

Akute-Phase-Proteine bei Hund und Katze – aktuelle Erkenntnisse und Bedeutung für die Praxis

Die Akute-Phase-Reaktion (APR) ist eine frühe systemische Antwort auf Entzündungsreize, Infektionen sowie Gewebeschädigungen. Über proinflammatorische Zytokine (IL-6, IL-1 β , TNF- α) wird die Synthese spezifischer Akute-Phase-Proteine (APP) in der Leber reguliert, deren Konzentrationen bei einer APR im Blut ansteigen oder abfallen. APP sind wertvolle Marker zur Erkennung und Verlaufskontrolle entzündlicher Prozesse sowie neoplastischer Erkrankungen. Die APR erfolgt deutlich früher und spezifischer als Veränderungen der Leukozytenzahl. APP werden basierend auf der Reaktionsstärke in „Major“ (10–100facher Anstieg), „Moderate“ (2–10facher Anstieg) und „Minor“ (< 2facher Anstieg) eingeteilt. Die Bestimmung der Major-APP ist gut geeignet für eine frühe Diagnostik und Verlaufskontrolle bestimmter Erkrankungen, die mit einer APR einhergehen. Beim Hund ist das C-reaktive Protein (CRP) das wichtigste Major-APP, bei der Katze hingegen das Serum Amyloid A (SAA). Haptoglobin (Hp) und α 1-saures Glykoprotein (AGP) zählen zu den moderaten bis minor reagierenden APP. Albumin, Transferrin und Paraoxonase gehören zu den negativen APP, deren Konzentration bei einer Akute-Phase-Reaktion typischerweise abnimmt. Das Verhalten der jeweiligen APP während der APR ist in Tabelle 1 dargestellt.

Der Hund – CRP als Goldstandard

Als Major-APP steigt CRP innerhalb von 4–24 Stunden nach auslösender Noxe bis zum 50–100fachen an, erreicht nach 1–2 Tagen sein Maximum und fällt bei erfolgreicher Therapie rasch ab. Aufgrund dieser Dynamik eignet sich CRP hervorragend zur Früherkennung, Verlaufskontrolle und Beurteilung des Therapieerfolgs. Erhöhte CRP-Werte treten bei einer Vielzahl entzündlicher und immunvermittelter Prozesse auf, darunter bakterielle Infektionen, Parasitosen, Autoimmunerkrankungen, Neoplasien und posttraumatische oder postoperative Veränderungen. Bei Hunden mit akuter *Babesia canis*-Infektion besteht eine deutliche Korrelation von CRP mit klinischem Schweregrad und hämatologischen Parametern.



Abb. 1: Katze mit FIP

Bildquelle: ChatGPT

Im Rahmen des Antimicrobial Stewardship wurde gezeigt, dass Antibiotika abgesetzt werden können, sobald eine klinische Besserung und Normalisierung der CRP-Konzentration eingetreten sind, was die Therapiedauer vieler Erkrankungen signifikant verkürzt.

Auch bei systemischen Mykosen wie der pulmonalen Coccidioidomykose zeigte CRP in Kombination mit Hp einen prädiktiven Wert für Remission. CRP kann jedoch auch ohne entzündliche Ursache – z. B. bei extremer körperlicher Belastung oder während der Trächtigkeit – erhöht sein, weshalb die Interpretation kontextabhängig erfolgen muss.

Akute-Phase-Index (API) – kombinierter Marker

Aktuelle Forschung kombiniert positive (CRP, Hp) und negative APP (Albumin, optional PON-1) zu einem Akute-Phase-Index (API). Dieser spiegelt die Gesamtaktivität der Entzündung wider. Hunde mit malignen Tumoren und hohem API hatten eine signifikant schlechtere Prognose.

Bei chronisch-entzündlichen Erkrankungen – beispielsweise der kaninen Leishmaniose – sind CRP

Tabelle 1: Überblick über die Veränderung der Akuten-Phase-Proteine sowie Leukozytenzahl in Abhängigkeit der Zeit nach dem Entzündungsreiz bei Hund und Katze.

Zeit nach Entzündungsreiz	Hund – z. B. CRP, SAA	Hund – Leukozytenzahl	Katze – z. B. SAA, AGP	Katze – Leukozytenzahl
0–6 h	zu Beginn leichter Anstieg (Synthese in der Leber startet nach wenigen Stunden)	meist noch im Referenzbereich	zu Beginn leichter Anstieg	meist noch im Referenzbereich
6–12 h	deutlicher Anstieg messbar	erste Tendenz zum Anstieg möglich, oft noch grenzwertig	deutlicher Anstieg messbar	erste Tendenz zum Anstieg möglich, oft noch unauffällig
12–24 h	starker Anstieg, Werte meist klar pathologisch	jetzt häufig Leukozytose/-penie sichtbar	starker Anstieg, klar pathologisch	häufiger Leukozytose, teils Stressleukogramm
24–48 h	Peak der APR – höchste Konzentration	weiterer Anstieg/Plateau der Leukozyten	Peak der APR	weiterer Anstieg/Plateau der Leukozyten
2–5 Tage	beginnender Abfall, wenn Entzündung kontrolliert	Leukozyten häufig noch erhöht, langsam rückläufig	Abfall bei klinischer Besserung	Leukozyten oft noch verändert, normalisieren langsamer
> 5 Tage	Rückkehr in/nahe Referenzbereich bei ausheilender Entzündung	Normalisierung, kann aber durch chronische Prozesse länger dauern	ähnlich wie Hund	ähnlich wie Hund

APR = Akute-Phase-Reaktion, CRP = C-reaktives Protein, SAA = Serum Amyloid A, AGP = alpha-1-saures Glykoprotein

und Hp dauerhaft erhöht, während Albumin und Transferrin häufig abfallen. API-Veränderungen korrelieren eng mit Therapieansprechen und Krankheitsaktivität. Persistierend hohe Werte weisen auf Restaktivität, Co-Infektionen oder Therapieversagen hin.

Die Katze – SAA und AGP im Fokus

Bei Katzen unterscheiden sich Dynamik und Bedeutung der APP deutlich vom Hund. SAA ist das wichtigste Major-APP, während AGP besonders bei FIP diagnostische Bedeutung hat.

Serum Amyloid A (SAA)

SAA reagiert sehr früh und empfindlich, erreicht schnell hohe Konzentrationen und eignet sich daher sowohl zur Frühdiagnostik als auch zur prognostischen Beurteilung. Ein rascher Abfall zeigt gutes Therapieansprechen, ein stagnierender Wert eine persistierende Entzündung oder Sekundärinfektion. Moderne turbidimetrische Tests mit monoklonalen Antikörpern liefern eine hohe diagnostische Präzision. Weitere Studien belegen die Nützlichkeit von SAA insbesondere bei bakteriellen Infektionen wie Pyelonephritis.

Alpha-1-saures Glykoprotein (AGP)

AGP ist ein moderat ansteigendes APP mit hoher klinischer Relevanz für FIP (Abb. 1). Erhöhte AGP-Serumwerte unterstützen die Verdachtsdiagnose

in Kombination mit anderen Befunden. Besonders unter antiviraler Therapie zeigt AGP eine dynamische Veränderung.

Haptoglobin (Hp)

Beim Hund und der Katze zählt Hp zu den in der Leber synthetisierten moderaten Akute-Phase-Proteinen. Die zentrale biologische Funktion besteht in der hochaffinen Bindung von freiem Hämoglobin (Hb) aus lysierten Erythrozyten, wodurch oxidativer Gewebeschaden reduziert und ein Verlust von Hb-gebundenem Eisen verhindert wird. Im Rahmen akuter Entzündungsprozesse zeigen beide Spezies einen im Vergleich zu Major-Akute-Phase-Proteinen wie SAA oder CRP deutlich weniger ausgeprägten und verzögerten Konzentrationsanstieg von Hp. Wie bei anderen Säugetieren können intravasale Hämolysevorgänge zu einer Absenkung der Haptoglobinkonzentration führen, da das Protein durch die Bindung großer Mengen freien Hämoglobins rasch verbraucht wird.

Negative Akute-Phase-Proteine

Albumin

Albumin sinkt durch Umverteilung von Aminosäuren zur Synthese positiver APPs und durch erhöhte Kapillarpermeabilität. Es ist ein wertvoller Indikator systemischer Entzündung, muss jedoch unter der Berücksichtigung von Hydratation, Proteinverlust und Leberfunktion beurteilt werden. Beim Hund wird Albumin im API berücksichtigt.

Transferrin

Transferrin, ein eisenbindendes Transportprotein, sinkt während der APR, um die Eisenverfügbarkeit für Mikroorganismen zu reduzieren. Bei Hunden zeigte sich ein deutlicher Transferrinabfall bei bakteriellen Infektionen. Auch bei Katzen wurde eine signifikante Abnahme bei chronischer Entzündung dokumentiert.

Akute-Phase-Proteine bei FIP

Die feline infektiöse Peritonitis (FIP) ist eine entzündliche Erkrankung, die in der Regel mit einem Anstieg der Akuten-Phase-Proteine einhergeht. In Studien konnte gezeigt werden, dass die Bestimmung von AGP im Erguss die aussagekräftigste Methode zur Unterscheidung zwischen Katzen mit FIP und ohne FIP ist. Dabei wurden unterschiedliche Cut-Off-Bereiche mit verschiedener Sensitivität/ Spezifität definiert (Tab. 2). Einige dieser Cut-Off-Bereiche, z. B. bei Helfer-Hungerbühler et al. (AGP > 2927), weisen eine hohe Spezifität (97 %) auf und können damit sehr hinweisend auf eine FIP sein. Aufgrund der jedoch vergleichsweise niedrigen Sen-

sitivität (54 %) kann nahezu die Hälfte der Katzen mit FIP nicht erkannt werden. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass APPs auch bei anderen Erkrankungen ansteigen können. Katzen mit septischem Abdomen und auch Katzen mit disseminierten Neoplasien weisen oft ähnlich hohe AGP-Konzentrationen auf wie Katzen mit FIP. Daher ist eine ergänzende zytologische und bakteriologische Untersuchung zum Ausschluss von Differentialdiagnosen wichtig. Die alleinige Messung von AGP reicht somit nicht für eine endgültige Diagnose aus, sondern ist eines der vielen Puzzleteile bei der Diagnostik.

AGP kann zudem eine wichtige Rolle im Therapie-monitoring von Katzen mit FIP spielen. Unter Therapie sinkt das AGP stetig ab, jedoch langsamer als das SAA. Dies ist vermutlich auf die längere Halbwertszeit von AGP zurückzuführen, weshalb die AGP-Konzentration an Tag 2 der FIP-Therapie auch höher sein kann als vor Start der Therapie. Ein signifikanter Abfall des AGPs war ab Tag 7 nach Therapiestart feststellbar. Spätestens an Tag 28 war das AGP bei fast allen Katzen wieder im Normal-

Tabelle 2: Überblick über aktuelle Publikationen zur Verwendung von AGP. Gemessene mediane Werte (inklusive Range) bei Katzen mit FIP im Vergleich zu Katzen ohne FIP, definierte Cut-Off-Werte und deren Sensitivität und Spezifität

Studie	Akute-Phase-Protein	Medianer Wert bei Katzen mit FIP (Range)	Medianer Wert bei Katzen ohne FIP (Range)		Cut-Off	Sensitivität (%)	Spezifität (%)
Serum							
Hazuchova 2017	AGP (µg/ml)	2900 (960-5040)	690 (120-4500)		2260	85	90
	SAA (µg/ml)	98,5 (1,3-163,4)	7,6 (0,1-163,8)		97,3	55	87
	Hp (mg/ml)	2,0 (2,0-9,0)	1,8 (0,0-2,0)		2,0	55	82
	Erguss						
	AGP (µg/ml)	2570 (1300-5760)	480 (190-3800)		1550	93	93
	SAA (µg/ml)	80,4 (0,1-207,4)	0,1 (0,1-182,7)		43,6	71	91
	Hp (mg/ml)	2,2 (0,1-9,3)	0,8 (0,1-2,5)		2,1	79	87
Serum							
Helfer-Hungerbuehler 2024	AGP (µg/ml)	2954 (200-5861)	gesund	krank	2531	61	79
			235 (78-616)	1734 (305-3449)	2927	54	97
	Erguss						
	AGP (µg/ml)	2425 (343-5611)	560 (83-3950)		1686	71	89
Serum							
Romanelli 2024	AGP (µg/ml)	1986 (405-4428)	296 (165-4254)		707	80	80
					>4099	-	100
					<438	100	-
	Erguss						
	AGP (µg/ml)	1717 (549-3166)	233 (103-4099)		990	75	73
>4254					-	100	
<296					100	-	

bereich (Helfer-Hungerbuehler 2024: (10) – 17/18 Katzen und Zuzzi-Krebitz 2024: 37/39 Katzen) und kann hiermit als guter Parameter verwendet werden, um den Therapieerfolg zu kontrollieren. Bei SAA zeigte sich bereits an Tag 2 ein signifikanter Abfall und die meisten Katzen wiesen innerhalb von 4–7 Tagen wieder (nahezu) normale SAA-Konzentrationen auf. Addie und Kollegen (2022) verwenden AGP als Marker, um zwischen Remission und Genesung zu unterscheiden. Genesung bezeichnet dabei die vollständige Heilung von FIP, während Remission als ein intermediäres Stadium zwischen Heilung und Tod definiert ist, welches noch das Risiko eines Rückfalls birgt. Katzen, die vollständig geheilt waren (Genesung) zeigten AGP-Werte im Normalbereich, wohingegen Katzen in Remission erhöhte AGP-Werte aufwiesen. Der Anstieg von AGP könnte damit auch einen Hinweis auf einen potentiellen FIP-Rückfall geben.

Dr. Ruth Klein, Katharina Buchta

Weiterführende Literatur:

- Malin K, Witkowska-Piłaszewicz O. C-Reactive Protein as a Diagnostic Marker in Dogs: A Review. *Animals (Basel)*. 2022 Oct 21;12(20):2888. doi: 10.3390/ani12202888.
- von Hohnhorst IM, Moritz A, Eisenecker CM, Strube C, Rodjana KE, Müller E, Schäfer I. Impact of levels of parasitemia and antibodies, acute-phase proteins, as well as stays abroad on hematological and biochemical parameters in 342 dogs with acute *Babesia canis* infection. *Parasit Vectors*. 2025 Aug 15;18(1):347. doi: 10.1186/s13071-025-06997-4.
- Glick A, Jaffey JA, Kreisler R, Hanzlicek AS, Ringold R. Serum C-reactive protein and haptoglobin decrease in the first three months of treatment and relative change in haptoglobin predict remission in dogs with pulmonary coccidioidomycosis. *J Am Vet Med Assoc*. 2024 Jun 19;262(9):1222-1230. doi: 10.2460/javma.24.05.0296.
- Baldin M, Gelain ME, Marolato G, Bedin S, Berlanda M, Zanetti M, Torrigiani F, Giordano A, Moretti P, Scavone D, Bonsembiante F. Beyond Individual Acute Phase Protein Assessments: Introducing the Acute Phase Index (API) as a Prognostic Indicator in Dogs with Malignant Neoplasia. *Vet Sci*. 2025 Jun 1;12(6):533. doi: 10.3390/vetsci12060533.
- Fernandes Rodrigues N, Giraud L, Bolen G, Fastrès A, Clercx C, Gommeren K, Billen F. Antimicrobial discontinuation in dogs with acute aspiration pneumonia based on clinical improvement and normalization of C-reactive protein concentration. *J Vet Intern Med*. 2022 May;36(3):1082-1088. doi: 10.1111/jvim.16405.
- Viitanen SJ, Lappalainen AK, Christensen MB, Sankari S, Rajamäki MM. The Utility of Acute-Phase Proteins in the Assessment of Treatment Response in Dogs With Bacterial Pneumonia. *J Vet Intern Med*. 2017 Jan;31(1):124-133. doi: 10.1111/jvim.14631.
- Yuki M, Inden T, Hirano T, Naito E, Taira H, Yokota S, Narita M. Comparison of polyclonal and monoclonal antibody assays for serum amyloid A in cats: a study based on an automated turbidimetric immunoassay in a primary care veterinary hospital. *Am J Vet Res*. 2024 Jul 12;85(9):ajvr.24.03.0067. doi: 10.2460/ajvr.24.03.0067.
- Waugh EM, Haining H, Harvie J, Ridyard AE, Eckersall PD. Validation of an automated immunoturbidimetric assay for feline serum amyloid A. *BMC Vet Res*. 2022 Sep 28;18(1):359. doi: 10.1186/s12917-022-03456-5.
- Kurtz M, Pey PBM, Mortier J, Manassero M, Da Riz F, Canonne-Guibert M, Maurey C, Benckekroun G. Usefulness of serum amyloid A for the diagnosis of pyelonephritis in cats: A prospective evaluation. *J Vet Intern Med*. 2024 May-Jun;38(3):1542-1552. doi: 10.1111/jvim.17082.
- Helfer-Hungerbuehler AK, Spiri AM, Meili T, Riond B, Krentz D, Zwicklbauer K, Buchta K, Zuzzi-Krebitz AM, Hartmann K, Hofmann-Lehmann R, Meli ML. Alpha-1-Acid Glycoprotein Quantification via Spatial Proximity Analyte Reagent Capture Luminescence Assay: Application as Diagnostic and Prognostic Marker in Serum and Effusions of Cats with Feline Infectious Peritonitis Undergoing GS-441524 Therapy. *Viruses*. 2024 May 16;16(5):791. doi: 10.3390/v16050791.
- Tršar L, Štrlijić M, Svete AN, Koprivec S, Tozon N, Žel MK, Pavlin D. Evaluation of selected inflammatory markers in cats with feline infectious peritonitis before and after therapy. *BMC Vet Res*. 2025 May 9;21(1):330. doi: 10.1186/s12917-025-04731-x.
- Ceron JJ, Pardo-Marin L, Caldin M, Furlanello T, Solano-Gallego L, Tecles F, Bernal L, Baneth G, Martinez-Subiela S. Use of acute phase proteins for the clinical assessment and management of canine leishmaniasis: general recommendations. *BMC Vet Res*. 2018 Jun 20;14(1):196. doi: 10.1186/s12917-018-1524-y.
- Rossi G. Acute phase proteins in cats: Diagnostic and prognostic role, future directions, and analytical challenges. *Vet Clin Pathol*. 2023 Feb;52 Suppl 1:37-49. doi: 10.1111/vcp.13238.
- Martínez-Subiela S, Ceron JJ. Evaluation of acute phase protein indexes in dogs with leishmaniasis at diagnosis, during and after short-term treatment. *Vet Med - Czech*, 2005, 50(1):39-46. doi: 10.17221/5595-VET-MED.
- Paltrinieri S. The feline acute phase reaction. *Vet J*. 2008 Jul;177(1):26-35. doi: 10.1016/j.tvjl.2007.06.005.
- Eckersall PD, Bell R. Acute phase proteins: Biomarkers of infection and inflammation in veterinary medicine. *Vet J*. 2010 Jul;185(1):23-7. doi: 10.1016/j.tvjl.2010.04.009.
- Ceron JJ, Eckersall PD, Martíñez-Subiela S. Acute phase proteins in dogs and cats: current knowledge and future perspectives. *Vet Clin Pathol*. 2005 Jun;34(2):85-99. doi: 10.1111/j.1939-165x.2005.tb00019.x.
- Shih AW, McFarlane A, Verhovsek M. Haptoglobin testing in hemolysis: measurement and interpretation. *Am J Hematol*. 2014 Apr;89(4):443-7. doi: 10.1002/ajh.23623.
- Hazuchova K, Held S, Neiger R. Usefulness of acute phase proteins in differentiating between feline infectious peritonitis and other diseases in cats with body cavity effusions. *J Feline Med Surg*. 2017 Aug;19(8):809-816. doi: 10.1177/1098612X16658925.
- Tasker S, Addie DD, Egberink H, Hofmann-Lehmann R, Hosie MJ, Truyen U, Belák S, Boucraut-Baralon C, Frymus T, Lloret A, Marsilio F, Pennisi MG, Thiry E, Möstl K, Hartmann K. Feline Infectious Peritonitis: European Advisory Board on Cat Diseases Guidelines. *Viruses*. 2023 Aug 31;15(9):1847. doi: 10.3390/v15091847.
- Zuzzi-Krebitz AM, Buchta K, Bergmann M, Krentz D, Zwicklbauer K, Dorsch R, Wess G, Fischer A, Matiassek K, Hönl A, Fiedler S, Kolberg L, Hofmann-Lehmann R, Meli ML, Spiri AM, Helfer-Hungerbuehler AK, Felten S, Zablotzki Y, Alberer M, Both UV, Hartmann K. Short Treatment of 42 Days with Oral GS-441524 Results in Equal Efficacy as the Recommended 84-Day Treatment in Cats Suffering from Feline Infectious Peritonitis with Effusion-A Prospective Randomized Controlled Study. *Viruses*. 2024 Jul 16;16(7):1144. doi: 10.3390/v16071144.
- Addie DD, Silveira C, Aston C, Brauckmann P, Covell-Ritchie J, Felstead C, Fosbery M, Gibbins C, Macaulay K, McMurrough J, Pattison E, Robertson E. Alpha-1 Acid Glycoprotein Reduction Differentiated Recovery from Remission in a Small Cohort of Cats Treated for Feline Infectious Peritonitis. *Viruses*. 2022 Apr 1;14(4):744. doi: 10.3390/v14040744.
- Romanelli P, Bertazzolo W, Prisciandaro A, Leone A, Bonfanti U, Paltrinieri S. Measurement of Feline Alpha-1 Acid Glycoprotein in Serum and Effusion Using an ELISA Method: Analytical Validation and Diagnostic Role for Feline Infectious Peritonitis. *Pathogens*. 2024 Mar 29;13(4):289. doi: 10.3390/pathogens13040289.