

Konzeptionierung einer Softwareanwendung zur Verdachtsdiagnostik und Triage in der Pferdemedizin

Entwicklung eines algorithmischen Angebots zur Entlastung von Tierärzt*innen

Laura Haase¹, Lucas Rahn²

Abstract: Veterinärmediziner*innen stehen unter einer immensen Arbeitsbelastung, die eine zunehmende Triage bezüglich der zu behandelnden Tiere erfordert. Diese kann durch entsprechend gestaltete Softwareanwendungen unterstützt werden. Am konkreten Beispiel eines Systems für die Pferdemedizin zeigt der folgende Beitrag, welche Risiken durch eine solche Anwendung entstehen können und wie diesen begegnet werden kann. Außerdem wird die Gestaltung einer möglichen Wissensbasis als Grundlage des Systems beleuchtet und ein erster Algorithmus zur Datenanalyse gezeigt. Abschließend werden weiterführende Forschungsfragen definiert.

Keywords: Expertensystem, wissensbasiertes System, regelbasiertes System, Diagnosesystem, Triage-Software, Medizinsoftware, Veterinärmedizin, Pferdemedizin, Telemedizin

1 Einleitung

Ende 2019 versorgten in Deutschland 1600 Tierärzt*innen über 1,2 Millionen Pferde allein in Privatbesitz (vgl. [Bu20a], [Za21]). Neben der tiermedizinischen Betreuung zu Sprechstundenzeiten ist dabei auch die Sicherstellung der Versorgung an Wochenenden, Feiertagen und nachts zu gewährleisten. Bei gleichzeitig zum Teil mangelhafter Zahlungsbereitschaft der Kund*innen wird dieser Arbeitsumfang zu einer kaum leistbaren Aufgabe. Dadurch beenden vermehrt Tierärzt*innen ihre reguläre Teilnahme am Notdienst und Tierkliniken geben ihren Klinikstatus ab, um keine Rund-um-die-Uhr-Versorgung mehr anbieten zu müssen (vgl. [Ti18]). Vor diesem Hintergrund nimmt die Relevanz der Triage in der Veterinärmedizin kontinuierlich zu. So wird beispielsweise im pferdemedizinischen Bereich durch die betreuende Tierarztpraxis meist zunächst eine telefonische Einschätzung des Gesundheitszustands des betroffenen Tieres durchgeführt, um dieses sinnvoll in die Behandlungsreihenfolge der nächsten Stunden oder Tage einzugliedern. Diese Aufgabe ist jedoch, abhängig vom Vorwissen der anrufenden Person, für die Tierärzt*innen zum Teil sehr zeitintensiv. Eine für Endanwender*innen konzipierte Softwareanwendung, die

1 Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin, Fachbereich Duales Studium, Studiengang Informatik, Alt-Friedrichsfelde 60, 10315 Berlin, Laura.Haase@hwr-berlin.de

2 Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, Fachbereich Informatik, Studiengang Angewandte Informatik, Wilhelminenhofstraße 75A, 12459 Berlin, Lucas.Rahn@student.htw-berlin.de

in der Lage ist, anhand einer algorithmisch angeleiteten Eingabe der auffälligen Gesundheitsindikatoren der Tiere eine Verdachtsdiagnose und eine Einschätzung der Dringlichkeit der medizinischen Betreuung zu liefern, könnte hier Abhilfe schaffen und Tierärzt*innen wie -kliniken entlasten. Eine Softwarelösung ohne Öffnungszeiten und zeitliche Abrechnungstarife könnte dabei auch diejenigen Tierhalter*innen erreichen, die Unsicherheit über die Notwendigkeit eines Tierarztbesuch verspüren, aus verschiedenen Gründen jedoch zur Abklärung nicht zur Wahrnehmung eines kostenpflichtigen Termins z.B. bei einem Online-Sprechstunden-Anbieter bereit sind (vgl. [De20], [Tr20]).

Eine repräsentative Befragung des Bitkom e.V. und der Bayerischen TelemedAllianz ergab bereits 2017 ein hohes Interesse der Bevölkerung an der Nutzung von Gesundheitsapps. Die Nutzungsbereitschaft diesen gegenüber liegt dabei deutlich vor der Nutzungsbereitschaft gegenüber anderen digitalen Gesundheitsangeboten (vgl. [Ma17]). Untersuchungen der Präferenzen speziell von Tierbesitzer*innen bestätigen dieses Interesse auch innerhalb des veterinärmedizinischen Bereichs (vgl. [KSS19]).

Im Folgenden soll die Umsetzbarkeit, sowie die notwendigen Rahmenbedingungen einer mobilen App zur Auswertung von durch Pferdehalter*innen eingegebene Gesundheitsindikatoren ihrer Tiere untersucht und beleuchtet werden. So werden mögliche Nutzungsrisiken und ein für ein solches System verwendbares Wissenskonzept mit seinen Stärken und Schwächen beschrieben und eine erste Untersuchung der Genauigkeit von Entscheidungen auf der gewählten Wissensbasis vorgenommen. Abschließend wird ein Ausblick zur Bedeutung der produzierten Ergebnisse gegeben.

2 Rechtliche Aspekte

Zunächst soll ein kurzer Überblick über die rechtliche Situation gegeben werden, innerhalb derer sich eine Softwareanwendung zur Diagnoseunterstützung von Tieren befindet. Für fachfremde Unternehmer*innen, also solche ohne veterinärmedizinischen Hintergrund, existieren derzeit keine expliziten gesetzlichen Regulierungen hinsichtlich der Bereitstellung telemedizinischer Angebote für Tierhalter*innen. Rechtliche Rahmenbedingungen aus dem Bereich der Humanmedizin finden aufgrund der gesetzlich deutlich abgesetzten Unterscheidung zwischen Mensch und Tier keine Anwendung (vgl. [Te20]). Als eine Orientierung können derzeit die Empfehlungen der Arbeitsgemeinschaft Telemedizin der Bundestierärztekammer (nachzulesen in [De20]) zur Sicherung hoher Ethikstandards und zum Schutz der Kund*innen dienen. Innerhalb derer ist beispielsweise definiert, dass ohne klinische Untersuchung lediglich die Äußerung einer Verdachtsdiagnose möglich ist. Wenn die Festlegung einer abschließenden klinischen Diagnose durch erfahrene Veterinärmediziner*innen nicht über ein digitales Tool möglich ist, sollte gleichzeitig nicht angenommen werden, dies zeitnah durch ein Softwareprodukt allein ermöglichen zu können. So sollte auch eine entsprechende Anwendung die Nutzenden in jedem Fall auf die Limitierungen der getroffenen Aussagen hinweisen (vgl. [Bu20b], [Za21], [Mö21]).

3 Nutzungsrisiken

Die Erhebung der Gefährdungen, die potenziell durch eine Anwendung zur Verdachtsdiagnostik und Triage von Pferden entstehen könnten, umfasste mehrere Aspekte. So wurden mögliche Anwendungsrisiken aufgrund der Nutzung im Stressfall (der Situation am Stall eines potenziell erkrankten Tieres), möglicher Softwarefehler und Auswirkungen potenziell mangelnder Nutzendenfreundlichkeit aufgelistet. Außerdem wurden, mittels einer Onlineumfrage, Pferde-behandelnde Veterinärmediziner*innen hinsichtlich vorstellbarer Risiken befragt. Die Umfrage umfasste, nebst Angaben zur Berufserfahrung der Tierärzt*innen, verschiedene Fragen zu Häufigkeit und Auswirkungen von Selbstdiagnosen durch Pferdebesitzer*innen in der Praxis und Kenntnisse über existierende Anwendungen mit einem ähnlichen Ziel wie vorliegend beschrieben. Außerdem wurden Angaben zu möglichen Vor- und Nachteilen einer Anwendung zur Verdachtsdiagnostik und Triage, insbesondere auch im Verhältnis zu anderen bestehenden Möglichkeiten wie einer Internetsuche, erfasst. Die Umfrage wurde per E-Mail und über Nachrichten-Apps direkt an Tierärzt*innen versendet, sowie mehrere Landestierärztekammern um eine Weiterleitung an ihre Mitglieder gebeten. Die Umfrage war für 21 Tage, vom 14. Juni bis zum 05. Juli 2021 geöffnet und wurde mittels des Onlinetools LamaPoll erstellt. Insgesamt wurden 15 Fragen gestellt, davon 7 Fragen zur freien textuellen Beantwortung und 8 Fragen mit Antwortauswahlmöglichkeiten.

An der Umfrage nahmen 27 Pferde-behandelnde Tierärzt*innen teil, die eine Berufserfahrung von mindestens zwei und zu knapp 60% (16) mehr als 10 Jahren hatten. Durchschnittlich wurden sieben zu behandelnde Pferde pro Tag angegeben, wodurch eine hohe fachliche Feldexpertise der Teilnehmenden angenommen werden kann. 26 der 27 Befragten gaben an, Selbstdiagnosen durch Pferdehalter*innen in der Praxis zu erfahren. Davon schätzten 89% (23) das Vorkommen der Selbstdiagnosen als „häufig“ oder „sehr häufig“ ein. 17 der Tierärzt*innen zeichneten anschließend ein deutlich negatives Bild der Auswirkungen und wiesen unter anderem auf Zeitverzögerungen in der tierärztlichen Konsultation und damit medizinischen Behandlung der Tiere hin, die je nach Krankheitsbild zum Teil fatale Folgen nach sich ziehen können. Auch die Erzeugung eines falschen Gefühls der Informiertheit der Pferdehalter*innen und daraus resultierend sehr kritischen Begegnung der tierärztlichen Einschätzungen wurden in diesem Kontext genannt. Ein*e Teilnehmende*r bewertete die Auswirkungen einer zuvor durchgeführten Internetrecherche zu bemerkten Gesundheitsindikatoren des Pferdes ausschließlich positiv und verwies auf eine bessere Grundlage für Gespräche im Rahmen der Untersuchung. Acht der Tierärzt*innen äußerten sich neutral oder ausgewogen zu den Auswirkungen von Selbstdiagnosen und verwiesen dabei insbesondere auf die Abhängigkeit der Auswirkungen vom individuellen Vorwissen der jeweiligen Person. Bereits auf dem Markt verfügbare Anwendungen zur zielgerichteten Unterstützung der Pferdehalter*innen in der Entscheidung hinsichtlich medizinischer Versorgung waren keinem*keiner der Teilnehmenden bekannt. Hinsichtlich möglicher Nutzungsrisiken einer Softwareanwendung für Pferdehaltende zur Verdachtsdiagnostik und Triage nannten knapp 50% (13) der Befragten die Sorge, dass die Software auf Basis der Eingaben der Nutzer*innen zu falschen Rückschlüssen kommen und daher eine falsche Empfehlung zur Dringlichkeit der tierärztlichen Konsultation geben könnte. Sechs Antworten spiegelten die Befürchtung wider, dass die Eingaben der Nutzer*innen unzurei-

chend oder falsch sein könnten, wodurch auch ein korrekt arbeitendes System keinen korrekten Output liefern könnte. Vier Tierärzt*innen äußerten außerdem die Bedenken, dass eine durch eine Softwareanwendung gestellte Verdachtsdiagnose die Wahrscheinlichkeit einer Selbsttherapie durch die Pferdehalter*innen erhöhen könnte. 63% (17) der befragten Veterinärmediziner*innen schätzen die Risiken einer spezialisierten Softwareanwendung dabei jedoch nicht höher ein, als die einer Internetrecherche. Als Hauptargument der Einschätzenden eines höheren Risikos der Anwendung wurde das durch eine spezialisierte Software erzeugte höhere Sicherheitsgefühl hinsichtlich der Verdachtsdiagnose genannt. In diesem Zuge wurde die Notwendigkeit betont, Nutzer*innen noch einmal deutlich zu machen, dass die Behandlungshoheit ausschließlich Tierärzt*innen obliegt.

Um potenziell entstehenden Risiken angemessen zu begegnen, müssen geeignete Risiko-beherrschungmaßnahmen definiert werden. Dazu gehören insbesondere für Nutzer*innen deutlich sichtbare Informationen hinsichtlich der Grenzen der Softwareanwendung und der Gefahren eigenmächtiger Behandlungen. Zusätzlich sollten verschiedene Gestaltungsoptionen für die Anwendung getestet werden, die die Qualität der Nutzer*inneneingaben verbessern können, indem die Nutzenden explizit in der Erfassung der Gesundheitsindikatoren angeleitet werden. Die im System enthaltenen Informationen sollten dabei dauerhaft durch Fachexpert*innen überwacht werden. Zusätzlich sollten Empfehlungen hinsichtlich der Triage nicht ausschließlich von der gestellten Verdachtsdiagnose, sondern insbesondere auch von dem Vorhandensein kritischer Gesundheitsindikatoren abhängig gemacht werden.

4 Wissenskonzept

4.1 Überblick

Als Grundlage einer Softwareanwendung zur medizinischen Unterstützung von Pferdehalter*innen muss zunächst eine Wissensbasis geschaffen werden. Wissen entspricht dabei einer Beschreibung von Objekten und deren Eigenschaften, in diesem Fall insbesondere der Pferdekrankheiten, die auf mit Semantik angereicherten, vernetzten Daten beruht (vgl. [Ha10]). Das hier fokussierte medizinische Wissen stellt dabei aufgrund seines immensen Umfangs und der damit einhergehenden schweren Überblick- und Dokumentierbarkeit eine besondere Wissensform dar. In der Medizin berufen sich Fachexpert*innen im Rahmen ihrer Entscheidungen häufig, neben explizit in Fachliteratur formulierbaren Informationen, auf eigenständig gesammeltes, implizites Erfahrungswissen. Dieses kann nur schwer ausdrücklich erfragt und benannt werden, sodass auch eine Abbildung desselben in durch Software verarbeitbarer Form nur begrenzt möglich ist (vgl. [SS08], [SRN17], [Pu90]).

Speziell im Bereich der Pferdemedizin existiert zusätzlich die Problematik, dass keine statistisch verlässlichen und aktuellen Aussagen zu Krankheitshäufigkeiten aufzufinden sind.

Angaben in der Literatur oder auf Websites enthalten meist nur unscharfe Begriffe wie „häufig“ oder „selten“ und konnten auf stichprobenartige Nachfrage nicht statistisch verlässlich belegt werden. Einzelne umfangreichere Untersuchungen wie die National Equine Health Survey des Royal Veterinary College und der Vereinigung britischer Tierärzte [Na18] geben lediglich einen allgemeinen Überblick über den Gesundheitsstatus der untersuchten Pferde, sind jedoch für die Nutzung innerhalb eines Expertensystems nicht ausreichend präzise aufgeschlüsselt. Zumeist werden im Rahmen existierender Erhebungen auch nur Informationen zu einer geringen Anzahl Krankheiten, einem konkreten Krankheitsbild oder sehr groben Krankheitsgruppierungen, wie „Erkrankungen des Bewegungsapparats“ abgebildet (vgl. [Je21], [Ha18], [Le21], [Na18]).

4.2 Mögliche Datenquellen

Für die vorliegend betrachtete Softwareanwendung kommen grundsätzlich mehrere verwendbare Datenarten in Frage. Es können beispielsweise in der Fachliteratur verfügbare Informationen zu Krankheiten verwendet werden, alternativ ist auch die Nutzung von Felddaten, die von Tierärzt*innen im Rahmen der Klinik- oder Praxisdokumentation erfasst werden, möglich. Auch kann mithilfe entsprechend konzipierter Befragungen versucht werden, das tierärztliche Wissen zu dokumentieren, wie beispielsweise von Qin et al. [Qi16] beschrieben. Dabei existieren je nach Möglichkeit verschiedene Vor- und Nachteile.

Der Ansatz der Dokumentation vorhandenen Wissens menschlicher Expert*innen verspricht den Vorteil, dass, zumindest theoretisch, Zugriff auf das gesamte Wissen der Tierärzt*innen möglich ist, das von diesen im Alltag eingesetzt wird. Limitiert wird dies jedoch durch die bereits beschriebene hohe Schwierigkeit und den hohen Zeitaufwand dieses implizit vorliegende Wissen in explizites, dokumentiertes Wissen zu überführen. Hierbei ist von einer hohen Fehleranfälligkeit auszugehen. Auch die Vollständigkeit der Übertragung ist in Frage zu stellen (vgl. [SS08]). Der Nutzung von Informationen aus Fachliteratur ist in dieser Hinsicht der Vorzug zu geben, da es sich dabei um bereits explizit formuliertes, vor Veröffentlichung mehrfach geprüftes Wissen handelt. Die Fachliteratur bildet zudem die Grundlage für das veterinärmedizinische Studium und somit auch die Grundlage des Wissens ausgebildeter Tierärzt*innen. Seltene Krankheitsbilder sind hierin beschrieben. Felddaten enthalten wiederum im Gegensatz dazu einen deutlich erhöhten Anteil subjektiver Eindrücke, bilden jedoch zugleich über das Grundlagenwissen hinaus auch praktische Erfahrungen mit ab. So enthalten sie beispielsweise Symptomintensitäten und Häufigkeiten des Auftretens bestimmter Krankheiten. Gleichzeitig können jedoch zu einem gewissen Anteil Fehldiagnosen oder Verfälschungen von Informationen durch persönliche Spezialgebiete und der damit einhergehenden Häufung der Behandlung bestimmter Krankheitsbilder vorhanden sein. Seltene Krankheitsbilder können zudem in Praxisdokumentationen unter Umständen nicht abgebildet sein (vgl. [Ma20], [SS08]).

4.3 Auswahl der Datenquelle(n)

Die Beleuchtung der Vor- und Nachteile der einzelnen Datenquellen zeigt, dass keiner hiervon ein eindeutiger Vorzug vor den jeweils anderen gegeben werden kann. In anderen Veröffentlichungen bezüglich diagnoseunterstützender Systeme wird häufig auf die Auswertung von Felddaten oder auf die Nutzung von Wissen aus Expert*innenbefragungen gesetzt (vgl. z.B. [AQR15], [Ca20], [FP17], [Ni17], [Si19], [Su18], [Qi16], [Ud19]). Diesem Beispiel folgend, mit dem Ziel der Ermöglichung der Nutzung impliziten Wissens, wurden ebendiese Ansätze auch für die vorliegend beschriebene Softwareanwendung ausgewählt. Um über entsprechende Datensätze zu verfügen, wurden diverse veterinärmedizinisch tätige Personen und Organisationen kontaktiert. Der auf die Kontaktaufnahme folgende Rücklauf war gering, und verneinte zum überwiegenden Teil die Möglichkeit der Unterstützung des Vorhabens. Als Gründe wurden meist Datenschutzbedenken, fehlende Personalkapazitäten zur Durchführung von Befragungen und Anonymisierung der vorhandenen Datensätze und das Vorliegen der Dokumentation in einer für die Verarbeitung unzureichenden Form genannt. Einige Einrichtungen gaben an, Vorhaben wie das angefragte nach Umstellung der eigenen IT-Infrastruktur oder bei entsprechender Unterstützung in der Datenerfassung zukünftig gegebenenfalls unterstützen zu wollen.

Da auf Basis der erhaltenen Rückmeldungen die Verwendung von Felddaten und die Durchführung von Befragungen nicht länger zielführend umsetzbar erschien, wurde die Vorgehensweise anschließend neu ausgerichtet. Für die Weiterarbeit wurde stattdessen ein Literatur-basierter Ansatz, unter Herausarbeitung von dessen Vorteilen, ausgewählt. Zu diesem Zwecke wurde das von diversen Expert*innen deutscher veterinärmedizinischer Universitäten erstellte Handbuch Pferdepraxis [Br16] herangezogen. Die in Textform vorliegenden Informationen mussten folgend in eine geeignete, durch Algorithmen möglichst fehler- und verlustfrei verarbeitbare Form überführt werden. Aus ebendem Grund der Fehler- und Verlustfreiheit wurde auf die Verwendung eines automatischen Textextraktionstools verzichtet und stattdessen eine manuelle Extraktion von für relevant befundenen Daten durchgeführt. Zu letzteren zählten neben dem Namen der Krankheit insbesondere Leit- und weitere Symptome, falls anwendbar eine minimale Symptomdauer für die Möglichkeit des Vorliegens z.B. einer chronischen Krankheit und Prädestinationen bestimmter Geschlechts-, Alters- oder Rassegruppierungen. Auf diesem Wege wurden 136 Krankheiten verschiedener Auftretenshäufigkeiten für die Weiterverarbeitung extrahiert.

4.4 Datenanalyse

Die eben beschriebenen Datensätze stellen in ihrem logischen Kontext verknüpfte WENN-DANN Regeln dar, welche häufig in Expertensystemen verwendet werden (vgl. [SS08], [SRN17]). Beispielsweise kann folgende Aussage getroffen werden: „WENN das Pferd Husten zeigt UND/ODER das Pferd Leistungsminderung zeigt UND/ODER das Pferd Atembeschwerden zeigt UND/ODER das Pferd Atemgeräusche zeigt UND/ODER ... UND die Symptome seit mindestens 6 Wochen bestehen, DANN sollte als Diagnose eine

Chronisch obstruktive Bronchitis in Betracht gezogen werden.“ Es ist zu beachten, dass es sich bei diesen Angaben naturgemäß nicht um abschließende GENAU-DANN-WENN-Aussagen handeln kann, da einerseits gleiche Symptome bei verschiedenen Krankheiten auftreten können und andererseits nicht alle Symptome bei jedem Krankheitsfall auftreten müssen. Da aufgrund dieser Einschränkungen mehrere passende Verdachtsdiagnosen existieren können, musste eine Möglichkeit gefunden werden, diese der Wahrscheinlichkeit des Zutreffens nach zu sortieren. Dazu wurden mehrere Bepunktungssysteme für die Wahrscheinlichkeit des Zutreffens einer Diagnose getestet. Der als am besten bewertete Ansatz (für das Bewertungsverfahren siehe dem folgenden Abschnitt 4.5) addiert dabei auf die Wertung jeder Diagnose pro aufgetretenem Leitsymptom 10 Punkte und pro aufgetretenem weiteren Symptom 5 Punkte. Wurde durch den*die Nutzer*in ein Gesundheitsindikator eingegeben, der keinen Zusammenhang zur Krankheit aufweist, werden hierfür jeweils 5 Punkte abgezogen. Die Zahlen von 5 und 10 Punkten wurden gewählt, um einen deutlichen Unterschied in der Gewichtung der einbezogenen Informationen schaffen zu können, gleichzeitig jedoch Spielraum für zukünftige Erweiterungen des Algorithmus um geringgradiger relevante und damit geringer bewertete Aspekte zu schaffen.

Durch die Subtraktion von Punkten bei Nichtverknüpfung von Symptomen können differentialdiagnostisch deutlichere Unterschiede ausgemacht werden, als bei einer ausschließlichen Abbildung der Punktzahlen verknüpfter Symptome. Zusätzlich zur symptomatischen Betrachtung wurden auch weitere Informationen über das betreffende Pferd miteinbezogen. So werden beispielsweise jeweils 10 Punkte zur Wertung einer Diagnose addiert, wenn das Pferd zu einer Rasse gehört, für die dieses Krankheitsbild typisch ist. Da aufgrund diverser Rassenvermischungen in modernen Pferdezüchtungen rassespezifische Merkmale immer weiter an Bedeutung verlieren, wird mithilfe einer Addition des gleichen Wertes wie im Fall eines Leitsymptoms einer erhöhten Wahrscheinlichkeit Rechnung getragen. Liegt das Alter des Pferdes nicht in der für eine Diagnose typischen Altersspanne, werden 10 Punkte subtrahiert, um die verringerte Wahrscheinlichkeit des Krankheitsbildes abzubilden. Ebenso wird bei Vorliegen eines für die Krankheit untypischen Geschlechtsverfahren. Existieren Krankheiten nur bei konkreten Geschlechtern, werden diese für andere Merkmalsausprägungen vollkommen ausgeschlossen. Gleiches gilt für die erfasste Mindestdauer des Vorliegens der Gesundheitsindikatoren (siehe Abb. 1).

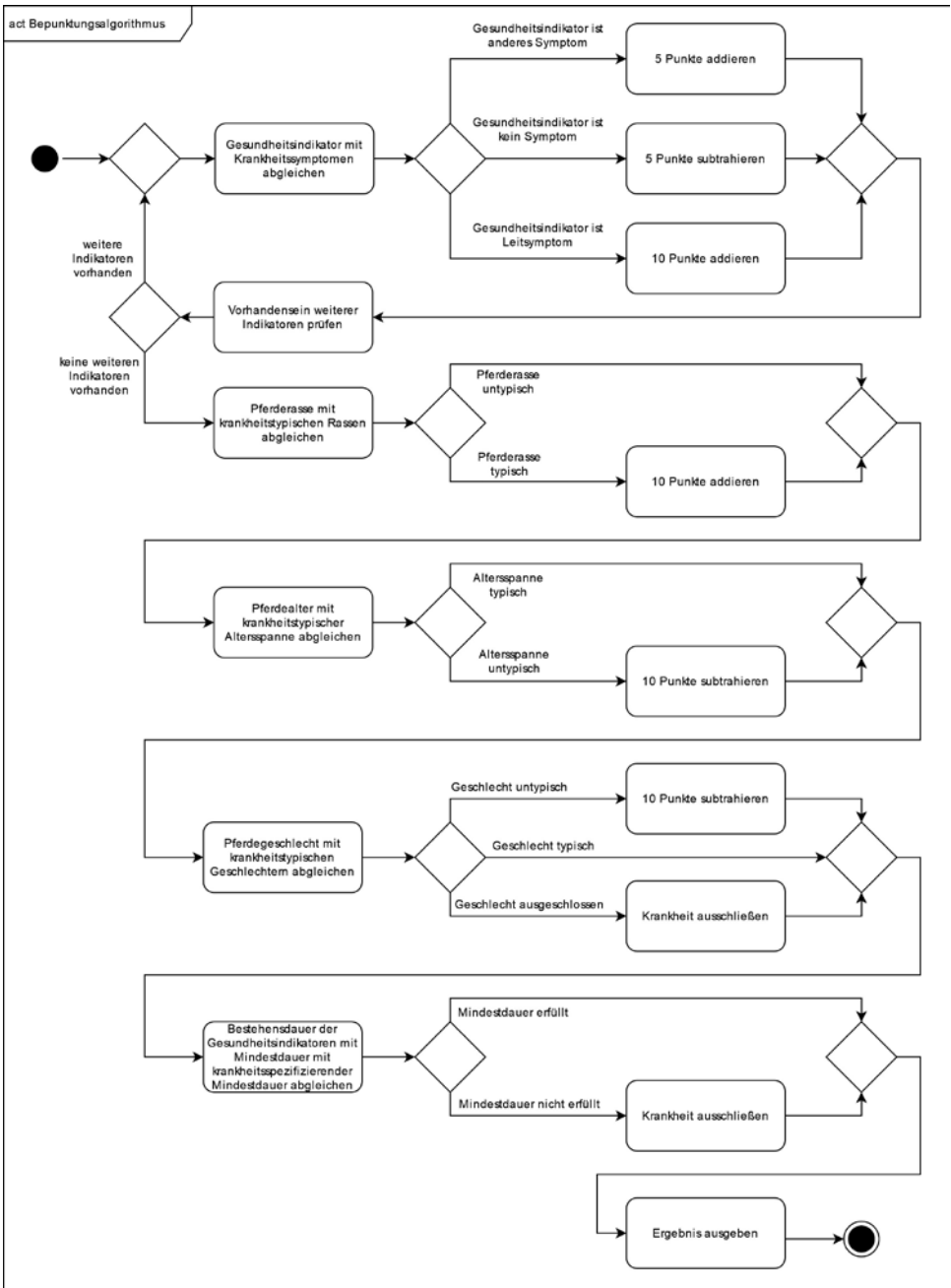


Abb. 1: Flussdiagramm des Bepunktungsalgorithmus zur Auswertung eingetragener Gesundheitsindikatoren

4.5 Systemgenauigkeit

Für die Untersuchung und den Vergleich der getesteten Auswertungsverfahren wurde das Testverfahren mit Vignetten unter Laborbedingungen, wie beispielsweise von Gilbert et al. [Gi20] beschrieben, ausgewählt. Der Vorteil des Verfahrens besteht darin, dass reproduzierbare Testergebnisse erzeugt und verschiedene Eingabevarianten simuliert werden können. Jede der Testvignetten enthält dabei die betrachteten Pferdeinformationen, alle Symptome in unsortierter Reihenfolge und die korrekte Diagnose für den jeweiligen Fall. Es soll so überprüft werden, ob der genutzte Algorithmus aus allen aufgrund der WENN-DANN Regeln in Frage kommenden Krankheiten die korrekte Diagnose als die wahrscheinlichste ermitteln kann. Gemeinsam mit einer Fachtierärztin für Pferde wurden 11 explorative Testvignetten entwickelt, deren Diagnosen in der verwendeten Datenbank enthalten waren. Die Ergebnisse der überprüften Algorithmen wurden in drei Kategorien unterteilt:

1. Die korrekte Diagnose wurde als wahrscheinlichste Diagnose ermittelt.
2. Die korrekte Diagnose wurde als eine der fünf wahrscheinlichsten Diagnosen ermittelt.
3. Die korrekte Diagnose wurde nicht als eine der fünf wahrscheinlichsten Diagnosen ermittelt.

Bei einer Eingabe aller in der jeweiligen Testvignette enthaltenen Symptome zeigte der gewählte Auswertungsalgorithmus ein sehr gutes Ergebnis von 100% Auswertungen in der Kategorie 2. Rund 90% davon in Kategorie 1.

Es muss jedoch davon ausgegangen werden, dass reale Nutzer*innen nicht alle Krankheitsanzeichen ihres Pferdes erkennen würden. Aus diesem Grund wurde der Test erweitert und um jede Variante der Eingabe (nur eines der Symptome, zwei der Symptome, drei der Symptome, ...) ergänzt. Jede dieser Eingabevarianten wurde erneut dem Algorithmus zur Auswertung eingegeben. Unter diesen Bedingungen ermittelte der beste Algorithmus in 61% der Fälle ein Ergebnis der Kategorie 1. In 84% lag das Auswertungsergebnis in Kategorie 2. Die so ermittelte Genauigkeit kommt der einer realen Auswertung aufgrund der Unvollständigkeit vieler Eingaben deutlich näher (Auswertung durch den entwickelten Prototyp siehe Abbildung Abb. 2).

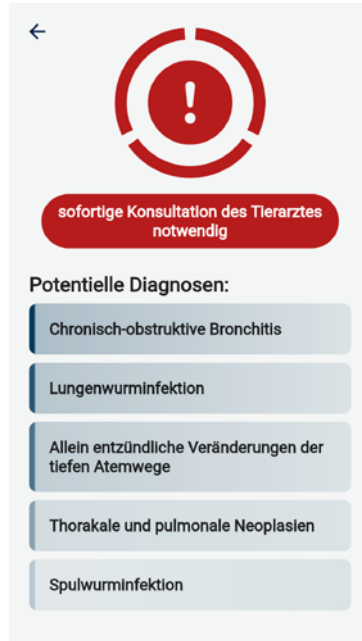


Abb. 2: Auswertung einer Nutzer*inneneingabe durch den entwickelten Prototyp

Das erzielte Ergebnis muss dabei dennoch unter Berücksichtigung verschiedener Rahmenbedingungen betrachtet werden. So handelte es sich bei dem genutzten Vignettensatz um eine sehr kleine Auswahl an Testfällen, die unter Umständen zufällig eine sehr aussagekräftige oder einzigartige Symptomatik zeigen können. Parallel dazu enthielt die Datenbank zum Zeitpunkt der Durchführung der explorativen Tests wie bereits beschrieben 136 Krankheiten. Unter Umständen waren in Frage kommende Differentialdiagnosen darin nicht abgebildet und erleichterten damit dem Algorithmus die Auswahl der korrekten Diagnose.

5 Fazit und Ausblick

Im Rahmen der Untersuchung der Anwendung zur Ermittlung von Verdachtsdiagnosen für Pferde und Unterstützung der Pferdehalter*innen bei einer Entscheidung über den Zeitpunkt des Hinzuziehens von Tierärzt*innen (Triage) zeigte sich, dass für Fachexpert*innen insbesondere die Aufklärung über die Grenzen eines solchen Softwareprodukts gegenüber den Nutzer*innen relevant ist. Risiken der Nutzung einer entsprechenden Anwendung und passende Maßnahmen zur Risikobeherrschung wurden definiert. Es ist bei der Umsetzung

der Maßnahmen zu beachten, dass sich die befragten Tierärzt*innen die ausschließlich textuell beschriebene Softwarelösung möglicherweise anders vorgestellt haben können, als intendiert war. Eine Validierung der ermittelten Risiken und Risikobeherrschungsmaßnahmen anhand einer umgesetzten Reallösung kann daher sinnvoll sein. Die Verfügbarkeit von Datensätzen aus dem Feld als Grundlage der Forschung an dem pferdemedizinischen System stellte sich während der Recherche als wenig zufriedenstellend dar. Mithilfe des in Folge dessen gewählten Literatur-basierten Datensatzes konnten in einem explorativen Testlauf dennoch gute erste Resultate der Auswertung von Krankheitssymptomen erzielt werden. Diese gilt es zukünftig auch in einem größeren Rahmen, zum einen hinsichtlich der Testfälle, zum anderen hinsichtlich des Umfangs enthaltener Krankheiten, zu verifizieren. Der verwendete rudimentäre Algorithmus sollte dahingehend weiterentwickelt werden, dass er auch den prozentualen Anteil vorliegender Symptome einer Krankheit miteinbezieht. So können auch Krankheiten mit einer geringen Anzahl charakterisierender Symptome sinnvoll abgebildet werden. Auch das Vorliegen mehrerer Krankheitsbilder parallel sollte zukünftig bei der Auswertung in Betracht gezogen werden. Es ist zu überprüfen, ob eine linear steigende Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen einer Krankheit realistisch ist, oder ob beispielsweise ein exponentieller Ansatz gewählt werden muss. Bei einer signifikanten Erhöhung der im System gespeicherten Krankheitsbilder sollte zudem über eine sinnvolle Unterscheidung zwischen selten und häufig auftretenden Krankheiten nachgedacht und ein zielführendes differentialdiagnostisches Vorgehen festgelegt werden. Dazu sollte auch eine Erweiterung der zugrundeliegenden Datensätze von ausschließlich Literatur-basierten Daten hin zu vielfältigeren, heterogenen Datenquellen mit einer geeigneten algorithmischen Verknüpfung in Betracht gezogen werden. Ein besonderer Fokus sollte zukünftig auch auf die Verfeinerung der durch das System durchgeführten Triage gelegt werden. Mithilfe der oben beschriebenen Dringlichkeitsermittlung kann anhand von Notfallsymptomen und -krankheiten zunächst weitgehend sichergestellt werden, dass Fälle keine zu geringgradige Einstufung erfahren. Eine weiterführende Prozessoptimierung mit zusätzlichen von den Nutzer*innen abgefragten Informationen kann jedoch noch eine deutlich präzisere Einstufung ermöglichen.

Durch ein System wie das beschriebene könnte eine Unterstützung für Pferdehalter*innen und Tierärzt*innen bereitgestellt werden, die potenziell in der Lage ist, die Leidensdauer der Pferde bis zur Diagnosestellung und Behandlung, auch in Fällen seltener Krankheitsbilder, zu verkürzen. Neben einer emotionalen und finanziellen Entlastung für die Pferdebesitzer*innen kann gegebenenfalls auch ein Beitrag zur Entlastung der Veterinärmediziner*innen geleistet werden, indem die Patientenbetreuenden gezielte Vorinformation erfahren und in der Einzelfallpriorisierung unterstützt werden. Der entwickelte Prototyp zeigt vielversprechende Ansätze zur Umsetzung dieser Vorteile, wenngleich weitere Entwicklungsschritte und Untersuchungen notwendig sind, um eine abschließende Aussage treffen zu können.

Literaturverzeichnis

- [AQR15] Ahmad, P; Qamar, S.; Rizvi, S. Q. A.: Techniques of Data Mining in Healthcare: A Review. *International Journal of Computer Applications* 120(15), S. 38–50, 2015.
- [Br16] Brehm, W.; Gehlen, H.; Ohnesorge, B.; Wehrend, A.: *Handbuch Pferdepraxis*, 4. Auflage, Thieme, 2016.
- [Bu20a] Bundestierärztekammer e.V.: Statistik 2019: Tierärzteschaft in der Bundesrepublik Deutschland. *Deutsches Tierärzteblatt* 07/20, S. 860-870, 2020.
- [Bu20b] Bundesverband praktizierender Tierärzte e.V.: Telemedizin und Künstliche Intelligenz - Chancen der Digitalisierung nutzen. *Jahresbericht 2020*, 1:28, 2020.
- [Ca20] Caballé, N.; Castillo-Sequera, J; Gómez-Pulido, J; Gómez-Pulido, J; Polo-Luque, M.: Machine Learning Applied to Diagnosis of Human Diseases: A Systematic Review. *Applied Sciences* 10(15), 5135, 2020.
- [De20] Der Einzug der Telemedizin in die Tiermedizin, <https://bundangestelltertieraerzte.de/der-einzug-der-telemedizin-in-die-tiermedizin/>, Stand 10.06.2021.
- [FP17] Fatima, M.; Pasha, M.: Survey of Machine Learning Algorithms for Disease Diagnostics. *Journal of Intelligent Learning Systems and Applications* 9(1), S.1–16, 2017.
- [Gi20] Gilbert, S.; Mehl, A.; Baluch, A.; Cawley, C.; Challiner, J.; Fraser, H.; Millen, E.; Montazeri, M.; Multmeier, J.; Pick, F.; Richter, C.; Türk, E.; Upadhyay, S.; Virani, V.; Vona, N.; Wicks, P.; Novorol, C.: How accurate are digital symptom assessment apps for suggesting conditions und urgency advice? A clinical vignettes comparison to GPs. *BMJ Open* 10(12), e040269, 2020.
- [Ha10] Harrach, H.: *Risiko-Assessments für Datenqualität*, 1. Auflage, Vieweg+Teubner, 2010.
- [Ha18] Hartung, K.: *Auswertung der Equiden-Sektionen im Institut für Veterinär-Pathologie der Universität Leipzig und Dresden von 1890 bis 2013. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doctor medicinae veterinariae (Dr. med. vet.) durch die Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Leipzig*, 2018.
- [Je21] Jedes vierte Pferd in Deutschland leidet an einer Atemwegserkrankung - Boehringer Ingelheim Vetmedica, <https://www.vetmedica.de/atemwege>, Stand: 03.07.2021.
- [KSS19] Kogan, L.; Schoenfeld, R.; Santi, S.: Medical Updates and Appointment Confirmations: Pet Owners' Perceptions of Current Practices and Preferences. *Frontiers in Veterinary Science* 6(80), 2019.
- [Le21] Lexikon :: Tierärztliche Praxis für Pferde :: Dr. med. vet. Inka Kreling, <https://www.tierarzt-inka-kreling.de/lexikon/detail.php?nr=174&rubric=Lexikon>, Stand 03.07.2021.
- [Ma17] Markt für Digital Health mit großem Wachstumspotenzial | Bitkom e.V., <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Markt-fuer-Digital-Health-mit-groessem-Wachstumspotenzial.html>, Stand: 15.08.2021
- [Ma20] Malpede, B.; Dogan, G.; Moreland, S.; Cheheltani, R.; Fischer, B.; Lee, S.; Leavitt, N.; Doyle, O.; Rigg, J.: AI Algorithms for Disease Detection: Methodological Decisions for Development of Models Validated Through a Clinical, Analytical, and Commercial Lens. *Pharmaceutical Management Science Association Journal*, 08(3), 2020.
- [Mö21] Möllenbeck, S.: Telemedizin in der Tiermedizin. *pan Bocholt*, 1:14–15, 2021.

- [Na18] National Equine Health Survey (NEHS) 2018, <https://www.bluecross.org.uk/sites/default/files/downloads/NEHS-results-2018.pdf>, Stand 24.02.2021.
- [Ni17] Nilashi, M.; Ahmadi, H.; Shahmoradi, L.; Mardani, A.; Ibrahim, O.; Yadegaridehkordi, E.: Knowledge Discovery and Diseases Prediction: A Comparative Study of Machine Learning Techniques. *Journal of Soft Computing and Decision Support Systems* 4(5), S. 8–16, 2017.
- [Pu90] Puppe, F.: Problemlösungsmethoden in Expertensystemen, 1. Auflage, Springer, 1990.
- [Qi16] Qin, H.; Xiao, J.; Gao, X.; Wang, H.: Horse-Expert: An Aided expert system for diagnosing horse diseases. *Polish Journal of Veterinary Sciences* 19, S. 907–915, 2016.
- [Si19] Singh, A. K.: A Comparative Study on Disease Classification using Machine Learning Algorithms. In: 2nd International Conference on Advanced Computing and Software Engineering ICACSE-2019, S. 197–202, 2019.
- [SRN17] Styczynski, Z.; Rudion, K.; Naumann, A.: Einführung in Expertensysteme, 1. Auflage, Springer Vieweg, 2017.
- [SS08] Spreckelsen, C.; Spitzer, K.: Wissensbasen und Expertensysteme in der Medizin, 1. Auflage, Vieweg+Teubner, 2008.
- [Su18] Sunny, A. D.; Kulshreshtha, S.; Singh, S.; Srinabh, M. B.; Sarojadevi H.: Disease Diagnosis System By Exploring Machine Learning Algorithms. *International Journal of Innovations in Engineering and Technology* 10(2), S. 14–21, 2018.
- [Te20] Telemedizin (II): Netflix-Mentalität der Tierhalter?, <https://www.wir-sind-tierarzt.de/2020/05/telemedizin-iinetflix-mentalitaet-der-tierhalter/>, Stand 10.06.2021.
- [Ti18] Tierärztlicher Notdienst: Arbeitsrechtliche Zeitbombe mit Image-Sprengstoff, <https://www.wir-sind-tierarzt.de/2018/02/tierarzt-notdienst-arbeitszeit/>, Stand 10.06.2021.
- [Tr20] Triage in der Tiermedizin: Ein Blick hinter die Kulissen, <https://www.tierarzt-rueckert.de/blog/details.php?Kunde=1489&Modul=3&ID=21087>, Stand 10.06.2021.
- [Ud19] Uddin, S.; Khan, A.; Hossain, E.; Moni, M. A.: Comparing different supervised machine learning algorithms for disease prediction. *BMC Medical Informatics and Decision Making* 19, 281, 2019.
- [Za21] Zahlen und Fakten aus Pferdesport und Pferdezucht | FN, <https://www.pferd-aktuell.de/deutsche-reiterliche-vereinigung/zahlen--fakten>, Stand: 03.03.2022.