53 ⁺	0,11
20	WDE	9	0,97	0,16	2,63	0,22	2,76	0,46	0,42 ^a	0,09
	TWZ	6	1,05	0,15	2,67	0,35	2,58	0,41	0,54 ^b	0,07
59	WDE	9	0,92	0,12	2,57	0,36	2,57 ^a	0,36	0,89	0,35
	TWZ	6	0,91	0,22	2,21	0,51	2,43 ^b	0,22	1,18	0,57

¹) n3 = Omega-3-Fettsäuren (FS), n6 = Omega-6-FS, n6/n3 = Verhältnis von n6 zu n3, CLA = konjugierte Linolsäure, Isomer C18:2 cis-9, trans-11; ²) MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung; ³) Mittelwerte an einem Tag mit einem + zeigen einen Trend zum Unterschied ($p < 0,1$); ⁴) Mittelwerte mit unterschiedlichen Buchstaben (a, b) an einem Tag sind signifikant verschieden ($p < 0,05$)

TABELLE 4: Gesundheitsrelevante Indizes aus Fettsäuren in der Milch von Thüringer Wald Ziegen (TWZ) und Weißen Deutschen Edelziegen (WDE).

Tag	Rasse	n	AI ¹		TI		h/H	
			MW ²	SD	MW	SD	MW	SD
0	WDE	9	2,33	0,83	1,57	0,38	0,85	0,29
	TWZ	7	2,39	0,64	1,68	0,38	0,77	0,25
4	WDE	9	1,84	0,59	1,36	0,32	1,04	0,32
	TWZ	7	2,24	1,02	1,63	0,55	0,90	0,33
20	WDE	9	1,59	0,44	1,28 ⁺³	0,19	1,15	0,24
	TWZ	6	1,88	0,46	1,49 ⁺	0,22	0,95	0,22
59	WDE	9	1,55	0,47	1,22 ⁺	0,24	1,16	0,27
	TWZ	6	1,91	0,44	1,49 ⁺	0,27	0,93	0,25

¹) AI = Atherogenitäts-Index (AI), TI = Thrombogenitäts-Index, h/H = Hypocholesterolämisch/hypercholesterolämisches Verhältnis; ²) MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung; ³) Mittelwerte an einem Tag mit einem + zeigen einen Trend zum Unterschied ($p < 0,1$)

The contents are protected by copyright. The distribution by unauthorized third parties is prohibited.

ressant ist zudem, dass die Zellzahl in der Milch von Ziegen mit höheren Paritäten ansteigt. Es gibt jedoch bisher kaum direkte Vergleiche zum intramammären Immunsystem verschiedener Ziegenrassen, anders als zum Beispiel bei Kühen, wo bereits Rasseunterschiede unter anderem auf Genexpressionsebene (Sorg et al., 2013), bei der Proteinsekretion und der Anzahl der Immunzellzahlen dargestellt worden sind (Bannerman et al., 2008). Auffällig war, dass einzelne Tiere bei beiden Rassen extrem hohe Werte hatten, ohne dass eine Mastitis festgestellt werden konnte (TWZ bis zu 272×10^5 /ml, WDE bis zu $19,2 \times 10^5$ /ml). In der Literatur wird ein weiter Zellzahl-Bereich als physiologisch normal für Ziegenmilch angegeben. So kommen u.a. Zellzahlen zwischen $0,21\text{--}260 \times 10^5$ /ml vor, die Mittelwerte in einer Studie mit verschiedenen Rassen reichen von $2\text{--}37 \times 10^5$ /ml (Jendretzke, 2009). Letzterer fand in seiner Untersuchung qualitative Unterschiede zwischen den untersuchten Rassen WDE, der häufigsten deutschen Rasse Bunte Deutsche Edelziege, TWZ, der international verbreiteten Schweizer Toggenburger Ziege, der Schweizer Saanenziege (Grundlage für die meisten international verbreiteten Weißen Milchziegenrassen) und Kreuzungstieren auf deutschen Betrieben. Dort hatten in der Früh-laktation WDE und TWZ beide im Mittel 16×10^5 /ml, Saanenziegen lagen mit 23×10^5 /ml deutlich darüber (Jendretzke, 2009). Als Gütekriterium wird eine maximale Zellzahl von 1×10^6 /ml vorgeschlagen (ALP, 2013), jedoch existiert in Deutschland kein verbindlicher Grenzwert für Anlieferungsmilch von Ziegen. In den USA ist der gesetzliche Standard mit $1,5 \times 10^6$ /ml für pasteurisierte Ziegenmilch sogar noch höher (US DHHS-PHS-FDA, 2015). Bei beiden hier untersuchten Rassen lagen die meisten Proben darunter, was auf eine gleichermaßen akzeptable Eutergesundheit der im Versuch eingeschlossenen Ziegen schließen lässt. Auch liegt bei Ziegen, anders als bei Kühen, kein enger Zusammenhang zwischen hohen Zellzahlen und Mastitis vor (Clark und Garcia, 2017; Bostedt, 2019). Ziegenmilch enthält wegen der apokrinen Sekretion zytoplasmatische Partikel aus dem Epithelgewebe, die keine Zellkerne enthalten, jedoch u. a. Fett, Eiweiß und Kaseinmicellen (ALP, 2013). Sie können bei verschiedenen Zellzahl-Bestimmungsmethoden fälschlicherweise als Zellen gezählt werden, weshalb DNA-basierte Fluoreszenzmessmethoden empfohlen und in der Regel von kommerziellen Milchlaboren auch verwendet werden. Dennoch können verfälschte hohe Werte für die Zellzahl in Ziegenmilch auftreten, wenn die Messgeräte nur mit Kuhmilch kalibriert sind (Clark und Garcia, 2017). Die Geräte im LKV sind ebenfalls nur auf Kuhmilch kalibriert. Die Ergebnisse wurden jedoch nach DLQ-Richtlinie „1.10 DLQ-Richtlinie zur Infrarotanalytischen Untersuchung von Schaf- und Ziegenmilch mit dem Milkoscan“ korrigiert. Es bleibt also die Frage offen, ob der deutliche Unterschied in den Zellzahlen von TWZ und WDE in dieser Untersuchung in einer unterschiedlichen Regulation der Immunzellen oder in einer unterschiedlichen Sekretion von zytoplasmatischen Partikeln liegt.

Eine signifikant höhere Zellzahl bei den TWZ an Tag 0 und 4 wirkte sich in dieser Studie nicht auf die **Laktosekonzentration** aus, was ein weiterer Hinweis darauf ist, dass bei Ziegen die Zellzahl alleine nicht aussagekräftig für die Eutergesundheit ist. Der Laktosegehalt unterschied sich nicht statistisch signifikant zwischen den Rassen. Leichte Rasseunterschiede bei Laktose konnten in einer deutschen Untersuchung an TWZ erst in der Spätlaktation festgestellt werden: TWZ hatten 0,08 %-Punkte mehr Laktose als WDE (Jendretzke, 2009), in der Früh-laktation hat-

ten TWZ fast dieselbe (5,14 %) wie WDE (5,18 %). Bei Curro et al. (2019) hatten lokale italienische, zum Teil in ihrem Bestand bedrohte Ziegenrassen höhere Laktosegehalte als die kommerzielle Saanenziege, die mit der WDE eng verwandt ist. Die Laktosekonzentration in der Milch kann durch eine Funktionsstörung der Euterepithelzellen infolge einer Mastitis sinken (Leitner et al., 2004). Allerdings waren alle Tiere in der hiesigen Studie aufgrund der BU-Ergebnisse als eutergesund eingestuft worden.

Beim **Fettgehalt** fiel auf, dass beide Rassen zu Beginn der Laktation deutlich höhere Werte und am Tag 59 deutlich niedrigere Werte hatten, als in Milchleistungsprüfungen (MLP) in Baden-Württemberg und Thüringen durchschnittlich erzielt wurden (2,95 % bei WDE, LKV BW, 2018; 3,51 % bei TWZ, TVL TH, 2018). Allerdings wurden beide Rassen extensiv gehalten und gefüttert und nur für die Untersuchung von Hand gemolken. Deshalb ist ihre Milchleistung nicht mit der von Ziegen auf kommerziellen Praxisbetrieben mit dem Schwerpunkt Milchgewinnung vergleichbar. Der frühe Abfall auf unter 2 % lässt daher vermuten, dass aufgrund der extensiven Fütterungsbedingungen im Durchschnitt tiefere Milchfettgehalte als die der MLP erreicht wurden. Ein Grund hierfür könnte eine geringere Mobilisation von Körperfettreserven sein sowie eine Imbalanz von Fett, Energie und Eiweiß in der Ration. Außerdem sind die MLP-Werte nur Durchschnittswerte über die gesamte Laktation. Fettgehalt und Eiweißgehalt variieren bekanntermaßen über die Laktation (Goetsch et al., 2011; Mayer und Fiechter, 2012).

Der Abfall des **Eiweißgehaltes** war weniger stark ausgeprägt, lag jedoch am Tag 59 ebenfalls tiefer als durchschnittlich in der MLP (3,01 % bei TWZ, TVL TH, 2018; 2,75 % bei WDE, LKV BW, 2018). Auch hier spielt vermutlich die extensive Haltung eine Rolle. In Baden-Württemberg hatten kleinere Herden niedrigere Fett- und Eiweißgehalte als größere Herden (LKV BW, 2018). Diese kleineren Herden waren dort vermutlich ökologische, extensive oder hobby-mäßige Haltungen von Milchziegen, die vergleichbarer mit den Bedingungen der Arche Warder sind. Auch hier spielten ähnliche Fütterungsfaktoren eine Rolle wie beim Fett.

Die **Cholesterinkonzentrationen** entsprachen ungefähr den Angaben aus der Literatur. Bei derartigen Vergleichen muss jedoch beachtet werden, dass mit unterschiedlichen Methoden gemessen wurde und bei der Verwendung von Gaschromatographie (GC) gegenüber der hier verwendeten colorimetrischen Methode (CM) zum Teil nur halb so hohe Werte gemessen wurden (Park et al., 2000). Im Kolostrum werden Werte von $25\text{--}200 \mu\text{g/ml}$ (mit GC, Zaharia et al., 2011) und $400 \mu\text{g/ml}$ (mit GC, Keenan und Patton, 1970) angegeben, in reifer Milch ein weiterer Wertebereich (ca. $80\text{--}120 \mu\text{g/ml}$ bei Mayer et al., 2012), $110 \mu\text{g/ml}$ (GC) oder $195 \mu\text{g/ml}$ (CM) bei Park et al. (2000). Bei einzelnen Proben an Tag 0 und einer Probe an Tag 4 traten deutlich erhöhte Cholesteringehalte auf (bis zu $908,09 \mu\text{g/ml}$), die vermutlich auf den erhöhten Fettgehalt zurückzuführen sind. Da Kolostrum üblicherweise nicht von Menschen verzehrt wird, sind diese jedoch ernährungsphysiologisch nicht relevant. Die Methode der Cholesterinmessung in Ziegenmilch mit Extraktion der unverseifbaren Lipide und einem enzymatischen colorimetrischen Kit erwies sich als ausreichend wiederholbar und erbrachte plausible Messwerte.

Die **Fettsäurezusammensetzung** ist vergleichend zwischen verschiedenen Ziegenrassen nur wenig untersucht worden (Yurchenko et al., 2018). Vergleiche mit Literaturwerten werden durch die Tatsache erschwert, dass die

The contents are protected by copyright. The distribution by unauthorized third parties is prohibited.

Zusammensetzung der Fettsäuren in Ziegenmilch durch die Fütterung (z. B. unterschiedlicher Fasergehalt, Zugabe von pansengeschütztem Fett, Zusatzstoffen etc.) verändert wird (Haenlein, 2004). Daher lassen sich Rassevergleiche immer nur bei gleicher Fütterung und Haltung anstellen.

TWZ hatten ein geringeres **n6/n3** (2,49–2,58 gegenüber 2,57–2,87 bei der WDE). Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) empfiehlt ein Verhältnis von maximal 5:1 (DGE et al., 2008), jedoch ist die gesundheitsfördernde Wirkung eines niedrigeren Verhältnisses umstritten (Marventano et al., 2015). In einer Studie von Pamukova et al. (2018) hatte eine nicht näher beschriebene lokale bulgarische Ziegenrasse ein geringeres n6/n3 als Toggenburger Ziegen und als die mit der WDE verwandten Bulgarischen Weißen Milchziege (Bulgarian White Dairy Goat). Insgesamt lag n6/n3 bei den TWZ in einem Bereich, der vergleichbar mit anderen Studien ist (Pittau et al., 2013; Pamukova et al., 2018), jedoch geben Yurchenko et al. (2018) ein höheres Verhältnis an.

Das **konjugierte Linolsäure-Isomer** C18:2 cis-9,trans-11, auch Rumensäure genannt, ist der Hauptbestandteil von **CLA** in tierischem Fett (Gómez-Cortés et al., 2018). Es wird von Mikroorganismen im Pansen von Wiederkäuern produziert, sodass Fleisch und Milch bedeutende Quellen in der menschlichen Ernährung sind (Bhattacharya et al., 2006). In Tier- und In-vitro-Studien wurde eine vorbeugende Wirkung u.a. gegen Atherosklerose, Diabetes und Entzündungsreaktionen beobachtet (Bhattacharya et al., 2006; Gómez-Cortés et al., 2018). Diese Wirkung ist trotz vieler Studien bei Menschen jedoch nicht bewiesen (Gómez-Cortés et al., 2018). Die TWZ hatten hier durchgehend, zum Teil signifikant höhere Gehalte als die WDE. Die Werte wichen von denen aus anderen Studien jedoch ab (Chillard et al., 2003; Gómez-Cortés et al., 2018).

Im Gegensatz zu ungesättigten FS hatten TWZ aber tendenziell auch höhere Anteile an **SFA** und tendenziell geringere Anteile an **MUFA** als WDE. Die Werte beider Rassen lagen in einem ähnlichen Bereich wie in der Literatur angegeben (Zaharia et al., 2011, bei Yurchenko et al., 2018). Einen deutlichen bzw. signifikanten Unterschied zwischen Ziegenrassen konnten bereits Pamukova et al. (2018) bzw. Yurchenko et al. (2018) nachweisen. Der Ersatz von SFA durch PUFA in der Ernährung kann laut der DGE das Risiko für koronare Herzkrankheiten verringern (Dinter et al., 2016), dieser Zusammenhang ist jedoch auch nicht abschließend bewiesen (Givens, 2017).

Ebenfalls leicht höhere Werte hatte die TWZ bei **SCFA**. In der Literatur variieren die Gehalte (5,52 % bei Wojtowski et al., 2001; ca. 9% bei Raynard-Ljutovac et al., 2008), es wurden jedoch ebenfalls Rasseunterschiede beschrieben (Pamukova et al., 2018; Yurchenko et al., 2018). Die an SCFA und MCFA reiche Ziegenmilch soll vorteilhaft in der Ernährung bei verschiedenen Darm-, Stoffwechsel- und anderen Erkrankungen und Frühgeborenen wirken (Haenlein, 2004).

Der **AI** stellt das Verhältnis von atherogenen (fördernd für Atherosklerose, der Ablagerung von Fett in Gefäßen) und antiatherogenen (vor Atherosklerose schützenden) Fettsäuren dar. Analog beschreibt der **TI** das Verhältnis von thrombogenen (begünstigend für Thrombosen, inner-vasale Blutgerinnsel) und antithrombogenen (vor Thrombosen schützenden) Fettsäuren (Pamukova et al., 2018). Beide sollten möglichst niedrig sein und können verwendet werden, um Fettsäureprofile von verschiedenen Lebensmitteln zu vergleichen (Ulbricht und Southgate, 1991). Der AI lag bei den TWZ unter dem in anderen Studien

(Osmari et al., 2011; Yurchenko et al., 2018; Pamukova et al., 2018) und in einem Bereich, der von Bobe et al. (2003) bei Kuhmilch gefunden wurde. Der TI war vergleichbar mit den Gehalten bei Pamukova et al. (2018) und deutlich niedriger als bei Osmari et al. (2011). Die TWZ hatten beim TI tendenziell höhere Werte als die WDE, aufgrund des höheren SFA-Anteils. Auch in der Studie von Pamukova et al. (2018) hatte die lokale bulgarische Ziegenrasse höhere AI und TI als Toggenburger Ziegen und die Bulgarische Weiße Milchziege. In einer anderen Untersuchung hatten jedoch Saanenziegen, die eng verwandt sind mit der WDE, einen tieferen AI als die seltene lokale schwedische Landrasse (Svensk Lantras; Yurchenko et al., 2018). Das Verhältnis **h/H** beinhaltet FS mit einer Aktivität im Cholesterinstoffwechsel, die Herz-Kreislauf-Erkrankungen positiv beeinflussen können und sollte möglichst hoch liegen (Osmari et al., 2011). Beide Rassen hatten ein höheres h/H als Ziegenmilch in anderen Studien (Osmari et al., 2011; Pamukova et al., 2018).

Die **BU** zeigte trotz sorgfältiger hygienischer Probenahme viele umwelt- und tierassozierte Erreger, die jedoch nicht als Pathogene, bzw. aufgrund der fehlenden klinischen Symptome, nicht als klinisch relevant eingestuft wurden. Da das manuelle Melken und Abfüllen der Proben direkt im Stall und nicht in einem Melkstand stattfanden, konnte der Kontakt mit Stallluft, Staub und Tierhaaren allerdings nicht gänzlich vermieden werden.

Insgesamt fiel auf, dass die meisten Inhaltsstoffe hohe Standardabweichungen hatten, die auf große interindividuelle Unterschiede zurückzuführen sind. Zwar wurden beide Rassen gleich gefüttert, was einen Großteil der Variation vor allem im Milchlaktat verringern sollte, jedoch waren die Ziegen unterschiedlichen Alters und in unterschiedlichen Laktationen. Alter und Parität beeinflussen die Milchleistung und die Milchinhaltsstoffe (Bömkjes et al., 2004; Pala und Savas, 2005). Weitere mögliche Einflussfaktoren sind Messungenauigkeiten oder tierindividuelle Unterschiede bei der Futteraufnahme, in der Regulation des Stoffwechsels sowie der Synthese der Inhaltsstoffe.

Schlussfolgerung

In der vorliegenden Studie wurden unter gleichen Fütterungs- und Haltungsbedingungen zwischen TWZ und WDE gewisse Unterschiede bei Fettsäuren und der Zellzahl gefunden. Fett-, Eiweiß-, Laktose- und Cholesteringehalt unterschieden sich jedoch nicht signifikant. Große tierindividuelle Schwankungen führten zum Teil zu hohen Standardabweichungen. Diese könnten durch das Alter und die Parität, sowie durch die Futteraufnahme oder andere tierindividuelle Faktoren begünstigt worden sein. Unterschiede zu Literaturwerten sind vermutlich auf die vergleichsweise extensiven Haltungs- und Fütterungsbedingungen zurückzuführen, könnten zum Teil jedoch auch in den unterschiedlichen Rassen und deren Genetik begründet sein. Die produzierte Milchmenge wurde im Versuch nicht direkt erfasst. Sie war jedoch vermutlich durch die extensive Fütterung und das Handmelken, bei dem nur für die Probennahme benötigte Menge gewonnen wurde, die insgesamt deutlich geringer war, als bei Ziegen, die zur kommerziellen Milchgewinnung gehalten werden. Gerade bei der genetisch auf Hochleistung gezüchteten WDE könnte dies zu einer anderen Konzentration an Milchinhaltsstoffen als in der Praxis üblich geführt haben. Ziegenmilch ist bisher weniger standardisiert als Kuhmilch, die

The contents are protected by copyright. The distribution by unauthorized third parties is prohibited.

durch intensive Hochleistungszucht und Konzentration auf wenige kommerzielle Rassen mit definierten Inhaltsstoffen sehr gut charakterisiert ist. In Deutschland ist die Ziegenmilch auf dem Weg heraus aus einer Nische zu einem größeren marktrelevanten Produktbereich. Ein besserer Überblick über die Milchqualität von verschiedenen in Deutschland gehaltenen Ziegenrassen wäre daher von Vorteil. Darauf aufbauen könnte auch die Zucht und Vermarktung von seltenen, lokalen Ziegenrassen wie der TWZ.

Danksagung

Wir danken der H. Wilhelm Schaumann Stiftung für die finanzielle Unterstützung des Forschungsvorhabens. Weiterhin bedanken wir uns beim Labor der Professur Tierzucht (MLU) für die Etablierung und Durchführung der Cholesterinmessung sowie bei Herrn Prof. Lorkowski vom Lehrstuhl der Biochemie der Ernährung der Friedrich-Schiller-Universität Jena und seinem Labor für die Untersuchung der Fettsäuren. Zudem geht der Dank an das Landeslabor Neumünster für die Durchführung der bakteriologischen Untersuchung der Milchproben.

Interessenskonflikt

Die Autoren versichern, dass keine geschützten, beruflichen oder anderweitigen persönlichen Interessen an einem Produkt oder einer Firma bestehen, welche die in der Veröffentlichung genannten Inhalte oder Meinungen beeinflussen können.

Literaturverzeichnis

- ALP – Agroscope Liebefeld-Posieux (2013):** Qualitätsdefinitionen für Ziegen- und Schafmilch, ALP-forum Nr. 97, September 2013.
- Baars T, Jahreis G, Lorkowski S, Rohrer C, Vervoort J, Hettenga K (2019):** Changes under low ambient temperatures in the milk lipodome and metabolome of mid-lactation cows after de-horning as a calf, *J Dairy Sci* 102(3): 2698–2702.
- Bannerman DD, Springer HR, Paape MJ, Kauf AC, Goff JP (2008):** Evaluation of breed-dependent differences in the innate immune responses of Holstein and Jersey cows to *Staphylococcus aureus* intramammary infection. *J Dairy Res* 75(3): 91–301.
- BDZ – Bundesverband Deutscher Ziegenzüchter e. V. (2020):** Milchziegenrassen, unter: <https://www.ziegen-sind-toll.com/infos-rund-um-die-ziege/milchziegenrassen/>, besucht am 12.05.2020
- Bhattacharya A, Banu J, Rahman M, Causey J, Fernandes G (2006):** Biological effects of conjugated linoleic acids in health and disease, *J Nutr Biochem* 17(12): 789–810.
- Bisping W, Amtsberg G (1988):** Farbatlas zur Diagnose bakterieller Infektionskrankheiten der Tiere, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- BLE – Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (2019a):** Rassebeschreibung Ziege: Thüringer Wald Ziege, TGRDEU – Zentrale Beschreibung Tiergenetischer Ressourcen in Deutschland, unter: <https://tgrdeu.genres.de/default/hausundnutztier/detailansicht/detail/63E5D466-BA6E-FD58-E040-A8C0286E751D>, besucht am 17.7.2019.
- BLE – Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (2019b):** Rassebeschreibung Ziege: Weiße Deutsche Edelziege, TGRDEU – Zentrale Beschreibung Tiergenetischer Ressourcen in Deutschland, unter: <https://tgrdeu.genres.de/default/hausundnutztier/detailansicht/detail/63E5D466-B925-FD58-E040-A8C0286E751D#Leistung>, besucht am 17.7.2019.
- Blobel H, Schließer T (1991):** Handbuch der bakteriellen Infektionen bei Tieren, Gustav-Fischer-Verlag, Jena.
- Bobé G, Hammond EG, Freeman AE, Lindberg GL, Beitz DC (2003):** Texture of butter from cows with different milk fatty acid compositions, *J Dairy Sci* 86(10): 3122–3127.
- Bönkes D, Hamann H, Distl O (2004):** Einfluss systematischer Umwelteffekte auf die Milchleistungsmerkmale bei bunten Deutschen Edelziegen, *Arch Anim Breed* 47(3): 275–285.
- Bostedt H (2019):** Euterkrankheiten, In: Bostedt H., Ganter M., Hiepe T. (Hrsg.), *Klinik der Schaf- und Ziegenkrankheiten*, Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, Germany, 572–597.
- Clark S, García MBM (2017):** A 100-year review: Advances in goat milk research, *J Dairy Sci* 100(12): 10026–10044.
- Chilliard Y, Ferlay A, Rouel J, Lamberet G (2003):** A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis, *J Dairy Sci* 86(5): 1751–1770.
- Curro S, Manuelian CL, De Marchi M, De Palo P, Claps S, Maggiolino A, Campanile G, Rufrano D, Fontana A, Pedota G, Neglia G (2019):** Autochthonous dairy goat breeds showed better milk quality than Saanen under the same environmental conditions, *Arch Anim Breed* 62(1): 83–89.
- DGE, ÖGE und SVE (Hrsg., 2008):** Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Neuer Umschau Buchverlag, Frankfurt/Main.
- DGE – Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (Hrsg., 2015):** Evidenzbasierte Leitlinie Fettzufuhr und Prävention ausgewählter ernährungsmitbedingter Krankheiten, 2. Version, Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V., Bonn.
- Dinter J, Boeing H, Leschik-Bonnet E, Wolfram G (2016):** Fettzufuhr und Prävention ausgewählter ernährungsmitbedingter Krankheiten, Zusammenfassung zur überarbeiteten Version (2015) der evidenzbasierten Leitlinie zur Fettzufuhr der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE) Ernährungs Umschau 63(05): 104–109.
- FAO – Food and Agricultural Organization of the United Nations (2019):** Transboundary breeds: “Saanen”, Domestic Animal Diversity Network, unter: <http://www.fao.org/dad-is/transboundary-breed/en/>, zuletzt besucht am 12.05.2020.
- Fernández M, Ordóñez JA, Cambero I, Santos C, Pin C, De la Hoz L (2007):** Fatty acid compositions of selected varieties of Spanish ham related to their nutritional implications. *Food Chem* 101: 107–112.
- Fletouris DJ, Botsoglou NA, Psomas IE, Mantis AI (1998):** Rapid determination of cholesterol in milk and milk products by direct saponification and capillary gas chromatography, *J Dairy Sci* 81(11): 2833–2840.
- Frölich K, Kopte, S. (2010):** Alte Nutztierassen. Selten und schützenswert. Cadmos Verlag München.
- Givens DI (2017):** Saturated fats, dairy foods and health: a curious paradox? *Nutr Bull* 42(3): 274–282.
- Goetsch AL, Zeng SS, Gipson TA (2011):** Factors affecting goat milk production and quality, *Small Ruminant Res* 101(1–3): 55–63.
- Gómez-Cortés P, Juárez M, de la Fuente MA (2018):** Milk fatty acids and potential health benefits: An updated vision. *Trends Food Sci Tech* 81: 1–9.
- Haenlein GFW (2004):** Goat milk in human nutrition, *Small Rum Res* 51(2): 155–163.
- Jendretzke K (2009):** Untersuchungen zu Laktosegehalt, somatischer Zellzahl und bakteriologischer Beschaffenheit von Ziegenmilch aus hessischen Beständen, Dissertation, Justus-Liebig-Universität, Gießen, Deutschland.
- Keenan TW, Patton S (1970):** Cholesterol esters of milk and mammary tissue, *Lipids* 5(1): 42–48.
- Krieg NR, Holt JG (1984):** Bergey’s Manual of Systematic Bacteriology, Vol. 1, William Wilkins, Baltimore, USA.
- Leitner G, Merin U, Silanikove N (2004):** Changes in milk composition as affected by subclinical mastitis in goats, *J Dairy Sci* 87: 1719–1726.
- LKV BW – Landesverband Baden-Württemberg für Leistungs- und Qualitätsprüfungen in der Tierzucht e. V. (2018):** Ergebnisse der Milchleistungsprüfung Baden-Württemberg 2017, Februar 2018.

The contents are protected by copyright. The distribution by unauthorized third parties is prohibited.

- Manek G, Simantke C, Spormann K, Georg H, Kern A (2017):** Systemanalyse der Schaf- und Ziegenmilchproduktion in Deutschland, Projektbericht 2812NA110, Bundesanstalt für Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.).
- Markey B, Leonard F, Archambault M, Cullinane A, Maguire D (2013):** Clinical veterinary microbiology, Mosby Elsevier Verlag, Amsterdam.
- Marventano S, Kolacz P, Castellano S, Galvano F, Buscemi S, Mistretta A, Grosso G (2015):** A review of recent evidence in human studies of n-3 and n-6 PUFA intake on cardiovascular disease, cancer, and depressive disorders: does the ratio really matter? *Int J Food Sci Nutr* 66(6): 611–622.
- Mayer HK, Fiechter G (2012):** Physical and chemical characteristics of sheep and goat milk in Austria, *Int Dairy J* 24(2): 57–63.
- Osmari EK, Cecato U, Macedo FAF, Souza NE (2011):** Nutritional quality indices of milk fat from goats on diets supplemented with different roughages, *Small Ruminant Res* 98(1-3): 128–132.
- Paape MJ, Wiggins GR, Bannerman DD, Thomas DL, Sanders AH, Contreras A, Moroni P, Miller RH (2007):** Monitoring goat and sheep milk somatic cell counts. *Small Rum Res* 68(1-2): 114–125.
- Pala A, Savas T (2005):** Persistency within and between lactations in morning, evening and daily test day milk in dairy goats, *Arch Anim Breed* 48(4): 396–403.
- Pamukova D, Naydenova N, Mihaylova G (2018):** Fatty acid profile and healthy lipid indices of Bulgarian goat milk from breeds, pasture-raised in a mountain region, *Trakia J Sci* 16(4): 313.
- Park YW (1994):** Hypoallergenic and therapeutic significance of goat milk, *Small Ruminant Res* 14: 151–159.
- Park YW (2000):** Comparison of mineral and cholesterol composition of different commercial goat milk products manufactured in USA, *Small Rum Res*, 37(1-2), 115–124.
- Pittau D, Panzalis R, Spanu C, Scarano C, Da Santis EPL (2013):** Survey on the fatty acids profile of fluid goat milk, *Ital J Food Saf* 2 (3): e33.
- Raynal-Ljutovac K, Lagriffoul G, Paccard P, Guillet I, Chilliard Y (2008):** Composition of goat and sheep milk products: An update, *Small Rumin Res*, 79 (1), 57–72.
- Sorg D, Fandrey E, Frölich K, Meyer HHD, Kliem H (2013):** Mammary immunity of White Park and highland cattle compared with Brown Swiss and Red Holstein, *Anim Gen Res* 52: 91–104.
- Selbitz HJ, Truyen U, Valentin-Weigand P (Hrsg., 2011):** Tiermedizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre, Enke-Verlag, Stuttgart.
- Staley JT, Bryant MP, Pfennig N, Holt JG (Hrsg., 1989):** Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Vol. 3, Williams & Wilkins, Baltimore, USA.
- TVL TH – Thüringer Landesverband für Leistungs- und Qualitätsprüfungen in der Tierzucht e. V. (2018):** MLP bei Milchziegen und -Schafen, Jahresbericht 2018, April 2018.
- Ulbrich TLV, Southgate DAT (1991):** Coronary Heart-Disease -7 Dietary Factors, *Lancet* 338: 985–998.
- US DHHS-PHS-FDA - Department of Health and Human Services, Public Health Service, Food and Drug Administration (2015):** Grade “A” Pasteurized Milk Ordinance, unter: <https://www.fda.gov/media/99451/download>, besucht am 17.7.2019.
- Vacca GM, Stocco G, Dettori ML, Summer A, Cipolat-Gotet C, Bittante G, Pazzola M (2018):** Cheese yield, cheesemaking efficiency, and daily production of 6 breeds of goats. *J Dairy Sci* 101(9): 7817–7832.
- Vituro E, Meyer HHD, Gissel C, Kaske M (2010):** Rapid method for cholesterol analysis in bovine milk and options for applications. *J Dairy Res* 77(1): 85–89.
- Vituro E, Schlattl M, Kienberger H, Rychlik M, Pfaffl MW, Frölich K (2015):** Differences in milk fat composition from four old sheep breeds. *Arch Anim Breed* 58: 351–353.
- Wojtowski J, Dankow R, Gut A, Pikul J, Slosarz P, Stanisławski M, Steppa R (2001):** Fatty acid composition and cholesterol content of sheep and goat milk fat during lactation. *Arch Tierz* 44: 299–308.
- Yurchenko S, Sats A, Tatar V, Kaart T, Mootse H, Jõudu I (2018):** Fatty acid profile of milk from Saanen and Swedish Landrace goats, *Food Chem* 254: 326–332.
- Zaharia N, Salamon R, Pascal C, Salamon S, Zaharia R (2011):** Changes in fatty acid composition and cholesterol content of goat colostrum, *Biotechnol Anim Husbandry* 27(3): 1201–1208.

Korrespondenzadresse:

Dr. Anabell Jandowsky
Tierpark Arche Warder e. V.
Langwedeler Weg 11
24646 Warder
Deutschland
vetmed.archewarder@gmail.com