

Kammerwinkelabnormalitäten und Glaukom beim Entlebucher Sennenhund in der Schweiz

A. Pieńkowska-Schelling¹, C. Schelling²

¹Institut für Genetik, Vetsuisse-Fakultät Bern, Universität Bern, Schweiz; ²Forschungsplattform AgroVet-Strickhof, Vetsuisse-Fakultät Zürich, Universität Zürich, Schweiz

<https://doi.org/10.17236/sat00469>

Eingereicht: 13.08.2025
Angenommen: 11.11.2025

Zusammenfassung

Im Rahmen der Bekämpfung von Erkrankungen mit einer genetischen Komponente musste der Schweizerische Klub für Entlebucher Sennenhunde (SKES) 2017 eine einmalige Gonioskopie vor der Ankörung ihrer Hunde einführen, um die Kammerwinkel der Augen zu untersuchen. Veränderungen der Kammerwinkel betreffen Abnormalitäten des *Ligamentum pectinatum* und/oder die Kammerwinkelweite. Diese können den Abfluss des Kammerwassers erschweren, zu einem Glaukom führen und sogar in der Erblindung der betroffenen Hunde enden. Die Auswertung der Befunde von 126 Entlebucher Sennenhunden zeigte, dass nur rund 28 % der Hunde keine Abnormalität des *Ligamentum pectinatum* und offene Kammerwinkel zeigten. Hunde mit leichtgradigen, mittelgradigen und hochgradigen Kammerwinkelveränderungen wurden mit Häufigkeiten von 13 %, 38 % bzw. 21 % beobachtet. Obwohl die Schweizer Entlebucher Sennenhunde eine sehr hohe Prävalenz für Kammerwinkel-anomalien haben, scheinen Glaukome glücklicherweise nur sehr selten vorzukommen (3,2 %). Der Schweregrad der Kammerwinkelabnormalitäten nahm bei einigen Hunden mit zunehmendem Alter zu und es wird empfohlen, der Selektionsstrategie des European College of Veterinary Ophthalmologists (ECVO) zu folgen.

Schlüsselwörter: Entlebucher Sennenhund, Glaukom, Goniodyspasie, Kammerwinkelabnormalitäten

Iridocorneal angle abnormalities and glaucoma in the Entlebucher Mountain Dogs in Switzerland

In order to better control eye diseases with a genetic background the Swiss Association for Entlebucher Mountain Dogs had to introduce a mandatory gonioscopy for prospective breeding animals. Abnormalities of the iridocorneal angle consist of pectinate ligament abnormalities and/or narrow or closed iridocorneal angles. They may reduce the outflow of aqueous humor into the blood stream and thereby raise the intraocular pressure. As a result, glaucoma may develop and affected dogs often go blind. Using a sample of 126 Entlebucher mountain dogs we observed that only 28 % of the dogs were unaffected by iridocorneal angle abnormalities. Mild, moderate and severe iridocorneal angle abnormalities were observed in 13 %, 38 % and 21 % of the dogs, respectively. Even though Swiss Entlebucher mountain dogs are affected by iridocorneal angle abnormalities, they rarely develop glaucoma (3,2 %). With increasing age, the iridocorneal angle abnormalities became more severe in some dogs and our advice is to adhere to the selection strategy of the European College of Veterinary Ophthalmologists.

Keywords: Entlebucher mountain dog, glaucoma, goniodysgenesis, iridocorneal angle abnormality

Kurzmitteilung

Mit dieser Kurzmitteilung soll die Tierärzteschaft zur Goniodysplasie- und Glaukom-Problematik beim Entlebucher Sennenhund (ES) informiert werden. Auslöser der vorliegenden Untersuchungen war eine Auflage der Schweizerischen Kynologischen Gesellschaft (SKG) an den Schweizerischen Klub für Entlebucher Sennenhunde (SKES). Aufgrund von sporadischen Glaukom-Fällen musste ab 2017 für alle Zuchthunde vor der Ankörung eine einmalige Gonioskopie eingeführt werden, um die Kammerwinkel der Augen zu untersuchen. Diese war für den obligatorischen jährlichen Augentest der aktiven Zuchttiere nicht vorgeschrieben und bis anhin nur für wenige Hunde auf freiwilliger Basis durchgeführt worden. Durch Selektion von nicht-betroffenen oder wenig belasteten Hunden sollten Kammerwinkelabnormalitäten reduziert werden.

Für die normale Funktion des Auges ist ein optimaler Augeninnendruck wichtig, weil er die Form und Strukturen des Augapfels stabilisiert. Dabei hat das Kammerwasser eine entscheidende Rolle. Es wird kontinuierlich vom Ziliarkörper gebildet, versorgt die Gewebe im Auge mit Nährstoffen und fliesst über den Kammerwinkel ins Blutkreislaufsystem des Körpers ab. Eine Goniodysplasie oder Goniodysgenese bezeichnet eine wahrscheinlich angeborene Abnormalität des Kammerwinkels im Auge, die durch strukturelle Veränderungen des *Ligamentum pectinatum* und/oder Verengung des Kammerwinkels charakterisiert ist.⁸ Dadurch wird der Abfluss des Kammerwassers eingeschränkt und es kann zu einem erhöhten Augeninnendruck (Primärglaukom) kommen. Ohne Behandlung können der Sehnerv und die Netzhaut so weit geschädigt werden, dass es im Laufe der Zeit zur Erblindung kommen kann. Deshalb sind regelmässige Vorsorgeuntersuchungen bei vielen Rassen äusserst wichtig, um Hunde mit einem erhöhten Risiko möglichst früh zu erkennen. Weiterführende Informationen zum Primärglaukom finden sich bei Miller and Bentley.³ Die Vererbung der Kammerwinkelabnormalitäten und des Primärglaukoms ist nicht für alle Rassen genau geklärt. Ein komplexer Erbgang (Polygenie und Umwelteinflüsse) und/oder genetische Heterogenität könnten an der Entstehung dieser Abnormalitäten beteiligt sein. Beim Border Collie wurde beispielsweise eine *OLFML3*-Genvariante identifiziert, die mit der genetischen Prädisposition für hochgradige Goniodysplasie und Glaukom, nicht aber mit der leichtgradigen Goniodysplasie assoziiert war.⁵

Zum Zeitpunkt der Einführung der obligatorischen Gonioskopie 2017 war nicht viel über Kammerwinkelabnormalitäten beim ES bekannt. Nach Untersuchungen von 1994 und 2010 wurden Prävalenzen für die Goniodysplasie beim ES in der Schweiz mit 3,3 % bzw. 2,1 % angegeben.^{6,2} Deshalb wurde ein Projekt lanciert, um den Wissensstand für diese Abnormalitäten beim ES zu erweitern. Das primäre Ziel dieser Untersuchungen war es aber, möglichst schnell

abzuklären, ob die Kammerwinkelabnormalitäten progressiver Natur sind oder nicht. Ohne dieses Wissen wäre es schwierig, eine optimale Selektionsstrategie zu formulieren. Für die vorliegende Arbeit wurden die ECVO-Formulare von 126 Zuchttieren (78 Zuchtündinnen und 48 Zuchtrüden) für die Jahre 2016 bis 2025 ausgewertet. Davon war ein grosser Teil von ein und demselben Ophthalmologen eingestuft worden. Damit wurde eine möglichst einheitliche Diagnose-Stellung ermöglicht, was bei nicht einfach klassifizierbaren klinischen Phänotypen, wie den Kammerwinkelabnormalitäten, ein Problem darstellen könnte.¹ Fünf- und sechzig Prozent der Hunde waren nur einmal untersucht worden. Die restlichen Hunde waren mehr als einmal untersucht worden. Hunde, die bei der ersten Untersuchung als frei eingestuft worden waren, wurden seltener ein zweites Mal untersucht. Damit sollte wahrscheinlich verhindert werden, dass der Hund eine schlechtere Einstufung für die Kammerwinkelabnormalitäten erhielt. In Tabelle 1 sind die Prävalenzen für die Einstufungen der Kammerwinkelabnormalitäten (ICAA) gemäss ECVO zu sehen. Diese Angaben müssen mit Vorsicht genossen werden und müssen nicht unbedingt die Prävalenzen der Schweizer ES-Population widerspiegeln.

Die Einstufung der ICAA erfolgt anhand der Beurteilung der Abnormalitäten des *Ligamentum pectinatum* (PLA) und der Kammerwinkelweite (ICA). Die Einstufungen der PLA waren frei, leichtgradig (mild), mittelgradig (moderate) und hochgradig (severe). Die Einstufungen der ICA waren offen, eng (narrow, moderate) und verschlossen (closed, severe). Leichtgradig betroffene Hunde zeigten alle eine leichtgradige PLA und der Kammerwinkel war offen. Mittelgradig betroffene Hunde zeigten eine leichtgradige oder mittelgradige PLA und die Kammerwinkel waren offen oder eng. Hochgradig betroffene Hunde zeigten eine hochgradige PLA und die Kammerwinkel waren eng oder verschlossen. Weitere ausführliche Informationen zur Durchführung und Auswertung der Gonioskopie sind auf der Website des ECVO zu finden (<https://www.ecvo.eu/hereditary-eye-diseases/ecvo-manual.html>).

Tabelle 1 zeigt, dass nur rund 30 % der untersuchten ES-Zuchttiere frei von einer ICAA waren. In einer früheren Studie beim Golden Retriever in der Schweiz waren ebenfalls über 50 % von einer ICAA betroffen, und Hündinnen stärker als Rüden.⁷ Beim ES konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern für alle ICAA-Grade festgestellt werden. Auffallend war der hohe Anteil von Hunden mit einer mittelgradigen ICAA (38 %). Eigentlich würde man erwarten, dass bei einem progressiven Geschehen der Anteil dieser ES zwischen den leichtgradig (13 %) und hochgradig (21 %) betroffenen Hunden liegen würde. Für die mittelgradige Einstufung kommen aber mehrere Kombinationen von phänotypischen Ausprägungen der PLA und des ICA in Frage, was diese Beobachtung erklären könnte. Ausserdem kann nicht ausgeschlossen werden, dass

Kammerwinkelabnormalitäten und Glaukom beim Entlebucher Sennenhund in der Schweiz

A. Pieńkowska-Schelling,
C. Schelling

Kammerwinkel-
abnormalitäten und
Glaukom beim
Entlebucher Sennenhund
in der Schweiz

A. Pieńkowska-Schelling,
C. Schelling

z.B. Varianten für zwei Hauptgene in der Population segregieren, die PLA und ICA unterschiedlich stark beeinflussen. Und zuletzt könnte die biologische Einteilung der ICAA sich von der klinischen Einteilung der ICAA unterscheiden. Eine wichtige Erkenntnis der Untersuchungen war, dass 15 % der 126 Hunde die Schweregrad-Klasse wechselten. Damit sind die ICAA-Einstufungen vor der Ankörnung nur bedingt aussagekräftig und erschweren eine sichere Selektion. Wenn alle Zuchthunde mehr als einmal gonioskopiert worden wären, wäre dieser Wert wahrscheinlich höher ausgefallen. In einer anderen Studie bei Flatcoated Retrievern zeigten ungefähr 40 % der Hunde eine Verschlechterung der Kammerwinkelabnormalitäten.⁴

Eine gefürchtete Folge der Kammerwinkelabnormalitäten ist das Glaukom, das zur Erblindung führen kann. Für die progressive Netzhautdegeneration, die Katarakt und das Glaukom wurde beim ES in der Schweiz eine erbliche Komponente postuliert.⁶ Zur Prävalenz des Glaukoms fehlen robuste Zahlen, weil sie nie systematisch erhoben wurden. Für die vorliegende Kurzmitteilung (2016 bis 2025) wurden nur vier Hunde mit einem Primärglaukom und eine Hündin mit einem Sekundärglaukom an den SKES gemeldet. Die Schätzung der Prävalenz des Glaukoms in der gesamten Population der Schweizer ES ist äusserst schwierig, weil die Rückmeldung von allen Fällen an den Klub nicht gewährleistet ist. Nimmt man die 126 Zuchthunde als Basis, wäre

Tabelle 1: Verteilung der Kammerwinkelabnormalitäten (ICAA) von 2016 bis 2025 nach Gonioskopie von 126 ES.

*ICAA	Alle Zuchttiere (n=126)	Rüden (n=48)	Rüden (n=48)
keine ICAA	28 %	29 %	27 %
leichtgradige ICAA	13 %	14,5 %	11 %
mittelgradige ICAA	38 %	35,5 %	40 %
hochgradige ICAA	21 %	21 %	22 %

* Für die Schätzung wurde für jeden Hund jeweils der höchste Schweregrad eingesetzt.

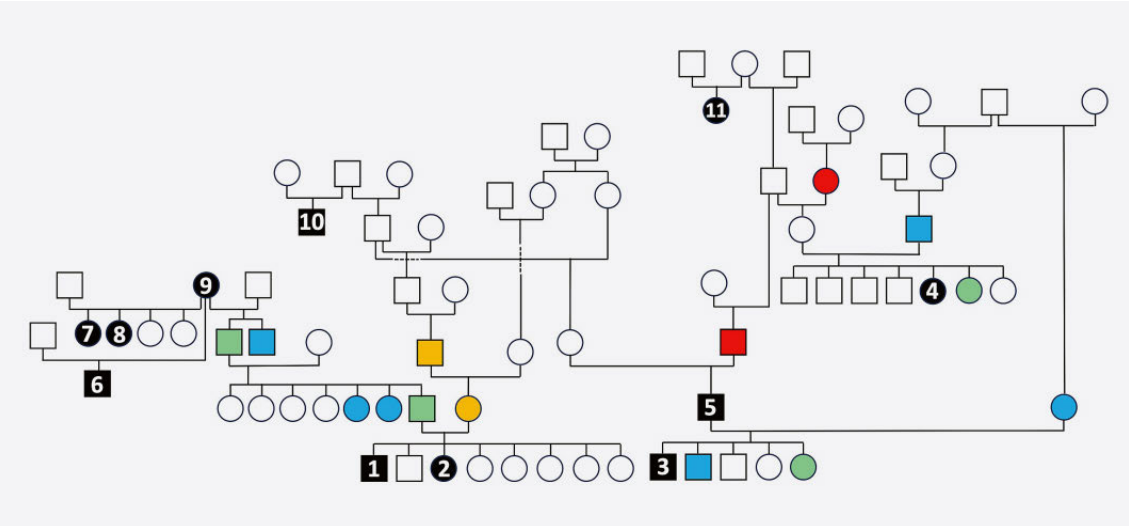


Abbildung 1: Verwandtschaftliche Beziehungen von Entlebucher Sennenhunden, für die ein Glaukom diagnostiziert worden war. Ein genetischer Hintergrund für die Goniodysplasie und das Glaukom scheint plausibel. Kreise und Quadrate bezeichnen Hündinnen bzw. Rüden. Schwarze, nummerierte Symbole zeigen Hunde mit Glaukom. Von 2016 bis 2025 (Stand 1. Juli) wurden die Hunde Nr. 1 bis 4 gemeldet. Vor 2016 wurden die Hunde Nr. 5 bis 11 gemeldet. Die Farben grün, blau, orange und rot bezeichnen Hunde ohne, mit leichtgradiger, mit mittelgradiger bzw. mit hochgradiger Kammerwinkelabnormalitäten (ICAA). Symbole ohne Farbe bezeichnen Hunde, für die keine Gonioskopie vorlag. Die Hündin Nr. 2 hatte 20 Nachkommen, für die kein Glaukom gemeldet worden war, und nur bei einem Nachkommen war eine leichtgradige Goniodysplasie diagnostiziert worden.

die Prävalenz von Glaukomen 3,2%. Wie nah diese Prävalenz-Schätzung bei der Realität liegt, kann nicht beurteilt werden. Die verwandtschaftlichen Beziehungen der Hunde mit einem Glaukom sind in Abbildung 1 dargestellt.

Sie bestärken die Hypothese, dass eine erbliche Komponente vorhanden ist. Trotz der hohen Prävalenz der Kammerwinkelabnormalitäten beim ES werden Glaukome nur selten beobachtet. Die unterschiedlichen Glaukom-Raten bei verschiedenen Hunderassen können wahrscheinlich mit Unterschieden des genetischen Hintergrunds erklärt werden. Wie kann, soll selektiert werden? Das ECVO empfiehlt, dass die Hunde alle drei Jahre gonioskopierte werden sollten. Hunde, welche keine Anzeichen von Kammerwinkelabnormalitäten zeigen, können ohne Einschränkungen zur Zucht eingesetzt werden. Leichtgradig betroffene und mittelgradig betroffene Hunde können in der Zucht eingesetzt werden, sollten aber mit einem nicht-betroffenen Hund verpaart werden. Hochgradig betroffene Hunde sollten von der Zucht ausgeschlossen werden. Wenn nur eine einmalige Gonioskopie der Zuchttiere vorgeschrieben ist, werden einige Hunde zu gut beurteilt. Man kann aber auch nicht zuwarten, bis die Hunde vier oder sieben Jahre alt sind. Sie müssen möglichst früh in der Zucht eingesetzt werden. Eine sichere Selektion der genetisch weniger belasteten Hunde nach nur einmaliger Gonioskopie ist also nicht möglich. Aufgrund der mutmasslich sehr kleinen Prävalenz von Glaukomen (3,2%) kann man sich aber auch die Frage stellen, ob man überhaupt etwas an der Selektion ändern soll, oder einfach weiterhin den Empfehlungen des ECVO folgt.

Bei Züchtern und Besitzern von ES hat das Ganze seit der Einführung der Gonioskopie zu einer Verunsicherung und Fragen geführt. Mein Hund hat Goniodysplasie, wird er ein Glaukom entwickeln und erblinden? Hier kann bedingt Entwarnung gegeben werden. Obwohl das Risiko für einen ES ein Glaukom zu entwickeln und zu erblinden besteht, ist es sehr klein. Deshalb sollte für alle ES, nicht nur für Zuchttiere, regelmässig ein EVCO-Augentest (mit Gonioskopie) durchgeführt und die Befunde dem SKES übermittelt werden. Ausserdem sollten Blutproben/DNA von allen Hunden mit einem Gonioskopie-Befund unbedingt gesammelt werden. Denn es kann nicht ausgeschlossen werden, dass schon in naher Zukunft neue molekulargenetische Methoden die Aufklärung von komplex vererbten Erkrankungen ermöglichen, sowie DNA-Tests und sichere Selektionsstrategien basierend auf genomischen Zuchtwerten entwickelt werden können.

Kammerwinkelabnormalitäten und Glaukom beim Entlebucher Sennenhund in der Schweiz

A. Pieńkowska-Schelling,
C. Schelling

Danksagung

Die Autoren danken der Albert-Heim-Stiftung für die finanzielle Unterstützung (Projekt Nr. 139) der vorliegenden Arbeit, sowie Gertrud und Max Heller und allen anderen SKES-Mitgliedern, welche die Untersuchungen unterstützt haben. Ausserdem gebührt Dr. med. vet. Jürg Bolliger Dank für seine Unterstützung.

Anomalies de l'angle irido-cornéen chez le bouvier de l'Entlebuch en Suisse

Afin de mieux contrôler les maladies oculaires d'origine génétique, le club suisse des bouviers de l'Entlebuch a dû introduire en 2027 une gonioscopie obligatoire pour les animaux destinés à la reproduction. Les anomalies de l'angle irido-cornéen consistent en des malformations du *Ligamentum pectinatum* et/ou en des angles antérieurs étroits. Elles peuvent réduire l'écoulement de l'humeur aqueuse dans la circulation sanguine et ainsi augmenter la pression intraoculaire. Il peut en résulter un glaucome et les chiens atteints deviennent souvent aveugles. Sur un échantillon de 126 bouviers de l'Entlebuch, nous avons observé que seuls 30 % des chiens étaient exempts d'anomalies de l'angle irido-cornéen. Des anomalies légères, modérées et sévères ont été observées chez 13 %, 38 % et 21 % des chiens. Même si les bouviers de l'Entlebuch suisses sont touchés par des anomalies de l'angle irido-cornéen, ils développent rarement des glaucomes (2,8%). Avec l'âge, les anomalies de l'angle irido-cornéen s'aggravent et nous recommandons de suivre la

Anomalia dell'angolo irido-corneale nel Bovaro dell'Entlebuch in Svizzera

Nell'ambito della prevenzione delle malattie a componente genetica, il Club Svizzero del Bovaro dell'Entlebuch ha introdotto, nel 2017, l'obbligo di eseguire una gonioscopia preliminare per i cani destinati alla riproduzione, al fine di valutare lo stato dell'angolo irido-corneale. Le alterazioni dell'angolo comprendono displasia del ligamentum pectinatum e/o dell'ampiezza dell'angolo nella camera anteriore. Tali anomalie possono ostacolare il deflusso dell'umor acqueo, causare un glaucoma e persino portare alla cecità dei cani colpiti. Una stima effettuata su un campione di 126 Bovari dell'Entlebuch ha evidenziato che solo circa il 30% dei cani non presentava displasia del *ligamentum pectinatum* e aveva angoli irido-corneali aperti. Cani con alterazioni lievi, moderate e gravi dell'angolo sono stati osservati con frequenze del 13%, 38% e 21% rispettivamente. Sebbene i Bovari dell'Entlebuch svizzeri presentino una prevalenza molto elevata di anomalie dell'angolo, fortunatamente il glaucoma sembra manifestarsi solo molto raramente (2,8%). Il grado di severità delle anomalie aumenta con l'età, e si

Kammerwinkel-
abnormalitäten und
Glaukom beim
Entlebucher Sennenhund
in der Schweiz

A. Pieńkowska-Schelling,
C. Schelling

stratégie de sélection du Collège européen des ophtalmologues vétérinaires.

Mots clés: bouvier de l'Entlebuch, glaucome, goniodysgénésie, anomalie de l'angle irido-cornéen

raccomanda di seguire la strategia di selezione dello European College of Veterinary Ophthalmologists.

Parole chiave: Bovaro dell'Entlebuch, glaucoma, goniodisplasia, anomalie dell'angolo irido-corneale

Literaturnachweis

- ¹ Holz N, Kowalska ME, Pot SA, Rampazzo A: Interexaminer agreement of gonioscopy examinations in dogs using the European College of Veterinary Ophthalmologists Hereditary Eye Diseases grading scheme. Vet. Ophthalmol. 2024; 00:1–12. DOI:10.1111/vop.13292.
- ² Kuster N: Erbliche Augenerkrankungen beim Entlebucher Sennenhund. Dissertation : Universität Zürich, 2010.
- ³ Miller PE, Bentley E: Clinical signs and diagnosis of the canine primary glaucomas. Vet. Clin. North. Am. Small. Anim. Pract. 2015 45:1183–212. DOI: 10.1016/j.cvs.2015.06.006. PMID: 26456752; PMCID: PMC4862370.
- ⁴ Pearl R, Gould D, Spiess B: Progression of pectinate ligament dysplasia over time in two populations of Flat-Coated Retrievers. Vet. Ophthalmol. 2015; 6–12. DOI: 10.1111/vop.12098.
- ⁵ Pugh CA, Farrell LL, Carlisle AJ, Bush SJ, Ewing A, Violeta Trejo-Reveles et al.; Arginine to glutamine variant in olfactomedin like 3 (OLFML3) is a candidate for severe goniodysgenesis and glaucoma in the Border Collie dog breed. G3 2019; 9:943–954. DOI: 10.1534/g3.118.200944.
- ⁶ Spiess BM: Vererbte Augenkrankheiten beim Entlebucher Sennenhund. Schweiz. Arch. Tierheilk. 1994; 136: 105–110.
- ⁷ Spiess BM, Bolliger J, Borer-Germann SE, Murisier N, Richter M, Pot SA, Walser-Reinhardt, Watté C, Hässig M: Untersuchung zur Dysplasie des Ligamentum Pectinatum beim Golden Retriever in der Schweiz. Schweiz. Arch. Tierheilk. 2014; 156: 279 – 284. DOI: 10.1024/0036-7281/a000591.
- ⁸ Unger S: Erbliche Augenerkrankungen beim Retriever in der Schweiz: Universität Zürich, 2008.

Korrespondenzadresse

Claude Schelling
Forschungsplattform AgroVet-Strickhof
Vetsuisse-Fakultät Zürich, Universität Zürich
Eschikon 27,
CH-8315 Lindau
E-Mail: cschelling@vetclinics.uzh.ch