
Aus der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung
(Lehrstuhl für Innere Medizin und Chirurgie der Wiederkäuer: Prof. Dr. W. Klee)
im Zentrum für Klinische Tiermedizin
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Untersuchungen über die Validität der Leberschallperkussion beim Rind

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

von
Marion Ursula Westermeier
aus Rosenheim

München 2010

Gedruckt mit der Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. J. Braun

Referent: Univ.-Prof. Dr. W. Klee

Korreferent: Prof. Dr. Doll

Tag der Promotion: 13. Februar 2010

Meinen Eltern

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS.....	IV
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	VII
I EINLEITUNG	1
II LITERATURÜBERSICHT.....	2
1. ALLGEMEINES ZUR RINDERLEBER.....	2
2. ALLGEMEINES ZUR LEBERSCHALLPERKUSSION	3
2.1. Schall- und Schmerzperkussion der Leber beim Rind.....	6
2.2. Zur Technik der Schall- und Schmerzperkussion der Leber beim Rind.....	9
3. MAßE UND GEWICHTE DER RINDERLEBER	11
4. LEBERERKRANKUNGEN, DIE MIT EINER ORGANVERGRÖßERUNG ODER –VERKLEINERUNG EINHERGEHEN KÖNNEN.....	12
5. SONOGRAPHIE DER RINDERLEBER.....	13
6. LABORDIAGNOSTIK.....	16
III MATERIAL UND METHODEN	18
1. TIERMATERIAL.....	18
2. SCHALL- UND SCHMERZPERKUSSION DER LEBER	19
3. SONOGRAPHIE	21
4. FLÄCHENBERECHNUNG	24
5. EUTHANASIE ODER SCHLACHTUNG DES TIERES.....	24
6. UNTERSUCHUNGEN AN DER LEBER	25
6.1 Histologische Untersuchung	26
6.2 Leberfettbestimmung	26
6.2.1 Anwendung der Schwimmprobe in Kupfersulfat (CuSO_4) zur Bestimmung des Fettgehalts der Leber.....	26
6.2.2 Bestimmung des Gesamtfettgehaltes.....	27
7. LABORDIAGNOSTIK.....	28
8. WEITERE UNTERSUCHUNGEN ZUR LEBERSCHALLPERKUSSION.....	29
8.1 Intraindividuelle Variation bei der Leberschallperkussion.....	29
8.2 Interindividuelle Variation bei der Leberschallperkussion.....	29
9. DATENCODIERUNG.....	30
9.1 Stammdaten.....	30
9.2 Leberschmerzperkussion	31
9.3 Pathologische Untersuchung	31
9.4 Sonographische Untersuchung.....	32

9.5	Leberfettbestimmung	32
10.	BESTIMMUNG DER VALIDITÄT DER PERKUSSIONSERGEBNISSE ANHAND VON GRÖßENANGABEN DER LEBER AUS DER LITERATUR.....	33
11.	STATISTIK	33
IV	ERGEBNISSE	35
1.	LEBERSCHALLPERKUSSION, ABSOLUTE UND RELATIVE GRÖßEN UND ZUSAMMENHÄNGE ZWISCHEN DEN EINZELNEN MESSWERTEN	35
2.	KORRELATIONEN ZWISCHEN DEN PER PERKUSSION ERMITTELTEN PARAMETERN UND DEN STAMMDATEN	38
2.1	Korrelationen zwischen den bei der Sektion ermittelten Leberdaten und den Stammdaten	43
2.2	Korrelationen einiger ausgewählter Stammdaten miteinander	45
3.	KORRELATIONEN ZWISCHEN DEN PERKUTIERTEN BREITEN, DEN AM PC ERMITTELTEN FLÄCHEN, UND DEN IN DER SEKTION ERMITTELTEN LEBERDATEN	46
3.1	Vergleich zwischen den per Perkussion und Sonographie ermittelten Parametern	50
3.2	Korrelationen zwischen den per Sonographie ermittelten Parametern und den Stammdaten	53
3.3	Korrelationen zwischen den per Sonographie erhobenen Breiten, den am PC ermittelten Flächen und den bei der Sektion ermittelten Lebergrößen	57
4.	KORRELATIONEN ZWISCHEN WEITEREN SONOGRAPHISCH BESTIMMTEN WERTEN UND EINIGEN AUSGEWÄHLTEN LEBERMAßEN	60
4.1	Korrelationen zwischen dem per Sonographie ermittelten Leberwinkel und einigen ausgewählten Lebermaßen	65
5.	BEI DER SEKTION BESTIMMTE PARAMETER UND FETTBESTIMMUNG DER LEBER	67
5.1	Bei der Sektion bestimmte Parameter	67
5.2	Ergebnisse der Leberfettbestimmung nach Soxhlet sowie mittels Schwimmprobe in CuSO ₄ , Bestimmung der p-Werte	69
6.	KORRELATIONEN ZWISCHEN LABORWERTEN UND PER PERKUSSION UND ULTRASCHALL ERMITTELTEN PARAMETEREN SOWIE EINIGEN BESTIMMTEN LEBERMAßEN	70
7.	LEBERSCHMERZPERKUSSION	73
8.	REGRESSIONSBERECHNUNGEN	73
9.	MESSGENAUIGKEIT IN ABHÄNGIGKEIT VON DER LAUFENDEN NUMMER.....	75
10.	BESTIMMUNG DER VALIDITÄT DER PERKUSSIONSERGEBNISSE ANHAND VON GRÖßENANGABEN DER LEBER AUS DER LITERATUR.....	76
11.	INTRAINDIVIDUELLE VARIATION BEI DEN ERGEBNISSEN DER PERKUSSION	78
12.	INTERINDIVIDUELLE VARIATION BEI DEN ERGEBNISSEN DER PERKUSSION	81
V	DISKUSSION	84
1.	METHODENKRITIK	84
1.1	Stichprobengröße	84

1.2	Untersuchung der intraindividuellen Variation bei der Befunderhebung	85
1.3	Untersuchung der interindividuellen Variation bei der Befunderhebung	87
2.	DATENERHEBUNG UND -AUSWERTUNG	88
2.1	Perkussion	88
2.2	Sonographie	91
2.3	Pathologie	92
2.4	Flächenberechnung.....	93
2.5	Labor	94
3.	STATISTIK	95
3.1	Korrelationen	95
3.2	Regressionen.....	95
4.	PRAXISRELEVANZ	96
5.	SCHLUSSFOLGERUNG	97
VI	ZUSAMMENFASSUNG	98
VII	SUMMARY	101
VIII	LITERATURVERZEICHNIS.....	103
IX	ANHANG	109
1.	DANKSAGUNG.....	109

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AB	Allgemeinbefinden
AbKaGr 15	Abstand kaudale Grenze 15 cm ventral der Querfortsätze
AbKaGr 30	Abstand kaudale Grenze 30 cm ventral der Querfortsätze
AbKaGr direkt	Abstand kaudale Grenze direkt unterhalb der Querfortsätze
AbKaGrLot 15	Abstand der kaudalen Grenze zum Lot 15 cm ventral der Querfortsätze
AbKaGrLot 30	Abstand der kaudalen Grenze zum Lot 30 cm ventral der Querfortsätze
AbKaGrLot direkt	Abstand der kaudalen Grenze zum Lot direkt ventral der Querfortsätze
AbKaGrMed	Abstand der kaudalen Grenze zur Medianen
AbKrGr 15	Abstand kraniale Grenze 15 cm ventral der Querfortsätze
AbKrGr 30	Abstand kraniale Grenze 30 cm ventral der Querfortsätze
AbKrGr direkt	Abstand kraniale Grenze direkt unterhalb der Querfortsätze
AbKrGrLot 15	Abstand der kranialen Grenze zum Lot 15 cm ventral der Querfortsätze
AbKrGrLot 30	Abstand der kranialen Grenze zum Lot 30 cm ventral der Querfortsätze
AbKrGrLot direkt	Abstand der kranialen Grenze zum Lot direkt ventral der Querfortsätze
AbKrGrMed	Abstand der kranialen Grenze zur Medianen
ABwVCC	Abstand zur Bauchwand der Vena cava caudalis
ABwVP	Abstand zur Bauchwand der Vena portae
adj. R ²	korrigiertes R ² (adjusted)
ALT	Alanin-Amino-Transferase
Aqua dest	destilliertes Wasser
AST	Aspartat-Amino-Transferase
BCS	Body-Condition-Score

CT	Computertomographie
DBVCC	Dorsale Begrenzung der Vena cava caudalis in Abhängigkeit zur Medianen
DBVP	Dorsale Begrenzung der Vena portae in Abhängigkeit zur Medianen
DLB	Dorsale Leberbegrenzung in Abhängigkeit zur Medianen
FFS	freie Fettsäuren
GB	Gesamtbilirubin
GLDH	Glutamat-Dehydrogenase
IKR	Zwischenrippenraum (Interkostalraum)
KM	Körpermasse
KrAbLot 15	Kranialer Abstand zum Lot 15 cm ventral der Querfortsätze
KrAbLot 30	Kranialer Abstand zum Lot 30 cm ventral der Querfortsätze
KrAbLot direkt	Kranialer Abstand zum Lot direkt ventral der Querfortsätze
LBd	Breite des Lobus dexter
LBq	Breite des Lobus quadratus
LBs	Breite des Lobus sinister
LfdNr.	Laufende Nummer
LFGB	Lebensmittel-; Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuch
LM	Lebermasse
LWQFS	Lendenwirbelquerfortsätze
Max	Maximum
Min	Minimum
MW	Mittelwert
n	Stichprobengröße

o.b.B	ohne besonderen Befund
OCT	Ornithin-Carbamyl-Transferase
OP	Operationssaal
P	Perkussion
QFS	Querfortsätze
QVCC	Durchmesser der Vena cava caudalis
QVP	Durchmesser der Vena portae
S	Sonographie
SDH	Sorbit-Dehydrogenase
Sono	Sonographie
Stabw	Standardabweichung
Summe_BLB	Summe der Breiten der Lobus dexter, sinister und quadratus der Leber
UV	Ultraviolett
VCC	Vena cava caudalis
VK	Variationskoeffizient
VLB	Ventrale Leberbegrenzung in Abhängigkeit zur Medianen
VP	Vena portae
γ GT	Gamma-Glutamyltransferase

I Einleitung

Sowohl in der Buiatrik als auch in der Physiologie des Rindes spielt das Organ Leber eine herausragende Rolle. Erkrankungen der Leber sind gerade bei der Hochleistungskuh keine Seltenheit und führen häufig sogar zum Abgang der Tiere. Da Lebererkrankungen oft auch mit einer Vergrößerung des Organs einhergehen, ist es mitunter diagnostisch wertvoll, diese bei der Untersuchung des Tieres zu erkennen.

Am lebenden Tier stehen für die Untersuchung der Leber verschiedene Methoden wie z.B. die Messung verschiedener Enzymaktivitäten, Ultraschalluntersuchung, Biopsie, etc., zur Verfügung. Eine der ältesten Untersuchungsmethoden ist jedoch die Schallperkussion der Leber. Die Leberschallperkussion ist eine nichtinvasive Methode, die ohne großen Zeit- und Materialaufwand durchzuführen ist. Ihre Anwendung in der Praxis ist allerdings häufig nicht mehr gebräuchlich.

Die vorliegende Arbeit soll zeigen, inwieweit die Leberschallperkussion verlässliche Aussagen über die tatsächliche Größe des Organs erbringen kann, und ob eine Durchführung in der Praxis neben all den heute verfügbaren modernen Untersuchungsmethoden noch zeitgemäß ist.

II Literaturübersicht

1. Allgemeines zur Rinderleber

Die Leber ist das zentrale Stoffwechselorgan des Körpers, in dem zahlreiche Synthese- und Umbauvorgänge ablaufen. Ihre wichtigsten Aufgaben erfüllt sie im Eiweiß-, Fett-, Kohlenhydrat- und Vitaminstoffwechsel, bei Bildung und Sekretion der Galle sowie bei Entgiftung und Ausscheidung körpereigener und körperfremder Stoffe (DIRKSEN, 1990).

Schädigungen des Leberparenchyms kommen laut ROSENBERGER und GRÜNDER (1994) beim Rind am häufigsten im Zusammenhang mit Stoffwechselstörungen, Fütterungsfehlern und daraus entstehenden alimentären Indigestionen und Intoxikationen vor. Bakterielle Infektionskrankheiten, vor allem Darmentzündungen sowie Euter- und Puerperalinfektionen, können auch zu Leberfunktionsstörungen führen. Neben diesen sekundären Leberschädigungen treten solche primärer Art vor allem bei Hochleistungskühen (vorzugsweise) während der Hochträchtigkeit und Laktation auf.

Nach BAUMGARTNER (1999) kommt es bei vielen inneren Erkrankungen der Wiederkäuer zu mehrtägiger Futterverweigerung, wodurch die Leber oft in Mitleidenschaft gezogen wird. Daher ist es die Pflicht des Tierarztes, besonders auf Anzeichen von Leberschäden zu achten.

Die klinische Erkennung von Lebererkrankungen bietet beim Rind gewisse Schwierigkeiten (DIRKSEN, 1990). Selbst bei schwerwiegender Hepatopathie sind mitunter keine kennzeichnenden Symptome, wie Gelbsucht und Erhöhung der Klopfempfindlichkeit des Leberperkussionsfeldes festzustellen. Nach PEARSON und CRAIG (1980) kann jedoch die Leberschmerzperkussion positiv und die Lebergröße verändert sein, noch lange bevor die Leberfunktion beeinträchtigt ist.

Eine mit den üblichen Labormethoden nachweisbare Funktionsstörung kann ausbleiben, solange noch etwa ein Drittel des Leberparenchyms intakt ist, und keine Behinderung des Gallenflusses vorliegt. Deshalb sollten trotz ihrer zum Teil nur geringen Aussagekraft mehrere Prüfungsmethoden herangezogen, und die erhobenen Befunde abschließend in ihrer Gesamtheit bewertet werden (DIRKSEN, 1990).

GRÜNDER (1971) schreibt, dass die Feststellung von Leberschädigungen beim Rind aufgrund des häufig anikterischen Krankheitsverlaufs und der tierartspezifischen

Besonderheiten im Gallefarbstoffwechsel und Serumfermentgehalt erschwert wird. Nach WENNI (1975) ergibt die klinische Untersuchung allenfalls den Verdacht eines Leberschadens.

Die klinische Untersuchung der Leber beginnt mit der Adspektion der Schleimhäute und der unpigmentierten Haut sowie der Skleren auf eventuell vorhandenen Ikterus. Dieser ist beim Rind allerdings erst bei schweren Leberfunktionsstörungen deutlich ausgeprägt. Photosensibilitätsbedingte Hautveränderungen und auffällige Blutungsbereitschaft sind als Hinweise auf einen Leberschaden zu werten. Äußerlich erkennbare Umfangsvermehrungen sind nur bei ungewöhnlicher Größenzunahme der Leber dorsal hinter dem rechten Rippenbogen vorhanden. Die Leberpalpation erfolgt dort durch kräftiges Eindrücken der Bauchwand mit den Fingerspitzen unmittelbar hinter der letzten Rippe (DIRKSEN, 1990).

Nach BEYER (1937) werden zusätzlich die letzten vier Interkostalräume mit den Fingerspitzen palpiert. GRÜNDER (1975) schreibt, dass durch Adspektion, Palpation oder die rektale Untersuchung nur ausnahmsweise Größenveränderungen der Leber feststellbar sind.

2. Allgemeines zur Leberschallperkussion

Bei der klinischen Untersuchung folgt nach Adspektion und Palpation die Perkussion. Die Perkussion stellt eine sehr alte Untersuchungsmethode dar. Nach MCGEE (1995) wurde sie erstmals von Hippokrates beschrieben, auch Galen wandte die Perkussion regelmäßig an, allerdings geriet sie dann aber wieder in Vergessenheit. Den Aufschwung erlangte sie 1761 durch Leopold Auenbrugger, der ein 95-seitiges Manuskript mit den ersten detaillierten Beschreibungen der Brustperkussion beim Menschen herausgab. Zu dieser Zeit wandten Schweizer Tierärzte die Methode bereits zur Erkennung der Cysticerkose am Rinderschädel an. Auenbrugger beschrieb sie jedoch als Meilenstein in der klinischen Diagnostik.

Laut PARRINO (1987) und MCGEE (1995) erlebten erst mit der von Laennec 50 Jahre später eingeführten Auskultation beide Untersuchungsmethoden ihren Aufschwung.

Im frühen 19. Jahrhundert wurde diese Untersuchungsmethode vom Wiener Internisten Josef Skoda auf ihren heutigen Stand der Technik gebracht (PARRINO, 1987; BAUMGARTNER, 1999).

MCGEE (1995) unterscheidet drei verschiedene Arten der Perkussion: die vergleichende Perkussion (z.B. rechter und linker Lungenflügel), die topographische Perkussion, wie die Feststellung der Lebergrenzen, und die auskultatorische Perkussion, zu der auch die Kratz-Auskultation nach HILT (1971) gehört.

Die physikalischen Grundlagen beschreibt BAUMGARTNER (1999) wie folgt: Der Perkussionsschall setzt sich aus drei Grundgeräuschen zusammen, nämlich dem Eigenschall des Plessimeters, dem Eigenschall der Körperwand, und dem Schall der sich darunter befindlichen Strukturen. Die beiden als erstes beschriebenen Geräusche müssen durch Verwendung einwandfreier Perkussionsgeräte so gering wie möglich gehalten werden. Das Wirkungsausmaß des Perkussionsstoßes entspricht einem brusthöhlen-einwärtsgerichteten Kegel mit einer vom Plessimeter bestimmten Fläche, und einer Höhe von 2 bis 7 cm.

Diese Theorie vertreten die Autoren der meisten Textbücher über die Perkussion. Andere Autoren wiederum schreiben dem Entstehen des Perkussionsschalles andere physikalische Grundlagen zu, wie MCGEE (1995) eindrucksvoll beschreibt. Manche Autoren meinen, dass Menge, Verteilung und Spannung der Luft zwischen der Körperdecke und den darunter liegenden Organen für die verschiedenen Schallphänomene verantwortlich sei. Andere schreiben ausschließlich den direkt angrenzenden Strukturen die größte Bedeutung zu. Außerdem gibt es noch die „Cage Resonance Theory“. Diese Theorie proklamiert verschiedene Schallqualitäten, wenn sich auch nur in einem kleinen Bereich einer perkutierten Höhle, auch entfernt von der eigentlichen Perkussionsstelle, ein dichter Körper befindet.

Laut KELLY (1971 b) ist die Perkussion eine physikalische Methode, mittels der Informationen über den Zustand der anliegenden Gewebe, insbesondere der tiefer liegenden Teile, erlangt werden können. Der Wert der Methode beruht auf Schwingungen, die durch den Schlag auf das Gewebe übertragen werden, wodurch je nach Dichtigkeit des Gewebes unterschiedliche Laute entstehen.

BAUMGARTNER (1999) schreibt, dass ein durch Perkussion darstellbarer Körper mindestens kastaniengroß sein muss.

Nach MALKMUS und OPPERMAN, (1949) werden durch das Beklopfen des tierischen Körpers die erschütterten Teile in hörbare Schwingungen versetzt. Der dadurch erzeugte Perkussionsschall ist verschieden, je nach der physikalischen Beschaffenheit der in Schwingung versetzten Teile. Die Unterschiede sind so prägnant, dass man aus dem Klang

des Schalles bestimmte Schlüsse auf die physikalische Beschaffenheit der erschütterten Teile ziehen kann. Bei der Perkussion lassen sich verschiedene Schallarten voneinander unterscheiden: Dumpfer (leerer) Schall entsteht bei der Perkussion völlig luftleerer, massiver Körperteile wie der Leber oder der Muskulatur. Werden dagegen lufthaltige Organe perkutiert, entsteht ein heller Schall, der sich durch Intensität, Dauer und Klangfarbe vom dumpfen Schall unterscheidet. Den hellen Schall kann man noch in den tympanischen Schall und den vollen Schall (Lungenschall) unterteilen. Der tympanische Schall findet sich über normalen Därmen, oder großen luftgefüllten Räumen. Je stärker die Perkussion ausgeführt wird, je dünner die äußere Gewebslage ist, und je größer das Volumen des lufthaltigen Organs darunter ist, umso lauter wird der Schall (MALKMUS und OPPERMANN, 1949).

PARRINO (1987) unterscheidet tympanischen Schall, Resonanz, Hyperresonanz, dumpfen Schall und flachen Schall.

Erst in den letzten Jahren verliert die Perkussion an Wert, da sie immer mehr durch vermeintlich bessere Untersuchungsmethoden wie Ultraschall und Röntgentechnik ersetzt wird. Die Perkussion steht in der Humanmedizin gerade in den letzten zwei Jahrzehnten vermehrt in der Kritik, und wird von vielen Autoren als überflüssig, ungenau, zeitaufwändig, oder gar als unnützlich und nicht aussagekräftig beschrieben, andererseits aber auch als wertvoll, sinnvoll und nicht wegzudenken aus der klinischen Untersuchung (CASTELL et al., 1969; HILT, 1971; PARRINO, 1987; MEIDL und ENDE, 1993; GILBERT, 1994; MCGEE, 1995; ZOLI et al., 1995; JOSHI et al., 2004; KIRK, 2004).

Diverse humanmedizinische Studien aus der Vergangenheit beurteilen die intra-/interindividuelle Variation zwischen verschiedenen Untersuchungen/Untersuchern. Die sich dabei ergebenden erheblichen Variationen der Befunde tragen ebenfalls zur Diskreditierung der Perkussion als sinnvoller Untersuchungsmethode bei (PARRINO, 1987; JOSHI et al., 2004).

2.1. Schall- und Schmerzperkussion der Leber beim Rind

Die Perkussion der Rinderleber ist der Palpation an diagnostischem Wert überlegen (BEYER, 1937).

Für die klinische Untersuchung der Leber beim Wiederkäuer steht nur ein Teil des rechten Leberlappens zur Verfügung, da der übrige Teil von Lunge und Zwerchfell bis zur 11. Rippe überlagert wird. Das normale Perkussionsfeld der Leber liegt in der oberen Hälfte der 11. und 12. Rippe und ergibt eine Breite von drei bis vier Fingern. Die absolute Leberdämpfung kann bei hochträchtigen Tieren mitunter etwas nach kranialwärts verschoben sein. Bei akuten Hepatitiden oder Leberverfettung kann die Leberdämpfung erheblich vergrößert und die Perkussion selbst schmerzhaft sein (JAKSCH und GLAWISCHNIG, 1990 b).

Das normale Leberperkussionsfeld liegt rechts dorsal im Bereich des vorletzten bis letzten Interkostalraumes, wo es an den kaudalen Rand des Lungenperkussionsfeldes anschließt (DIRKSEN, 1990). Laut MAREK und MOCSY (1960) ist die normale Leberdämpfung handtellerbreit, nach BAUMGARTNER (1999) drei bis vier Finger breit. Die vordere Grenze fällt mit dem hinteren Rand der Lungengrenze zusammen, die obere mit der Nierendämpfung (MAREK und MOCSY, 1960). Die hintere Grenze geht im letzten Interkostalraum bogenförmig bis auf Höhe des Sitzbeinhöckers hinab, geht dann in die untere Grenze über, indem sie schräg vor- und abwärts bis an die Buglinie läuft und in die vordere, mit der Lungengrenze zusammenlaufenden Linie verschmilzt. Physiologische Schwankungen der Leberdämpfung sind häufig, da ihre Ausdehnung durch den Gas- und Füllungszustand der benachbarten Darmschlingen beeinflusst wird (BEYER, 1937).

Laut BEYER (1937) spielen das Alter der Tiere, der Trächtigkeitszustand, Hunger oder Durchfall ebenfalls eine Rolle. Bei stärkerem Gasgehalt der Darmschlingen entsteht ein lauter, tympanischer Schall, besonders nach dem Leberrand zu, wodurch die Leberdämpfung kleiner ausfällt. In jedem Falle aber ragt der Leberrand um einige Zentimeter über den hinteren, unteren Rand der Dämpfung hinaus. Auch durch guten Füllungszustand des Pansens wird die Leber in größerem Umfang an die Rippenwand gedrückt, und das Lungengewebe nach vorne geschoben.

Nach BAUMGARTNER (1999) reicht die Leberdämpfung vom oberen Ende der letzten Rippe bis zum unteren Drittel des 6. Interkostalraums.

Beim erwachsenen Rind gibt es eine gegenüber dem Lungenfeld (voller Lungenschall) und dem dorsalen Eingeweidebereich (subtympischer Schall) meist gut abzugrenzende, drei bis vier Finger breite und knapp handflächengroße vollständige Dämpfung. Diese kann bei Hochträchtigkeit, Aszites und anderen raumfordernden intraabdominalen Prozessen ein bis drei Fingerbreiten nach kranial, bei Patienten mit einem Lungenemphysem dagegen ebenso weit nach kaudal verschoben sein. Eine Vergrößerung des Leberperkussionsfeldes auf fünf Fingerbreiten und mehr ist insbesondere dann als krankhaft anzusehen, wenn sich dieser Bereich auch schmerzperkutorisch als empfindlich erweist (DIRKSEN, 1990).

MAREK und MOCSY (1960) können fast stets eine Leberdämpfung perkutieren, BEYER (1937) kann in 25,8 % der untersuchten Tiere keine Leberdämpfung darstellen.

Laut DIRKSEN (1990) ist bei starker Größenzunahme der Leber mitunter, anstelle der Dämpfung, subtympischer Schall festzustellen, weil der rechte Leberlappen aufgrund seines Gewichtes oder des Zuges der vergrößerten Gallenblase von der Bauchwand abgewichen ist. Der gleiche Perkussionsbefund ergibt sich auch bei unveränderter Leber, wenn diese infolge eines Pneumoperitoneums oder im Verlauf der rechtsseitigen Labmagenverlagerung ebenfalls abblattet. Tiere mit akuten Lebererkrankungen äußern schon oft bei der Schallperkussion, insbesondere aber bei der Schmerzperkussion durch Beklopfen der Lebergegend mit einem schweren Perkussionshammer, erhöhte Klopfempfindlichkeit oder deutlichen Schmerz.

Nach BEYER (1937) und DIRKSEN (1990) soll, um eine Fehlbeurteilung zu vermeiden, durch ein ebenso starkes Beklopfen der gegenüberliegenden Rumpfseite geprüft werden, ob der Patient darauf in gleicher Weise reagiert.

Laut DIRKSEN (1990) liegt bei akuter Entzündung oder Stauung der Gallenblase das Zentrum des Schmerzes etwas kranioventral des Leberperkussionsfeldes, zwischen mittlerem und ventralem Drittel der rippengestützten Bauchwand. Weiter schreibt er, dass die Reaktion auf die Schmerzperkussion bei chronischem Leberleiden meist weniger deutlich oder auch negativ ausfällt. Dies schreibt auch BEYER (1937). Er ergänzt allerdings, dass bei deutlicher Schmerzhaftigkeit der Lebergegend mit größter Wahrscheinlichkeit auch Leberveränderungen vorliegen. Nach GRÜNDER (1975) ergeben sich durch Schall- und Schmerzperkussion nur teilweise diagnostisch verwertbare Anhaltspunkte.

ROSSOW (1962) hält die Leberschall- und Schmerzperkussion nur in Ausnahmefällen diagnostisch verwertbar. Schmerzäußerungen sind oft aufgrund der meist vorliegenden Störung des Allgemeinbefindens nicht erkennbar, andererseits zeigen auch lebergesunde Tiere eine gewisse Klopfempfindlichkeit in der Lebergegend. Durch die sehr von der Pansenfüllung abhängige Lage der Leber ergibt die Schallperkussion ebenfalls keine zuverlässigen Resultate, in vielen Fällen gar Fehlresultate.

Nach BEYER (1937) ist bei gesunden wie auch kranken Lebern bis zu einer Masse von 9 kg nicht immer eine Leberdämpfung nachzuweisen, bei schwereren Lebern ist die Leberdämpfung immer vorhanden. Leichte Erkrankungen des Organs, die ohne oder mit nur geringer Vergrößerung einhergehen, sind mit der Leberschallperkussion nicht feststellbar. Die Lage der Leberdämpfung liegt nicht immer am gedachten Ort. Im Durchschnitt ist die Dämpfung bei kranken Lebern größer als bei gesunden, ebenso deren Gewicht. Allerdings beweist die Verbreiterung der Leberdämpfung nicht, dass das Organ vergrößert ist. Eine kleine Leber kann eine mäßig breite Leberdämpfung haben und umgekehrt.

Eine pathologisch bedingte Verkleinerung der Leberdämpfung ist nach MAREK und MOCSY (1960) jedoch sehr selten.

HECKING (1986) sieht die Leberschall- und Schmerzperkussion als diagnostisch ungeeignet an, da in seinen Untersuchungen bei 55 % der Tiere mit hochgradigen Leberveränderungen das Perkussionsfeld nicht vergrößert war. Nur ein Tier zeigte eine positive Reaktion auf die Schmerzperkussion.

In einem von VLIZLO und LEWTSCHENKO (1992) durchgeführten Versuch gab die Leberschallperkussion bei Mastbullen nur teilweise die tatsächlichen, nach der Schlachtung gefundenen Größenverhältnisse wieder.

Nach KELLY (1971 a) ermöglicht die Perkussion einen gewissen Eindruck von dem Dämpfungsgebiet über der Leber zu erhalten. Dass auf diese Weise eine Lebervergrößerung regelmäßig festgestellt werden kann, hält er allerdings für unwahrscheinlich. Ferner misst er der Perkussion und auch der Palpation über dem Lebergebiet bei der Feststellung des Vorliegens und Ausmaßes von Schmerzzuständen der Leber Bedeutung bei.

2.2. Zur Technik der Schall- und Schmerzperkussion der Leber beim Rind

Zur Durchführung der Perkussion beschreibt BEYER (1937) verschiedene Instrumente. Er unterscheidet leichte, mittelschwere und schwere Perkussionshämmer, wobei er den mittelschweren Hammer mit Daumenführung als am geeignetsten erachtet. Bei den Plessimetern beschreibt er Metall-, Elfenbein-, Holz-, und Hornplessimeter, wobei er das Metallplessimeter bevorzugt. Kritiker sprechen diesem einen zu starken Eigenschall zu. Nach MAREK und MOCSY (1960) sind Horn- oder Kunststoffplessimeter am geeignetsten, da sie sich in den Zwischenrippenräumen leicht anpassen lassen und einen sehr schwachen Eigenschall haben.

In der Human- und Kleintiermedizin wird vor allem die Finger-Fingermethode angewandt wie verschiedene Autoren (PARRINO, 1987; MEIDL und ENDE, 1993; MCGEE, 1995; JAKSCH und GLAWISCHNIG, 1990 a; MALKMUS und OPPERMANN, 1949; KELLY, 1971 b) beschreiben. BEYER (1937), MAREK und MOCSY (1960), sowie BAUMGARTNER (1999) argumentieren, dass nicht die Gerätschaften ausschlaggebend sind, sondern vielmehr, dass der Untersucher stets dieselben Gerätschaften benutzen soll, um so am meisten Sicherheit zu erlangen.

KELLY (1971 b) gibt an, dass der diagnostische Wert der Perkussion bei Großtieren etwas eingeschränkt ist, weil die Organe zu groß sind und das darüber liegende Gewebe in vielen Fällen zu dick ist, um die Grenzen der darunter liegenden Organe oder erkrankten Gebiete zu erkennen - es sei denn, der Untersucher verfügt über große Erfahrung.

Zur Durchführung der Perkussion empfiehlt BEYER (1937) dem Untersucher, sich so zu stellen, dass die perkutierende Hand über der anderen Hand liegt. Die Schläge sollen senkrecht auf die Unterlage auftreffen. Die Stärke der Klopfschläge richtet sich nach der Größe des Tieres und nach der zu untersuchenden Grundlage. Je stärker die Körperwand ist und je tiefer das zu untersuchende Organ liegt, desto kräftiger soll der Schlag sein. Gleichmäßigkeit der einzelnen Schläge ist unbedingt erforderlich. Nach BAUMGARTNER (1999) werden jeweils zwei gleich starke Schläge ausgeführt, bevor man um die Breite des Plessimeters weiterrückt und den Vorgang wiederholt. Auf diese Weise muss die ganze in Betracht kommende Gegend in parallelen Linien perkutiert werden.

Die Autoren BEYER (1937), MALKMUS und OPPERMANN (1949) , MAREK und MOCSY (1960), STÖBER (1990) sowie BAUMGARTNER (1999) bevorzugen die

Durchführung der Perkussion in ruhigen geschlossenen Räumen, da sich dort die verschiedenen Schallqualitäten durch die Resonanz der Wände und der Decke sehr deutlich unterscheiden lassen, und sich somit deutlich bessere Ergebnisse als bei der Perkussion im Freien erzielen lassen.

Sehr eindrücklich beschreibt STÖBER (1990) die Technik der Schallperkussion:

„Das Plessimeter soll nicht breiter sein als die Interkostalräume. Die Beurteilung des Klopfschalles wird erleichtert, wenn der Untersuchende den Mund leicht geöffnet hält. Das Plessimeter muss der Körperwand an der zu untersuchenden Stelle flach und fest angelegt sein. Zur Perkussion wird ein kleiner, leichter Perkussionshammer benutzt, dessen Stiel zwischen Daumen und Zeigefinger ganz locker so gehalten wird, dass er sich schon bei leichtem Schwingen des Handgelenks «spielend» um den von den beiden genannten Fingern gebildeten Halte- und Drehpunkt auf- und ab hämmernd bewegt. Da der Hammer nur lose gehalten wird, schnellt er aufgrund seines elastischen Gummipuffers sofort nach dem Berühren des Plessimeters wieder von diesem zurück, was dem durch die kurze Erschütterung ausgelösten Perkussionsschall erlaubt, sich ungestört zu «entfalten». Der perkutierende Hammer ist stets so zu führen, dass er senkrecht auf das Plessimeter trifft. Übermäßiges, also kräftiges Perkutieren dringt zwar weiter als 7 cm in die Tiefe und bewirkt auch einen laueren Klopfeschall, doch stammt dieser dann nicht von der den Untersucher interessierenden 2 – 3 cm großen Stelle der Körperwand, sondern von einer, der Schlagintensität entsprechenden, größeren Fläche derselben, so dass ein derart erzeugter Perkussionsschall diagnostisch, insbesondere im Übergangsbereich zweier perkutorisch voneinander abzugrenzender Gebiete nicht aussagekräftig ist. Die bei grenzüberschreitender Schallperkussion zu wählende Klopfintensität sollte vielmehr besonders leicht/zart sein (»Schwellenwertperkussion«).

Eine ähnliche Beschreibung der Perkussionstechnik liefert auch KELLY (1997 b). Er misst der Erfahrung des Untersuchers, und dem Benutzen der immer gleichen, hochwertigen Perkussionsinstrumente ebenfalls große Bedeutung bei. Der Autor sieht den Wert der Perkussion als diagnostisches Hilfsmittel beim Großtier allerdings relativ begrenzt.

Weiter schreibt STÖBER (1990): „Sinnvollerweise werden an jeder durch Beklopfen zu prüfenden Stelle drei bis fünf Perkussionsschläge nacheinander ausgeführt. Dabei ist darauf zu achten, dass sie alle in der gleichen Intensität und im selben Abstand erfolgen. So ergibt sich ebenso oft ein Klopfeschall gleicher Lautstärke und Resonanz. Nun wird das Plessimeter

zwischen zwei Perkussionsschlägen um ca. zwei Fingerbreiten versetzt und mit gleicher Schlagintensität im selben Rhythmus weiterperkutiert. Falls ein Unterschied hörbar ist, wird in diesem Bereich mehrmals hin- und her perkutiert, um die genaue Perkussionsschallgrenze zu ermitteln.“

3. Maße und Gewichte der Rinderleber

Die Leber stellt das größte Drüsenorgan des Organismus dar (GRÜNDER, 1975). Nach SPÖRRI (1969) macht das relative Lebergewicht beim Rind 1,1 – 1,5 % des Körpergewichtes aus. Laut KÖNIG und LIEBICH (2005) liegen die Mittelwerte bei Pflanzenfressern bei 1 – 1,5 % des Körpergewichts, bei Jungtieren ist die Leber erheblich schwerer als bei Erwachsenen, ihr Gewicht nimmt im Alter ab. PADBERG (1954) beschreibt Werte zwischen 1,01 und 1,57 % des Körpergewichts. Die absoluten Lebergewichte der von PADBERG (1954) untersuchten Tiere ab 0,75 Jahren liegen zwischen 2200 g und 11650 g. Somit ist das Lebergewicht großen Schwankungen unterworfen.

Nach BUDRAS und WÜNSCHE (2002) hat die Rinderleber bis zum 3. Lebensjahr ihre endgültige Größe erreicht und wiegt danach in Abhängigkeit von Rasse, Alter und Ernährungszustand 4 – 10 kg.

Laut RUBARTH (1967) sind direkte Gewichtsangaben wertlos, da das Gewicht des Organs abhängig von Alter und Nährzustand des Tieres stark variiert. Viel wichtiger ist es, das relative Gewicht in Beziehung zum Körpergewicht zu ermitteln. Hier gibt er für das Rind die Werte 1,03 – 1,54 % an, für das Kalb die Werte 1,2 – 1,5 %

BEYER (1937) beschreibt eine Erhöhung der Lebergewichte bei Erkrankungen der Leber. Bei an Tuberkulose erkrankten Tieren ist das Lebergewicht um durchschnittlich 1,35 kg höher als bei gesunden Tieren. Ähnlich verhält es sich bei mit Leberegeln befallenen Lebern. Hier liegen die Werte im Durchschnitt um 2,42 kg über den Normwerten für gesunde Lebern.

Absolute Lebergewichte sind in der Literatur kaum zu finden. VOLLMERHAUS und ROOS (1999) schreiben: Lebergröße und Lebergewicht zeigen erhebliche Schwankungen. Da die Leber Fett und Glykogen speichert, ist ihr Gewicht bei gutgenährten Tieren größer als bei hungernden oder ausgezehrten. Mit dem Alter der Tiere nimmt das Lebergewicht stets ab.

4. Lebererkrankungen, die mit einer Organvergrößerung oder –verkleinerung einhergehen können

Die Größe der Leber kann durch Atrophie, die Größe einzelner Leberabschnitte sowohl durch Atrophie als auch Hypertrophie und auch Regeneration verändert werden. Diese Erscheinungen treten häufig parallel auf. Die allgemeine Atrophie ist eine regelmäßige Begleiterscheinung von Hungerzuständen und Krankheiten, die mit solchen einhergehen. In ausgeprägten Fällen kann das Lebergewicht sogar bis auf die Hälfte des Ausgangsgewichtes sinken. Bei Zugrundegehen des Leberparenchyms in einem bestimmten Abschnitt kann der dadurch bedingte Parenchymverlust durch Zunahme des Leberparenchyms in den erhalten gebliebenen Leberbezirken durch Hypertrophie oder Hyperplasie wieder ausgeglichen werden. Die Hypertrophie ist ein von der Regeneration nicht strikt abgrenzbarer Vorgang. Die Leber besitzt beachtliche Regenerationsfähigkeit, wobei in der Regel nicht die Hypertrophie zu einer Größenzunahme des Organs führt, sondern die Vermehrung des Bindegewebes dafür ausschlaggebend ist (RUBARTH, 1967).

Nach DIRKSEN (1990) gibt es vier Hauptformen von Lebererkrankungen. Er unterscheidet degenerative Lebererkrankungen, die zu einer diffusen Organveränderung führen, wie Steatose (Fettleber oder auch herdförmige Verfettung), Zirrhose und Amyloidose. Ferner nennt er Leberentzündungen, welche sowohl parenchymatöse als auch interstitielle, zirkumskripte oder auch diffuse Veränderungen hervorrufen können, wie bakterielle Infektionen, Virusinfektionen, Parasiteninvasionen oder auch Mykosen.

Des Weiteren zählt DIRKSEN (1990) Gallengangs- und Gallenblasenerkrankungen und raumfordernde Prozesse, die er als Geschwülste beschreibt (z.B. Leukose, Adenome, Karzinome etc.) zu den vier Hauptformen von Lebererkrankungen

Laut RUBARTH (1967) treten auch Missbildungen der Leber, durch Zirkulationsstörungen, oder durch eine Entzündung der Leberkapsel hervorgerufene Lebererkrankungen häufig auf.

5. Sonographie der Rinderleber

Anhand der Ultraschalluntersuchung können in der Leberdiagnostik sowohl quantitative als auch qualitative Befunde erhoben werden (GROTE, 1992). Die Ultraschalldiagnostik hat in der Tiermedizin einen sehr hohen Stellenwert, da andere bildgebende Verfahren wie Szintigraphie oder CT nur bedingt einsetzbar sind.

Obwohl wegen der Begrenzung der Eindringtiefe beim Großtier nur Teile der Leber dargestellt werden können (GROTE, 1992), erlaubt die Ultraschalluntersuchung der Leber beim Rind zuverlässige Aussagen über deren Ausdehnung und Lage sowie über die Beschaffenheit des Leberparenchyms (BRAUN, 1997). Auch die Lage und die Größe der Gallenblase, die Gallengänge und die Topographie der Gefäße sind beurteilbar. Die Entnahme von Leberbiopsaten, die Punktion der Gallenblase oder abszessverdächtiger Strukturen gestaltet sich unter Ultraschallkontrolle als einfach.

Die eindeutige Diagnostik diverser Lebererkrankungen anhand der Ultraschalluntersuchung, Biopsie- und Aspiratuntersuchungen sind mittlerweile möglich (BRAUN, 1997).

Durchführung der Untersuchung:

Die Untersuchung wird am stehenden Tier durchgeführt. Das Tier wird dazu auf der rechten Seite zwischen der fünften und bis eine Hand breit hinter der letzten Rippe geschoren, am besten jedoch rasiert. Die bestmögliche Ankopplung wird durch Benetzen der Haut mit Alkohol und/oder Auftragen von Kontaktgel erreicht (BRAUN, 1990 und 1997).

Als besonders für die Untersuchung geeignet erachtet BRAUN (1997) die 3,5 MHz-Linearsonde, deren Eindringtiefe in etwa 17 cm beträgt. Für eine dicke Leber eignet sich auch eine 2,5 MHz-Linearsonde. Die Verwendung von Sektor- und Konvexsonden ist ebenfalls möglich. GROTE (1992) benutzt zur Detaildarstellung bestimmter Strukturen einen 5,0 MHz-Scanner, den BRAUN (1997) wegen zu geringer Eindringtiefe ablehnt.

Die Leber wird vom Raum hinter der letzten Rippe bis zum fünften Interkostalraum von kaudal nach kranial, innerhalb des Interkostalraums von dorsal nach ventral untersucht. Die Ausdehnung und die Strukturen der Leber sind am besten in den Interkostalräumen 12, 11 und 10, auf einer Breite von 20 bis 30 cm zu untersuchen. Die Untersuchung der vorderen Interkostalräume ist aufgrund der direkten Nähe zur Haube in diesem Bereich zur Diagnostik von Leberabszessen heranzuziehen. Laut GROTE (1992) ist die Untersuchung der Leber im

11. und 12. Interkostalraum ausreichend, da dort alle zur Diagnosefindung notwendigen Strukturen erreichbar sind.

Normalbefunde:

Das Binnenstrukturmuster der gesunden Leber besteht aus zahlreichen feinen gleichmäßigen Echos, welche die Kontur vollständig ausfüllen. Die Venen erscheinen schwarz, die Wand der Portalvenen ist durch einen echogenen Randsaum charakterisiert. Die Gallengänge sind nur bei Verkalkung oder Gallenstau sichtbar (BRAUN, 1997).

Bestimmung von Lage, Ausdehnung und Größe der Leber und ihrer Gefäße unter besonderer Berücksichtigung der Hepatomegalie:

Die Lage der dorsalen und ventralen Leberbegrenzung wird auf die Mittellinie des Rückens bezogen. Die dorsale Begrenzung wird durch das Messen der Distanz vom dorsalen Leberrand zur Mittellinie des Rückens mit einem Maßband bestimmt. Gleiches geschieht mit der ventralen Leberbegrenzung. Die Ausdehnung wird dann durch Subtraktion der Distanz dorsaler Leberrand zur Mittellinie des Rückens von der Distanz ventraler Leberrand zur Mittellinie des Rückens ermittelt. GROTE (1992) und LAUENER (1993) stellen in ihren Untersuchungen schon eine große interindividuelle Varianz der Leberausdehnung bei gesunden Tieren fest. Somit ist nach LAUENER (1993) der diagnostische Wert dieser Untersuchung in Frage zu stellen.

Nach BRAUN (1990) kann bei einer gemessenen Lebergröße von über 35 cm in einem Interkostalraum von einer Lebervergrößerung ausgegangen werden. Denselben Schluss zieht er, wenn der Abstand der Vena cava caudalis von der Bauchdecke mehr als 15 cm, der Abstand der Vena portae mehr als 13 cm beträgt. In den Untersuchungen von GERBER (1993) stellt diese Abstandsmessung den sinnvollsten Parameter zur Feststellung einer Hepatomegalie dar. LAUENER (1993) misst diesem Parameter nach eigenen Untersuchungen keine Bedeutung bei, da sich die so bestimmte Leberdicke bei den verschieden stark verfetteten Lebern nicht signifikant unterscheidet.

Den Durchmesser der Gefäße kann man an einem bei maximaler Inspiration eingefrorenen Bild direkt bestimmen (BRAUN 1990 und 1997).

Mit Fortschreiten der Trächtigkeit wird der Durchmesser der Vena cava caudalis größer, der Durchmesser der Vena portae kleiner. Verändert sich der Querschnitt der Vena cava caudalis von dreieckig (physiologisch) zu kreisrund, ist dies laut GERBER (1993) und BRAUN (1997)

ein Hinweis auf venösen Überdruck.

Weitere Kriterien für die Größenzunahme der Leber stellen die Abstumpfung und die Abrundung der Leberränder sowie die Zunahme des ventralen Leberwinkels dar. Nach GROTE (1992) und BRAUN (1997) sind Echovergrößerung, Echoabschwächung, Hyperechogenität nahe der Bauchwand, und schlechte oder keine Darstellbarkeit der Gefäße sonographische Kriterien für Leberverfettung und somit auch für deren Größenzunahme.

Im ventralen Bereich der Leber wird der zwischen Facies diaphragmatica und Facies visceralis gebildeten Leberwinkel mit einem Winkelmaß bestimmt. Der mittlere Leberwinkel beträgt 58,0° im 12. Interkostalraum, und 45,9° im 10. Interkostalraum. GERBER (1993) erachtet den Leberwinkel als ein brauchbares Maß zur Diagnostik einer Hepatomegalie. Dies schreibt auch LAUENER (1993). LAUENER (1993) misst den Leberwinkel nicht aus, sondern teilt ihn in vier Formen ein: spitz, rund-keilförmig, rund und plump.

Untersuchungen ergaben, dass Rasse und Alter die oben genannten Parameter nicht beeinflussen, wohl aber Körpergewicht, Widerristhöhe und Milchleistung. Laut GERBER (1993) spielt auch das Alter der Tiere eine Rolle, so dass er für ein- und zweijährige Tiere andere Referenzwerte als für ältere Tiere angibt.

Das Lebergewicht der geschlachteten Tiere korreliert sehr gut mit der sonographisch über den Venen bestimmten Leberdicke (GERBER, 1993; BRAUN, 1997). Je dicker die Leber, umso schwerer ist sie. Die Reproduzierbarkeit und die Zuverlässigkeit der Messwerte sind als sehr gut zu beurteilen. Die Normbereiche schwanken allerdings beträchtlich (BRAUN, 1997).

Nach BRAUN (1997) gibt eine sonographisch vorgenommene Gewichtsschätzung wertvolle Hinweise. Die Berechnung erfolgt anhand folgender Formel:

Errechnete Lebermasse (kg) = -3,97 + 1,036 x gemessene Leberdicke über der Vena cava caudalis

GERBER (1993) beschreibt eine Formel für die relative Leberausdehnung, mit der sich die Leberausdehnung in Relation zur Größe des Tieres setzen lässt. Hier wird die Leberausdehnung in Prozent des halben Bauchumfangs angegeben:

Relative Leberausdehnung = Leberausdehnung / halber Bauchumfang x 100

Leberverfettung:

Häufig gehen diffuse Lebererkrankungen mit einer Gewichts- und Größenzunahme der Leber einher (BRAUN, 1997).

Im Allgemeinen lassen sich fokale, umschriebene Veränderungen in der Leber sonographisch leichter darstellen als diffuse, das ganze Organ betreffende Veränderungen. Hochgradig verfettete Lebern wirken im Ultraschallbild „weißer“ und „unschärfer“ (LAUENER, 1993) als unveränderte Lebern. Somit können auch diese mit Hilfe der Sonographie diagnostiziert werden (GROTE, 1992).

Diffuse Leberschäden verschiedener Genese stellen sich im Ultraschallbild nahezu gleich dar, so dass die Spezifität nicht ausreicht, und für eine genaue Diagnose weitere Untersuchungen herangezogen werden müssen (GROTE, 1992; LAUENER, 1993; BRAUN, 1997). Dazu eignet sich laut GERBER (1993) und LAUENER (1993) besonders die Biopsie, mit anschließender histologischer Untersuchung. Die Labordiagnostik hat laut GERBER (1993) nur begrenzte Aussagekraft.

Indikationen der Lebersonographie beim Rind nach GROTE (1992):

Auffällige Laborbefunde, Ikterus, Aszites, Vergrößerung und/oder Klopfempfindlichkeit des Perkussionsfeldes, Verdacht auf Thrombose der Vena cava caudalis, Herz-/Kreislaufinsuffizienz, Nabelentzündungen, positiver Leberegelnachweis, Fremdkörperverdacht, Ermittlung des optimalen Punktionsortes bei Biopsien.

6. Labordiagnostik

Die Aussagekraft der messbaren Enzyme wird von verschiedenen Autoren sehr unterschiedlich bewertet.

Nach DIRKSEN (1990) haben die überwiegend im Lebergewebe vorkommenden Enzyme (SDH, GLDH, OCT), oder die Enzyme, deren Aktivität vornehmlich bei Cholestase ansteigt (γ GT), die höchste diagnostische Aussagekraft. Diese reagieren oft träge, deshalb ist es sinnvoll, auch weniger leberspezifische, dafür aber empfindlichere Enzyme, wie die AST, zu bestimmen, und andere in Frage kommende Ursprungsorte durch die Einbeziehung weiterer Parameter auszuschließen. DIRKSEN (1990) spricht auch von saisonalen (z.B. peripartaler

Zeitraum) und altersabhängigen Einflüssen, die mitberücksichtigt werden müssen. Die genauen Verhältnisse der verschiedenen Parameter im postpartalen Zeitraum werden von HABTEMARIAM (1998) ausführlich diskutiert. Nach seinen Erkenntnissen erweisen sich für die Fettleberdiagnostik vor allem die Parameter Freie Fettsäuren, Bilirubin und AST als geeignet.

HÖPFNER (1976) misst für die Erkennung von Leberparenchymschäden den Parametern Cholesterin und AST die größte Bedeutung bei, die beiden Parameter ergänzen sich in ihrer diagnostischen Aussage.

Laut HECKING (1986) können ein Anstieg des Gesamtbilirubins und der AST auf eine Leberverfettung hinweisen. Die Bestimmung des Verfettungsgrades ist jedoch nicht möglich.

STÖBER (2002 a) hält folgende Laborparameter zur Leberdiagnostik beim Rind für sinnvoll, und gibt auch die oberen Normgrenzen sowie eine Bewertung der einzelnen Parameter an: Gesamtbilirubin (GB), Gallensäuregesamtkonzentration, Aspartat-Amino-Transferase (AST), Alanin-Amino-Transferase (ALT), Gamma-Glutamyl-Transferase (γ GT), Ornithin-Carbamyl-Transferase (OCT), Sorbit-Dehydrogenase (SDH), Glutamat-Dehydrogenase (GLDH).

Eine ähnliche Auflistung findet man auch bei BAUMGARTNER (1999). Die Bestimmung von Cholesterin, freien Fettsäuren, Gerinnungsfaktoren, der Isozitatdehydrogenase, der Laktatdehydrogenase und der Arginase ist laut DIRKSEN (1990) entbehrlich.

In den Untersuchungen von GROTE (1992) werden die Werte AST, γ GT, GLDH und das Gesamtbilirubin bestimmt. Die erhaltenen Werte vergleicht er anschließend mit den Ergebnissen der Ultraschalluntersuchung und kommt zu dem Ergebnis, dass die Sonographie hinsichtlich der Sensitivität, der Spezifität und der prädiktiven Werte den üblichen Labormethoden (Bestimmung von Gesamtbilirubin, AST, GLDH und γ GT) in der Fettleberdiagnostik überlegen ist.

III Material und Methoden

1. Tiermaterial

Zur Untersuchung gelangen alle Kühe im Patientengut der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung der Ludwig-Maximilians-Universität in Oberschleißheim, die euthanasiert werden und circa zwei Jahre oder älter sind. Klinikeigene Kühe, die im Zuge einer Versuchsreihe geschlachtet werden, kommen ebenfalls zur Untersuchung, bei dem Tierversuch handelt es sich um ein durch die Regierung von Oberbayern genehmigtes Versuchsvorhaben mit dem Aktenzeichen 55.2-1-54-2531-108-05.

Voraussetzungen sind die perkutorische Darstellbarkeit der Leber und das Stehvermögen der Tiere. Tiere, die aufgrund einer vorangegangenen Operation keine physiologischen Druckverhältnisse im Abdomen aufweisen, oder andere abnorme Verhältnisse im Bauchraum aufweisen (z.B. Labmagenverlagerung nach links oder rechts, Blinddarmdilatation etc.), werden von der Untersuchung ausgeschlossen.

Nach dem Stellen der Diagnose und dem Entschluss zur Euthanasie wird der Brustumfang mit einem Maßband auf halber Höhe des 12. Interkostalraums, das Stockmaß auf Höhe des Ellbogens, und der Ernährungszustand des Tieres nach EDMONSON et al. (1989) (Body-Condition-Score) ermittelt.

Das Körpergewicht wird mittels einer Viehwaage bestimmt.

Vor der Euthanasie wird eine Blutprobe genommen, und im klinikeigenen Labor werden die in Kapitel III 7 genannten Laborwerte bestimmt.

Weitere für die Arbeit relevante Parameter wie Milchleistung, Laktationsnummer und Reproduktionsphase werden im Vorbericht erhoben.

2. Schall- und Schmerzperkussion der Leber

Die Schall- und Schmerzperkussion der Leber findet in einem der Operationssäle oder in einem adäquaten geschlossenen Raum statt, da dort die für die Perkussion nötige Ruhe herrscht, der Perkussionsschall am besten hörbar ist und nur dort die anschließende Ultraschalluntersuchung der Leber durchgeführt werden kann. Um den Schutz der Gerätschaften zu gewähren, wird das Tier in einen Zwangsstand verbracht und dort mittels Kopfhalter fixiert.

Die Untersuchung erfolgt nach STÖBER (1990).

Perkutiert wird stets mit denselben Utensilien. Hier kommen ein s-förmig geschwungenes Metallplessimeter und ein mittelschwerer, gummigepufferter Perkussionshammer zur Anwendung. Die Schmerzperkussion erfolgt durch Beklopfen der Leberregion mit einem schweren Untersuchungshammer (siehe Abbildung 1).

Vor der Schall- und Schmerzperkussion wird das Tier an der rechten Brustwand großflächig geschoren, da dies für die spätere Ultraschalluntersuchung unumgänglich ist, und die Markierung der ermittelten Lebergrenzen am Tier erleichtert.

Desweiteren werden Stockmaß, Brustumfang und BCS ermittelt. Das Tier kann sich in diesen Minuten an die Situation im Zwangsstand, an das ungewohnte Umfeld und an die Manipulationen gewöhnen.

Die Leberschmerzperkussion erfolgt durch mäßig kräftige Schläge. Beginnend in einem vermutlich nicht klopfempfindlichen Bereich (Mitte der Hungergrube), wird das Tier mit den folgenden Doppelschlägen vertraut gemacht. So nähert man sich mit gleichbleibender Klopfintensität dem Leberfeld. Zwischen den Doppelschlägen, (der erste wird mit geringerer Kraft geschlagen) lässt man dem Tier zwei bis drei Sekunden Zeit, auf die Schläge zu reagieren. Die Schmerzperkussion ist als positiv zu bewerten, wenn das Tier mit Stöhnen, Schlagen, Stoßen, zur Seite treten, verstärktem Ausatmen, Trippeln, Unruhe oder anderen Unmutsbezeugungen reagiert.



Abbildung 1: Perkussionsutensilien, a: mittelschwerer gummigepuffter Perkussionshammer, b: s-förmig geschwungenes Metallplessimeter, c: schwerer Untersuchungshammer

Die Leber kann nach DIRKSEN (1990) bei raumfordernden intraabdominalen Prozessen, Aszites und Hochträchtigkeit ein bis drei Fingerbreiten nach kranial, bei einem Lungenemphysem eben soweit nach kaudal verschoben sein. Deshalb wird die ermittelte Leberdämpfung in Bezug zu den Rippen 10 bis 13 gesetzt.

Da die Leber auf einer Länge von ca. 20 - 30 cm zu perkutieren ist, werden die Lebergrenzen eben auf dieser Länge durch die in Kapitel II 2 beschriebene Perkussionsmethode ermittelt, mit einem handelsüblichen Kajal-Stift am Tier markiert und miteinander verbunden. So ergeben sich eine kraniale und eine kaudale Lebergrenze. Mit einem Maßband wird die Breite des Perkussionsfeldes direkt unterhalb der Wirbelquerfortsätze, sowie 15 cm und 30 cm ventral davon ermittelt. Durch Palpation wird das kaudale Ende des Schulterblattes ertastet und dort ein Klebeband senkrecht im Lot angebracht. Der Abstand der kranialen und der kaudalen Lebergrenzen zum Klebeband wird ebenfalls direkt unterhalb der Querfortsätze, 15 und 30 cm ventral davon gemessen. Bei der Messung wird darauf geachtet, dass das Tier ruhig steht, und beide Vorderbeine gleichmäßig fußen.

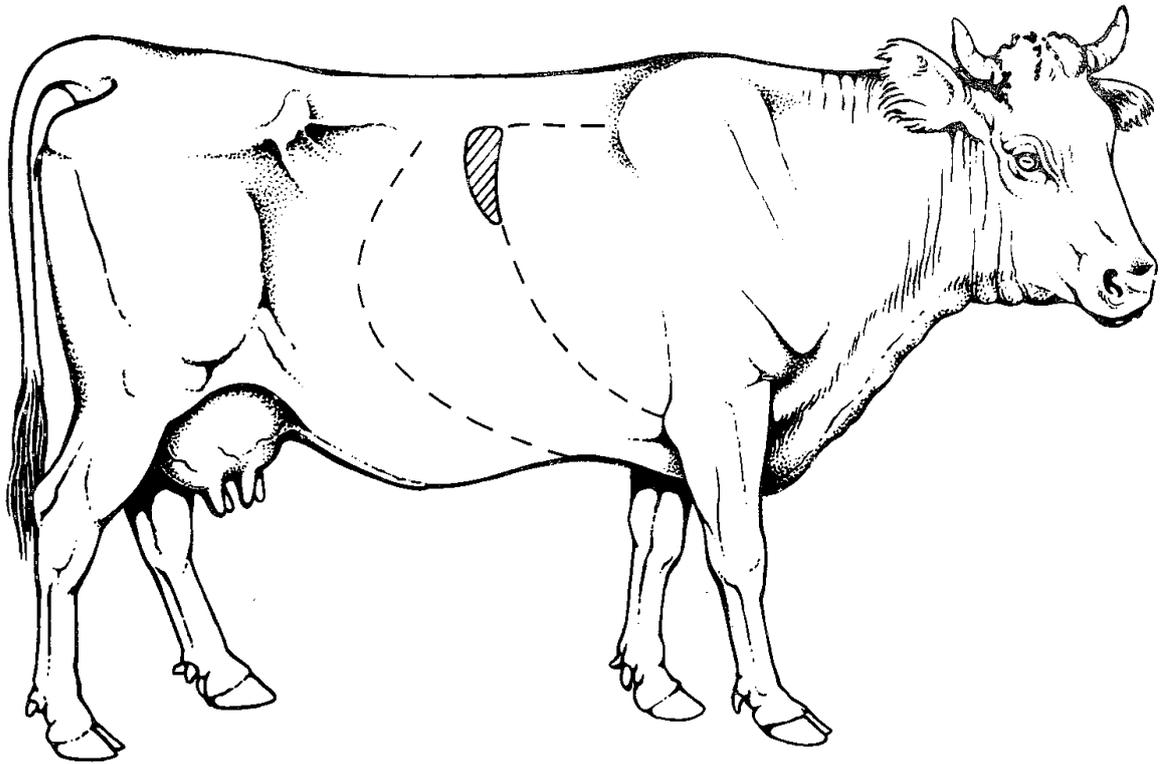


Abbildung 2: Leberperkussionsfeld des Rindes (Dämpfungsbereich schraffiert) in seiner Lagebeziehung zum thorakalen Lungenfeld und zum Rippenbogen (---) (DIRKSEN, 1990)

3. Sonographie

Das bereits für die Leberschallperkussion geschorene Gebiet wird mit Alkohol entfettet und mit handelsüblichem Kontaktgel (Firma Parker Laboratories Inc.) bestrichen. Die Ultraschalluntersuchung wird mit dem Ultraschallgerät EUB 8500 Ultrasound Scanner der Firma Hitachi durchgeführt. Die Untersuchung erfolgt mit einer 3,5 MHz-Konvexsonde.

Mit der Untersuchung wird unmittelbar hinter der letzten Rippe begonnen. Da die Leber zum größten Teil innerhalb der rippengestützten Bauchwand liegt und die Rippen schallauslöschend sind, kann die Leber nur in den Zwischenrippenräumen untersucht werden. Dies geschieht mit hochdorsal aufgerichteter Sonde parallel zu den Rippen. Die Untersuchung erfolgt langsam von dorsal nach ventral. So können die verschiedenen Leberstrukturen dargestellt werden. Da die Größe des Leberfeldes mittels Ultraschall wegen der Rippen nicht direkt bestimmt werden kann, werden andere Parameter herangezogen und später mit der durch die Perkussion ermittelten Größe in Bezug gesetzt. Die Ultraschalluntersuchung erfolgt basierend auf den Angaben von BRAUN (1990), modifiziert nach LAUENER (1993).

Zuerst verschafft man sich einen Überblick über die Darstellbarkeit der Leber, das Parenchym, die Darstellbarkeit von Vena cava caudalis (VCC) und Vena portae (VP). Die Einstellungen am Gerät werden nach LAUENER (1993) optimiert. Das Parenchym wird so hell wie möglich dargestellt, die Gefäßlumina sind weitgehend echofrei. Das Gewebe erscheint über die ganze Tiefe gleichmäßig echodicht.

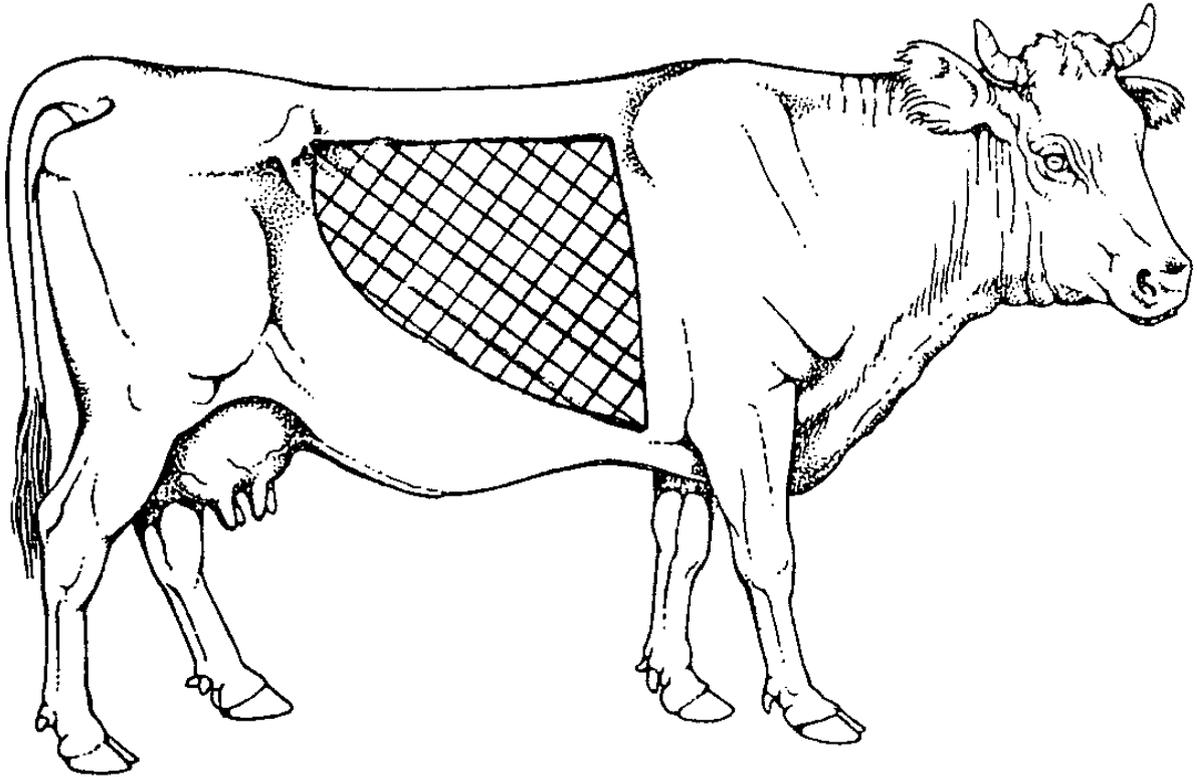


Abbildung 3: Bereich der Ultraschalluntersuchung an der rechten Körperseite des Rindes (GROTE, 1992)

Die Leber wird bis zur 5. Rippe untersucht, das Parenchym beurteilt und eventuelle Veränderungen wie zum Beispiel Abszesse dargestellt. Die Leber ist ab dem 9. Interkostalraum (IKR) teilweise von der Lunge überlagert, deshalb werden die Messungen der verschiedenen Parameter nur in den IKR 10 bis 12 vorgenommen.

Folgende Parameter werden gemessen (vgl. Abbildung 4):

Dorsale und ventrale Leberbegrenzung in den IKR 10 bis 12 in Bezug zur Rückenmedianen und die Ausdehnung der Leber in den besagten IKR.

An der Vena portae wird deren dorsale Begrenzung, ihr Abstand zur Bauchwand, und ihr Durchmesser in den IKR 10 bis 12 gemessen.

An der Vena cava caudalis wird deren dorsale Begrenzung, ihr Abstand zur Bauchwand und ihr Durchmesser in den IKR 11 und 12 gemessen, da die Vena cava caudalis nur in diesen IKR regelmäßig darstellbar ist.

Außerdem wird der Leberwinkel in den IKR 10 und 11 bestimmt. Dieser wird als spitz, rundkeilförmig, rund oder plump beschrieben. Desweiteren werden das Leberparenchym und die Beschaffenheit der Leberoberfläche beurteilt.

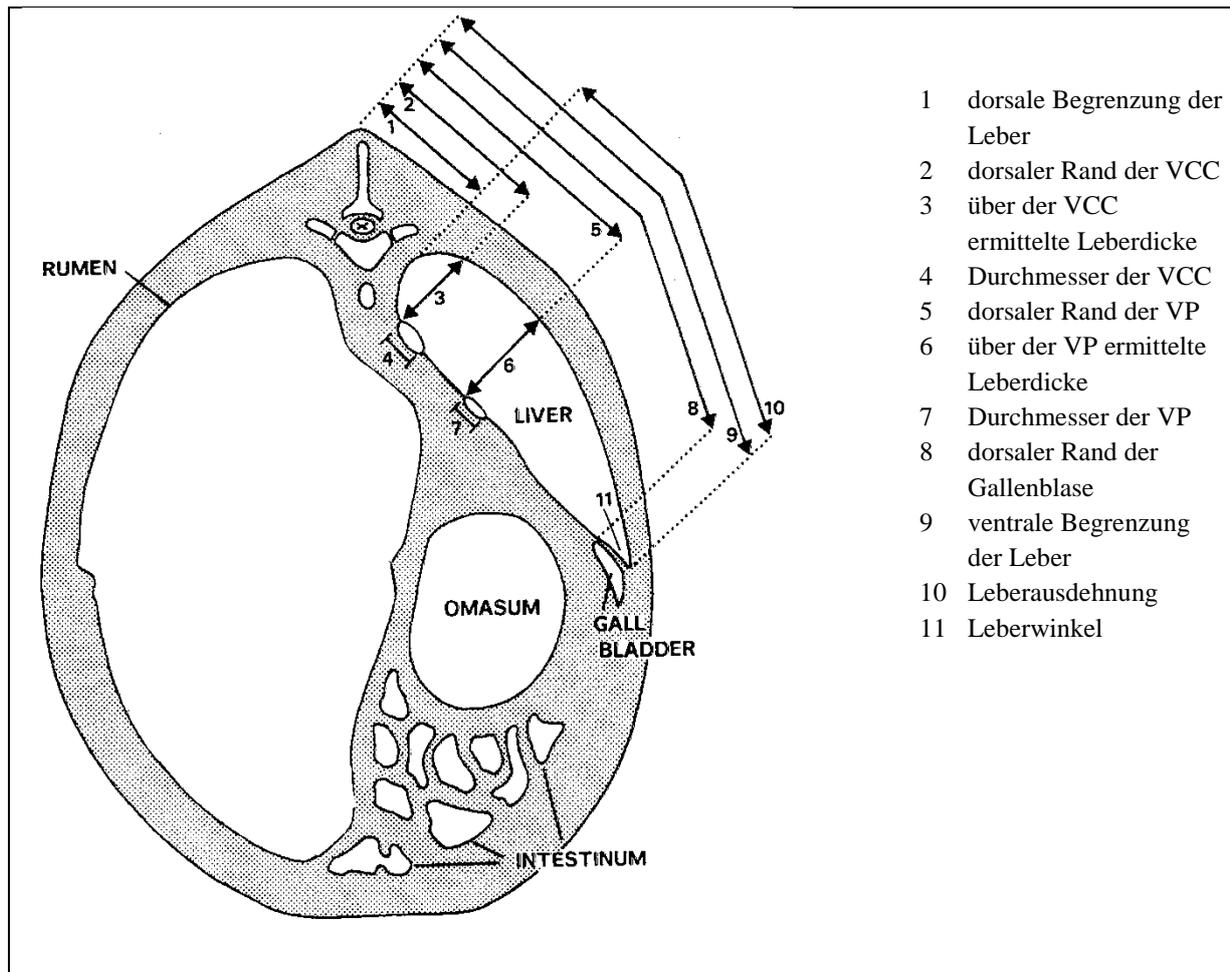


Abbildung 4: Bestimmung von Lage, Ausdehnung und Größe der Leber und ihrer Gefäße, Querschnitt durch das Abdomen einer Kuh auf Höhe des 11. IKR, Ansicht von kaudal (BRAUN, 1997)

Nach der Ermittlung aller benötigten Werte wird das Ultraschallgel entfernt, die per Ultraschall ermittelten Lebergrenzen mittels Kajal-Stift auf die Haut aufgetragen und die Punkte miteinander verbunden.

4. Flächenberechnung

Nach der vorausgehenden Leberperkussion und Ultraschalluntersuchung sind die gemessenen Flächen nun an der rechten Brustwand angezeichnet. Das Tier wird nun fotografiert (vgl. Abbildung 5) und die Flächen später mit dem Flächenberechnungsprogramm Scion Image for Windows, Release Alpha 4.0.3.2 (www.scioncorp.com) anhand der Fotos am Computer ermittelt.

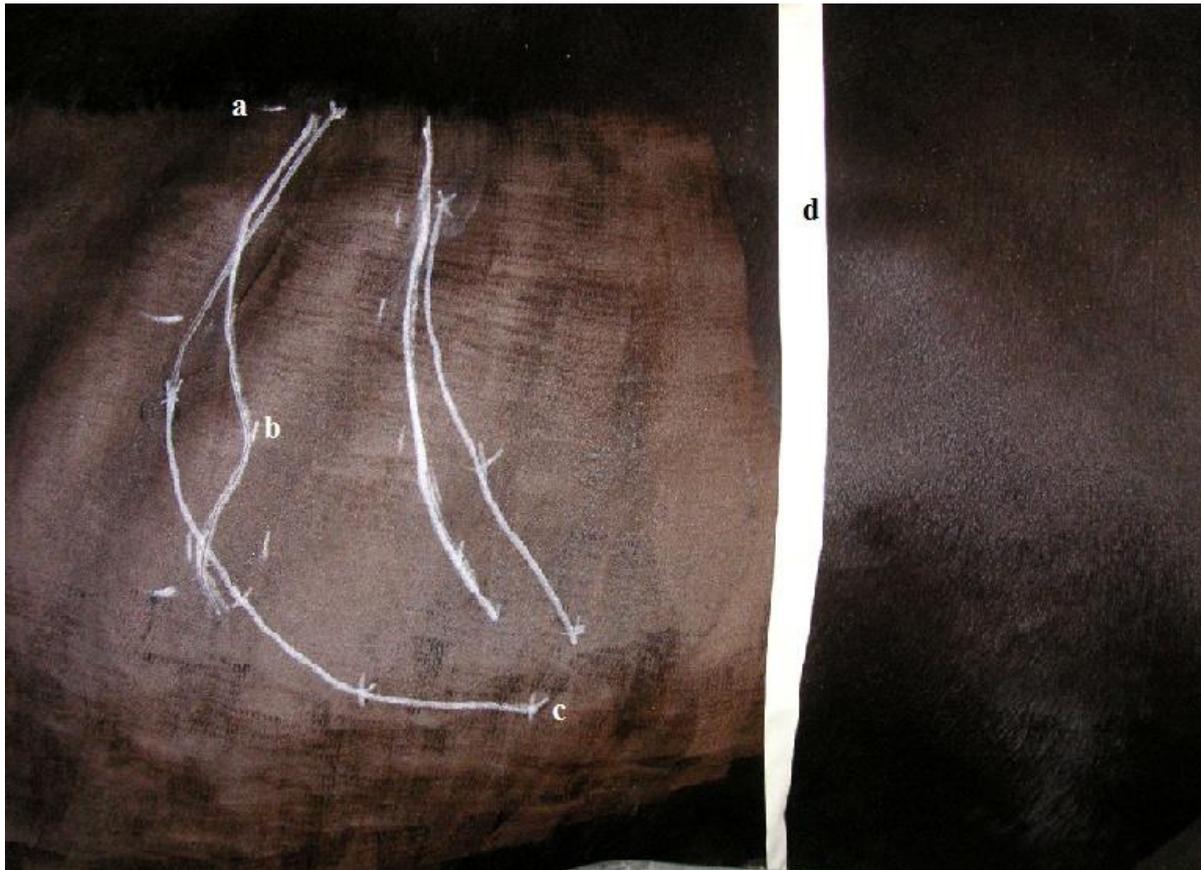


Abbildung 5: per Perkussion und per Ultraschalluntersuchung ermitteltes Leberfeld, angezeichnet an der rechten rippengestützten Bauchwand des Tieres

Legende: a (—) Messpunkte direkt, 15 cm und 30 cm ventral der QFS; b (|) per Perkussion ermittelte Grenzen; c (x) per Sonographie ermittelte Grenzen; d direkt hinter dem Schulterblatt gefälltes Lot

5. Euthanasie oder Schlachtung des Tieres

Nach Abschluss der vorangegangenen Untersuchungen wird das Tier durch eine Injektion von Pentobarbital in der Dosierung 40 mg/kg Körpergewicht euthanasiert. Dabei kommt das

Präparat Eutha 77[®] der Firma Essex zum Einsatz. Nach Eintreten des Todes wird der Kadaver in der Regel innerhalb eines Tages ins Landesuntersuchungsamt verbracht. Die Schlachtung der im Zuge einer weiteren Dissertation verwendeten Tiere erfolgt direkt im Landesuntersuchungsamt durch Bolzenschuss und sofortiges Entbluten. Die Tiere gelangen dort in die Sektion, die Leber wird entnommen.

6. Untersuchungen an der Leber

Die Leber wird nach Entfernung und Beurteilung der Gallenblase und deren Inhalt mit der Facies visceralis nach unten auf einen Tisch gelegt. Die Leberoberfläche wird zunächst adspektorisch beurteilt. Danach wird die Leber vermessen. Mit einem Maßband wird die größte Längenausdehnung der Leber, die größte Breite des Lobus dexter, die kleinste Breite des Lobus quadratus und die größte Breite des Lobus sinister in cm bestimmt (siehe Abbildung 6).

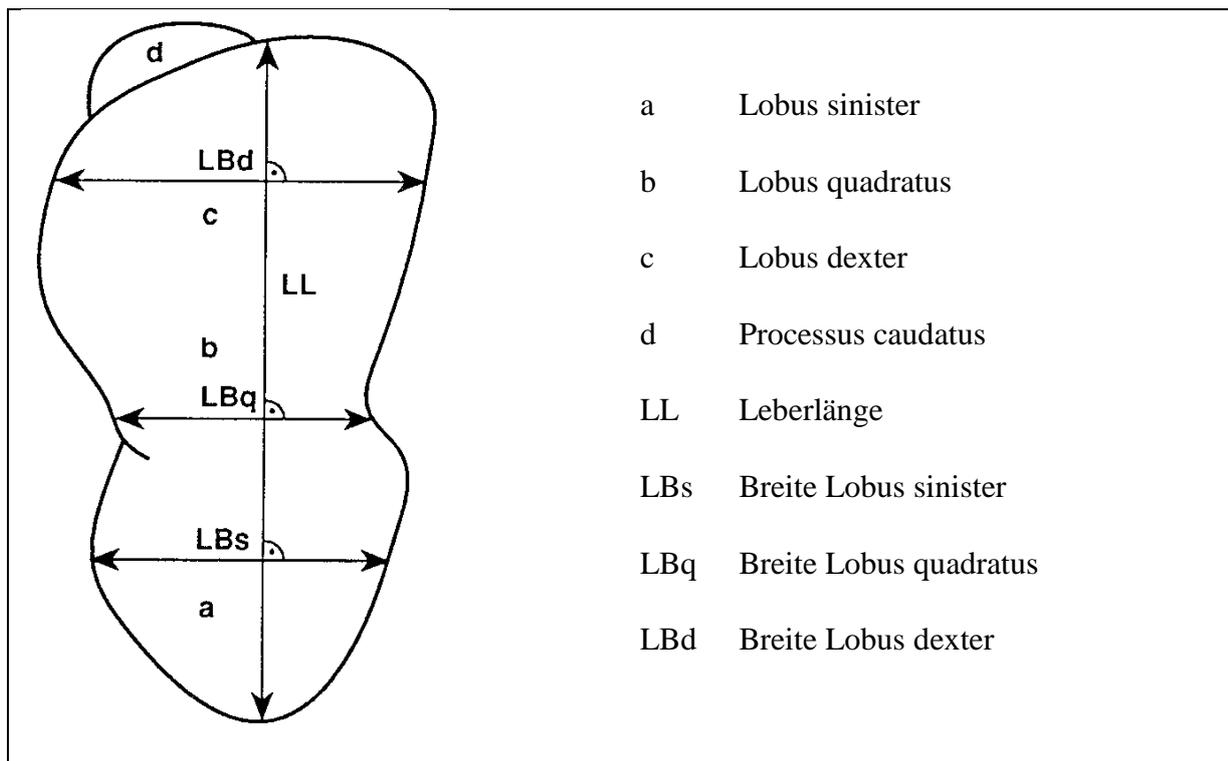


Abbildung 6: Schematische Darstellung der Leber (GERBER, 1993)

Die Leberdicke wird an der größten Dicke des Lobus dexter (in cm) bestimmt, in dem ein dünner Metallstab durch das Leberparenchym gestoßen und anschließend vermessen wird. Die Lebermasse wird in Gramm mit einer Waage der Firma Söhnle bestimmt. Das

Lebervolumen (in cm^3) wird anhand Wasserverdrängung ermittelt. Hier kommen zwei Wannen mit einem Fassungsvermögen von 100 l und 50 l zum Einsatz. Die Behältnisse werden ineinander gestellt und die innere bis zum oberen Rand mit Wasser gefüllt. Die Leber wird nun vorsichtig in die mit Wasser gefüllte innere Wanne verbracht. Das verdrängte Wasser fließt in die größere Wanne ab, und wird gewogen.

An den imaginären Schnittlinien der größten Länge und den ermittelten Breiten der drei Lobi werden drei ca. 1 cm x 1 cm x 1 cm große Proben für die Histologie entnommen und in 4 % Formalinlösung fixiert. Bei Veränderungen des Leberparenchyms werden von den veränderten Bereichen ebenfalls Proben für die Histologie entnommen.

Zusätzlich wird etwas Lebergewebe zur späteren Fettbestimmung entnommen.

6.1 Histologische Untersuchung

Die histologische Untersuchung erfolgt im Institut für Tierpathologie der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilian-Universität München. Aus den entnommenen, in 4 % Formalin fixierten Proben werden Dünnschnittpräparate hergestellt. Diese werden mit Hämatoxylin-Eosin und einer Fettfärbung gefärbt und durch Herrn Prof. Dr. W. Hermanns (Institut für Tierpathologie der tierärztlichen Fakultät) histologisch beurteilt. Die Ergebnisse sollen in einer separaten Arbeit mitgeteilt werden.

6.2 Leberfettbestimmung

6.2.1 Anwendung der Schwimmprobe in Kupfersulfat (CuSO_4) zur Bestimmung des Fettgehalts der Leber

Die Schwimmprobe (HERDT et al., 1983) erlaubt die grobe Einschätzung des Fettgehaltes der Leber und eine Einteilung des Fettgehaltes in vier Gruppen. Die Schwimmprobe erfolgt unter Verwendung dreier verschiedener Lösungen unterschiedlicher Dichte. Es kommt eine Lösung mit normalem destilliertem Wasser (spezifisches Gewicht 1,000) und zwei Lösungen mit CuSO_4 mit unterschiedlichem spezifischem Gewicht (1,025 und 1,055) zum Einsatz.

Durch die CuSO_4 -Lösung koagulieren die Proteine der Probenoberfläche. Somit kann keine Flüssigkeit in die Probe eindringen. Ein Flüssigkeitsaustausch zwischen Probe und Lösung

wird verhindert.

Aus nachstehender Tabelle 1 (Einteilung nach HERDT et al., 1983) wird die Art der Auswertung der Schwimmprobe ersichtlich.

Tabelle 1: Beurteilung der Ergebnisse der Schwimmprobe in Kupfersulfatlösung

	Leber- fettgehalt %	destilliertes Wasser spezifisches Gewicht: 1,000	CuSO ₄ -Lösung spezifisches Gewicht: 1,025	CuSO ₄ -Lösung spezifisches Gewicht: 1,055
Grad 0	< 13 %	Probe sinkt	Probe sinkt	Probe sinkt
Grad 1	13 % - 25 %	Probe sinkt	Probe sinkt	Probe schwimmt
Grad 2	25 % - 34 %	Probe sinkt	Probe schwimmt	Probe schwimmt
Grad 3	> 34 %	Probe schwimmt	Probe schwimmt	Probe schwimmt

Die Schwimmprobe in CuSO₄-Lösung erlaubt somit eine grobe Einteilung der Leber in vier Fettgrade:

Grad 0: Leber o.b.B., Grad 1: Leber geringgradig verfettet, Grad 2: Leber mittelgradig verfettet, Grad 3: Leber hochgradig verfettet

6.2.2 Bestimmung des Gesamtfettgehaltes

Neben der Schwimmprobe in CuSO₄-Lösung wird der Leberfettgehalt im Labor des Instituts für Hygiene und Technologie der Lebensmittel tierischen Ursprungs nach § 64 LFGB (2005) wie folgt bestimmt: Die gut durchmischte Probe wird mit Salzsäure aufgeschlossen und die Aufschlussflüssigkeit durch zwei angefeuchtete Faltenfilter filtriert. Der Filtrerrückstand wird sofort anschließend getrocknet und vier Stunden mit Petroleumbenzin oder n-Hexan extrahiert. Das Lösungsmittel wird abdestilliert, der Rückstand bei 103 °C ± 2 °C unter Atmosphärendruck getrocknet, abgekühlt und gewogen. Der Fettgehalt wird aus der Differenz zwischen Ein- und Auswaage errechnet. Hierfür wird der als staatliches Prüfmittel anerkannte Extraktionsapparat 2050 Soxtec Avanti Automatic System verwendet.

7. Labordiagnostik

Im Zuge der Euthanasie oder kurz vor der Schlachtung werden von den Tieren Blutproben entnommen. Die Entnahme erfolgt nach STÖBER und GRÜNDER, (1990) an der Vena jugularis. Das Blut wird in handelsüblichen Serumröhrchen aufgefangen und im klinikeigenen Labor untersucht. Die Untersuchung erfolgt in der Regel noch am gleichen Tag, an Wochenenden und Feiertagen werden die Proben gekühlt und gelangen am nächsten Werktag zur Untersuchung.

Folgende Analysen werden für die Bewertung der Leberfunktion herangezogen:

- Gesamtbilirubingehalt (GB)
- Aspartat-Aminotransferase (AST)
- Gamma-Glutamyl-Transferase (γ GT)
- Glutamat-Dehydrogenase (GLDH)
- Freie Fettsäuren (FFS)

Die Untersuchung des Serums erfolgt durch den vollautomatischen Analysenautomat Roche-Hitachi 911. Dabei kommen die in Tabelle 2 beschriebenen Methoden zur Anwendung.

Tabelle 2: Labordiagnostische Parameter und Testprinzipien

Parameter	Testprinzip
GB	Diazoreaktion, photometrische Bestimmung
AST	UV-Test
γ GT	Enzymatischer Farbttest
GLDH	UV-Test
FFS	Kolorimetrischer (Spektrophotometrischer) Test

8. Weitere Untersuchungen zur Leberschallperkussion

Die Leberschallperkussion ist eine sehr subjektive Untersuchungsmethode. Deshalb ist es wichtig zu prüfen, ob die bei einer Perkussion durch eine Person erhaltenen Ergebnisse reproduzierbar sind.

Ebenfalls muss geprüft werden, wie sehr die Ergebnisse von Leberschallperkussionen durch verschiedene Untersucher variieren.

8.1 Intraindividuelle Variation bei der Leberschallperkussion

Zur Überprüfung der intraindividuellen Variation der Ergebnisse der Perkussion werden zehn fakultätseigene Tiere in München-Oberwiesenfeld viermal perkutiert. Darunter befinden sich drei Tiere der Rasse Braunvieh, zwei Tiere der Rasse Schwarzbunt und fünf Tiere der Rasse Fleckvieh. Die Untersuchungen geschehen im Abstand von drei oder vier Tagen unter Praxisbedingungen. Die Tiere werden nicht geschoren und verbleiben zur Perkussion im Stall. Vor der Leberschall- und Schmerzperkussion werden Body-Condition-Score, Stockmaß, Brustumfang, Reproduktionsphase und Alter der Tiere ermittelt.

In diese Untersuchung fließt auch die Schmerzperkussion mit ein. Da dasselbe Tier viermal untersucht wird, kann so auch geprüft werden wie sehr sich die Reaktion auf die Schmerzperkussion mit der Zahl der Untersuchungen verändert und ob der Gewöhnungseffekt eine Rolle spielt.

Die Leberschmerzperkussion erfolgt wie schon in Kapitel III 2 beschrieben. Die Leberschallperkussion erfolgt nach STÖBER (1990), nach derselben Methode wie in Kapitel II 2.2 beschrieben.

8.2 Interindividuelle Variation bei der Leberschallperkussion

Die Untersuchung auf interindividuelle Variationen bei den Ergebnissen der Perkussion wird an fünf Rindern aus dem Patientengut der Klinik für Wiederkäuer durchgeführt. Dazu werden sieben Tierärzte der Klinik für Wiederkäuer in den genauen Untersuchungsgang eingeführt. Die Perkussion erfolgt im abgeschlossenen Raum, ohne Beisein der anderen Untersucher am

selben Tag. Die Kühe werden für die Leberschallperkussion nicht geschoren. Die Untersuchung erfolgt nach STÖBER (1990). Zu Beginn der Untersuchung werden Body-Condition-Score, Stockmaß und Brustumfang bestimmt. Die Tiere gewöhnen sich so an die Manipulation. Durch den erhaltenen Wert kann der Einfluss des Ernährungszustands des Tieres auf die Perkussionsergebnisse mit einbezogen werden. Die Lebergrenzen werden mit handelsüblichen Kajal-Stiften am Tier markiert. Die Breite des Perkussionsfeldes, sowie dessen kranialer und kaudaler Abstand zur Senkrechten hinter dem Schulterblatt, direkt unterhalb der Querfortsätze, sowie 15 und 30 cm ventral davon gemessen. Die Senkrechte hinter dem Schulterblatt wird, wie schon in Kapitel III 2 beschrieben, mit einem Klebeband markiert. Anschließend werden Fotos gemacht, anhand derer die Fläche des erhaltenen Perkussionsfeldes mit dem Flächenberechnungsprogramm Scion Image am PC ermittelt wird.

Als Goldstandard wird das Ergebnis der Untersuchung des Tieres durch die Autorin herangezogen.

9. Datencodierung

Viele der erhobenen Daten sind metrisch und können in den statistischen Berechnungen unverändert verwendet werden. Die Daten die als Text oder nach einem anderen System erhoben werden, müssen zur statistischen Berechnung erst umcodiert werden.

9.1 Stammdaten

Unter dem Begriff Stammdaten werden die am Tier erhobenen Maße Körpergewicht, Stockmaß, Brustumfang und BCS zusammengefasst. Es werden auch drei nicht-metrische Werte in die Statistik mit einbezogen. Dies sind die Parameter Rasse, Tötungsart und Allgemeinbefinden.

Die Variablen Rasse und Tötungsart können zu einem Parameter zusammengefasst werden. Die schwarzbunten Tiere im Versuch sind ausschließlich gesunde Versuchstiere der Klinik, die im Rahmen eines Forschungsprojektes des Lehrstuhls für Physiologie und Pathologie der Fortpflanzung geschlachtet werden. Die zweite Tiergruppe besteht aus Patienten der Klinik, die aus verschiedenen Gründen euthanasiert werden. Dies sind in diesem Fall nur Fleckvieh-,

Braunvieh- und Kreuzungskühe.

Das Umcodieren der Variable Allgemeinbefinden erfolgt wie folgt:

Allgemeinbefinden ungestört = 0

Allgemeinbefinden gestört = 1

Allgemeinbefinden hochgradig gestört = 2

Der Parameter Milchleistung musste in der Statistik vernachlässigt werden, da es sich bei den kranken Tieren zum Großteil um schwer kranke Patienten handelte. In dieser Gruppe war der Parameter aufgrund des krankheitsbedingten Milchrückgangs nicht aussagekräftig. Die Milchleistungsdaten dieser Patientenkühe aus den vorausgegangenen Wochen lagen nicht vor.

Die Versuchstiere hatten aus Versuchsgründen alle eine Tagesmilchmenge von 20 - 25 Litern (der Kauf dieser Tiere war von diesem Kriterium abhängig). Diese Werte sind deshalb ebenfalls nicht aussagekräftig. Außerdem handelte es sich hierbei ausschließlich um erstkalbende Jungkühe, bei denen eine milchleistungsbedingte Lebererkrankung noch nicht zu erwarten war.

9.2 Leberschmerzperkussion

Bei der Leberschmerzperkussion werden folgende Parameter bestimmt: Kombination aller Abwehrreaktionen (Abwehr generell), Stöhnen, Schlagen, Stoßen, zur Seite Treten, Ausatmen, Trippeln, Unruhe, Reproduzierbarkeit. Die Schmerzäußerungen werden subjektiv nach einem Plus – Minus System bewertet und für die statistischen Berechnungen in die Kategorien 0 - 6 umcodiert.

9.3 Pathologische Untersuchung

Es wurde eine umfangreiche pathologische Untersuchung durchgeführt. Dabei wurden die metrischen Werte Lebermasse (g), Lebervolumen (cm³), Leberlänge (cm), Breite der Lobi dexter, sinister und quadratus (cm), die Summe der gemessenen Breiten der verschiedenen Lobi (cm) und die Leberdicke an der dicksten Stelle des Lobus dexter (cm) ermittelt.

Andere Parameter wie z.B. Form, Farbe, Überzug, etc. wurden beschreibend erfasst und in verschiedene Kategorien eingeteilt.

Die statistische Auswertung dieser in Kategorien umgewandelten Parameter war sehr umfangreich. Durch die, für die Durchführung von Berechnungen benötigte Kategorisierung, waren diese Werte weniger aussagekräftig als die Ergebnisse der Auswertung der metrischen Werte. Deshalb wird auf deren Darstellung im Ergebnisteil größtenteils verzichtet.

9.4 Sonographische Untersuchung

Die Datenerhebung per Ultraschall erfolgt zum großen Teil durch metrische Werte. Die Leberwinkel in den einzelnen Interkostalräumen werden beschreibend erfasst und in die Kategorien nicht darstellbar, spitz, rund-keilförmig, rund und plump nach LAUENER (1993) eingeteilt.

9.5 Leberfettbestimmung

Die Leberfettbestimmung wird zum Teil durch die „Schwimmprobe“ in Kupfersulfatlösung verschiedener Konzentrationen durchgeführt. Das Verhalten der Leberproben in den verschiedenen Lösungen wurde wie folgt bewertet:

Probe sinkt unverzüglich = 0

Probe stellt sich am Boden auf, oder schwimmt kurz auf und sinkt dann = 1

Probe schwimmt = 2

Fasst man den Parameter Schwimmprobe in eine Kategorie zusammen, so ergeben sich sieben Kategorien:

000 gleich 0, 001 gleich 1, 002 gleich 2, 012 gleich 3, 022 gleich 4, 122 gleich 5, 222 gleich 6

Die erste Zahl beschreibt das Verhalten der Probe in destilliertem Wasser, die zweite Zahl das Verhalten in der Kupfersulfat-Lösung mit einer Dichte von 1,025, die dritte Zahl das Verhalten der Probe in der Lösung mit einer Dichte von 1,055.

10. Bestimmung der Validität der Perkussionsergebnisse anhand von Größenangaben der Leber aus der Literatur

Absolute Größenangaben der Rinderleber sind in der Literatur kaum zu finden. Die Einteilung der Leber in die Kategorien gesund, intermediär und krank erfolgte anhand der Angaben von PADBERG (1954) (siehe Kapitel II 3).

Tabelle 3: Einteilung der Lebergröße unter Berücksichtigung der Angaben von PADBERG (1954)

krank	intermediär	gesund
Absolute Lebermasse \geq 11650 g und relative Lebermasse \geq 1,57 % der Körpermasse	Entweder absolute Lebermasse \geq 11650 g, oder Lebermasse \geq 1,57 % der Körpermasse	Absolute Lebermasse $<$ 11650 g und relative Lebermasse $<$ 1,57 % der Körpermasse

11. Statistik

Die Daten werden in MS Access eingegeben und mittels Excel (Microsoft) und SPSS (Version 16.0; www.spss.com) ausgewertet.

Die durch Abmessung bestimmten Werte werden mittels Korrelationen (zweiseitig bivariat) mit dem Pearson Koeffizienten bewertet. Korrelationen, die signifikant unterschiedlich zu $r = 0,0$ sind und bei denen der Pearson-Korrelations-Koeffizient über 0,5 liegt, werden in den Tabellen fett dargestellt.

Die Korrelationskoeffizienten zweier Parameter werden auf statistische Unterschiede zwischen den Versuchstieren ($n = 15$) und den kranken Tieren ($n = 21$) untersucht (z-Transformation nach Fisher: www.fon.hum.uva.nl/service/Statistics/Two_Correlations.html). Als Signifikanzgrenze wird $\alpha = 0,05$ festgelegt.

Ferner wird eine lineare Regression für die in der pathologischen Untersuchung ermittelten Parameter Masse, Volumen und Fettgehalt der Leber durchgeführt. Dabei wird die Methode mit schrittweisem Ausschluss ($p > 0,1$) verschiedener Variablen angewandt. Die erhaltenen Residuen der Regression werden mittels Q-Q-Plots und Kolmogorov-Smirnov-Test auf Normalverteilung überprüft, um die Zulässigkeit der linearen Regression zu gewährleisten.

Nur wenn diese Normalität gegeben ist, wird die Regressionsgleichung angeführt. Einige Ergebnisse der Regressionsanalyse mit einem korrigierten (adj.) R^2 von mindestens 0,7 werden angegeben.

Unterschiede in den Messwerten zwischen verschiedenen kategorischen Gruppen (z.B. Winkelbewertungen) werden mit dem Kruskal-Wallis-Test auf statistische Signifikanz untersucht. P-Werte von $p \leq 0,05$ werden als statistisch signifikant bewertet. Auf Grund der zum Teil geringen Anzahl an Versuchstieren pro Gruppe wird der nicht-parametrische Test bevorzugt.

IV Ergebnisse

Die Stichprobengröße, mit der die Berechnungen durchgeführt wurden, beträgt bei fast allen Parametern $n = 36$. Bei den berechneten Flächenmaßen beträgt die Stichprobengröße $n = 30$. Dieser Parameter wurde erst während der Durchführung der Versuchsreihe mit in die Arbeit aufgenommen. Bei der Unterteilung der untersuchten Tiere in die Gruppen Patienten und gesunde Versuchstiere ergeben sich Stichprobengrößen von $n = 20$ für die Patienten und $n = 16$ für die gesunden Versuchstiere. Für die berechneten Flächenmaße gilt für die Patientengruppe $n = 18$; für die Versuchstiergruppe $n = 13$.

1. Leberschallperkussion, absolute und relative Größen und Zusammenhänge zwischen den einzelnen Messwerten

Tabelle 4: Mittelwert, Standardabweichung, Median, Minimum und Maximum der perkutierten Größen

	MW	Stabw	Median	Min	Max
P Breite direkt (cm)	10,19	4,38	10,00	1,50	19,00
P Breite 15 cm (cm)	13,42	4,43	12,75	5,50	27,00
P Breite 30 cm (cm)	11,76	4,89	10,50	2,00	23,00
P KrAbLot direkt (cm)	31,15	6,36	31,00	18,00	46,00
P KrAbLot 15 cm (cm)	29,31	5,89	29,50	17,00	43,00
P KrAbLot 30 cm (cm)	28,01	6,28	27,00	17,00	48,50
P KaAbLot direkt (cm)	41,29	7,33	39,00	27,50	59,50
P KaAbLot 15 cm (cm)	42,17	9,09	41,50	25,00	64,00
P KaAbLot 30 cm (cm)	39,68	7,98	39,50	28,00	68,00
P Fläche gesamt (cm ²)	357,51	117,28	328,22	174,16	711,36
P Fläche 0 - 15 cm (cm ²)	183,16	54,04	171,66	82,21	315,61

Der Vergleich der einzelnen per Perkussion ermittelten Messwerte untereinander ergab einige signifikante Korrelationen (vgl. Tabelle 5). Die Breite des Leberfeldes direkt unterhalb der Querfortsätze korrelierte nur mit zwei weiteren Messwerten, die Breite des Leberfeldes bei 15 cm unterhalb der Querfortsätze allerdings mit acht weiteren Messwerten.

Diese Korrelationen waren (vor allem die Flächenmaße betreffend) zum Teil hochsignifikant. Betrachtet man die Breite des Leberfeldes 30 cm ventral der Querfortsätze, ergaben sich ebenfalls mehr signifikante Korrelationen als direkt unterhalb der Querfortsätze.

Die Flächenmaße untereinander korrelierten signifikant, ebenso die gemessenen Distanzen zum direkt hinter dem Schulterblatt gefällten Lot.

Tabelle 5: Zusammenhang zwischen den einzelnen Perkussionswerten (angegeben ist jeweils der Korrelationskoeffizient)

	P Breite 15 cm	P Breite 30 cm	P KrAbLot direkt	P KrAbLot 15 cm	P KrAbLot 30 cm	P KaAbLot direkt	P KaAbLot 15 cm	P KaAbLot 30 cm	P Fläche gesamt	P Fläche 0 - 15 cm	P Fläche 15 - 30 cm
P Breite direkt	0,202	0,104	-0,077	0,060	0,271	0,546	0,170	0,227	0,425	0,714	0,162
P Breite 15 cm		0,524	0,509	0,438	0,372	0,601	0,772	0,598	0,896	0,758	0,849
P Breite 30 cm			0,202	0,269	-0,063	0,296	0,449	0,571	0,663	0,424	0,736
P KrAbLot direkt				0,878	0,679	0,782	0,820	0,683	0,389	0,259	0,418
P KrAbLot 15 cm					0,706	0,774	0,880	0,730	0,399	0,360	0,361
P KrAbLot 30 cm						0,707	0,691	0,771	0,243	0,328	0,143
P KaAbLot direkt							0,811	0,725	0,604	0,681	0,456
P KaAbLot 15 cm								0,822	0,726	0,640	0,670
P KaAbLot 30 cm									0,528	0,454	0,493
P Fläche gesamt										0,865	0,934
P Fläche 0 - 15cm											0,628

2. Korrelationen zwischen den per Perkussion ermittelten Parametern und den Stammdaten

Um festzustellen, ob die Größe des Perkussionsfeldes von den Parametern Körpermasse, BCS, Stockmaß oder Brustumfang des Tieres abhängig ist, wurden die in Tabelle 6 aufgelisteten Korrelationen bestimmt.

Tabelle 6: Korrelationen zwischen den per Perkussion ermittelten Parametern und den Stammdaten, alle Tiere (angegeben ist jeweils der Korrelationskoeffizient)

	Körpermasse	Brustumfang	Stockmaß	BCS
P Breite direkt	0,032	-0,183	0,169	-0,065
P Breite 15 cm	0,634	0,495	0,330	0,298
P Breite 30 cm	0,460	0,265	0,328	0,294
P AbKrGr direkt	0,450	0,129	-0,028	0,405
P AbKrGr 15 cm	0,359	-0,008	0,079	0,313
P AbKrGr 30 cm	0,126	-0,186	0,069	0,103
P AbKaGr direkt	0,427	0,017	0,114	0,311
P AbKaGr 15 cm	0,507	0,170	0,218	0,341
P AbKaGr 30 cm	0,352	0,001	0,259	0,216
P Fläche gesamt	0,481	0,308	0,330	0,104
P Fläche 0 - 15 cm	0,378	0,132	0,286	0,047
P Fläche 15 - 30 cm	0,476	0,384	0,307	0,128

Ferner wurden die Tiere in die Kategorien Patienten und gesunde Versuchskühe unterteilt, um zu sehen, wie sich die Werte bei verhältnismäßig konstanten Bedingungen verhalten (siehe Tabelle 7).

Die Versuchstiere waren alle gleich alt und relativ mager (BCS zwischen 2,0 und 3,0; Körpermasse zwischen 470 und 589 kg (siehe Tabelle 9)).

Tabelle 7: Korrelationen zwischen den per Perkussion ermittelten Parametern und den Stammdaten, gesunde Versuchstiere (angegeben ist jeweils der Korrelationskoeffizient)

	Körpermasse	Brustumfang	Stockmaß	BCS
P Breite direkt	0,233	-0,100	0,488	0,182
P Breite 15 cm	-0,091	-0,143	0,403	-0,205
P Breite 30 cm	0,168	-0,235	0,288	0,104
P AbKrGr direkt	-0,097	-0,132	-0,056	-0,092
P AbKrGr 15 cm	0,014	-0,195	0,249	-0,168
P AbKrGr 30 cm	-0,163	-0,158	0,363	-0,386
P AbKaGr direkt	0,045	-0,186	0,335	-0,043
P AbKaGr 15 cm	-0,105	-0,266	0,390	-0,253
P AbKaGr 30 cm	0,017	-0,257	0,474	-0,280
P Fläche gesamt	-0,457	-0,610	0,168	-0,349
P Fläche 0 - 15 cm	-0,368	-0,608	0,292	-0,389
P Fläche 15 - 30 cm	-0,446	-0,511	0,051	-0,264

Betrachtet man nur die Gruppe der Versuchstiere, waren keinerlei signifikante Korrelationen zu finden (vgl. Tabelle 7). Hierbei handelte es sich aber um eine homogene Gruppe gesunder Tiere, die sich nur wenig in den Parametern Körpermasse, Lebergröße etc. unterscheiden. Dies wird auch beim Vergleich der MW und Stabw (siehe Tabelle 9) von den Patienten und den gesunden Versuchstieren deutlich.

Tabelle 8: Korrelationen zwischen den per Perkussion ermittelten Parametern und den Stammdaten, Patienten (angegeben ist jeweils der Korrelationskoeffizient)

	Körpermasse	Brustumfang	Stockmaß	BCS
P Breite direkt	0,044	-0,239	-0,033	-0,082
P Breite 15 cm	0,784*	0,687*	0,372	0,482
P Breite 30 cm	0,649	0,563*	0,465	0,449
P AbKrGr direkt	0,519	0,390	0,236	0,377
P AbKrGr 15 cm	0,390	0,206	0,196	0,289
P AbKrGr 30 cm	0,100	-0,132	0,031	0,095
P AbKaGr direkt	0,428	0,149	0,169	0,258
P AbKaGr 15 cm	0,629*	0,454	0,323	0,416
P AbKaGr 30 cm	0,391	0,170	0,290	0,281
P Fläche gesamt	0,707*	0,518*	0,438	0,317
P Fläche 0 - 15 cm	0,564*	0,287	0,287	0,246
P Fläche 15 - 30 cm	0,694*	0,597*	0,474	0,317

* Die Korrelationskoeffizienten sind signifikant unterschiedlich zwischen Patienten und Versuchstieren

Betrachtet man die Daten aller 36 Tiere (siehe Tabelle 6), ergeben sich signifikante Unterschiede nur bei der Breite des Leberfeldes bei 15 cm ventral und dem kaudalen Abstand zum Lot im Zusammenhang mit der Körpermasse der Tiere. Die Spannweite der Körpermasse der gesunden Versuchstiere betrug 119 kg, während die der Patienten 390 kg betrug. Bei letzteren (vgl. Tabelle 8) waren signifikante Korrelationen zwischen der Breite bei 15 cm ventral der Querfortsätze und der Körpermasse der Tiere zu sehen (0,784). Auch beim Parameter Brustumfang ergab sich noch eine Korrelation von 0,687. Bei den Flächenmaßen ergaben sich signifikante Korrelationen mit Körpermasse und Brustumfang.

Die errechneten Korrelationen direkt unterhalb der Querfortsätze waren bei beiden Gruppen (Körpermasse 0,044 und Brustumfang -0,239) nicht signifikant.

Abbildungen 7 bis 9 verdeutlichen den Unterschied in der Korrelation zwischen dem Körpergewicht und der perkutierten Breite bei 15 cm ventral der Querfortsätze bei den

Patienten und den gesunden, geschlachteten Versuchstieren.

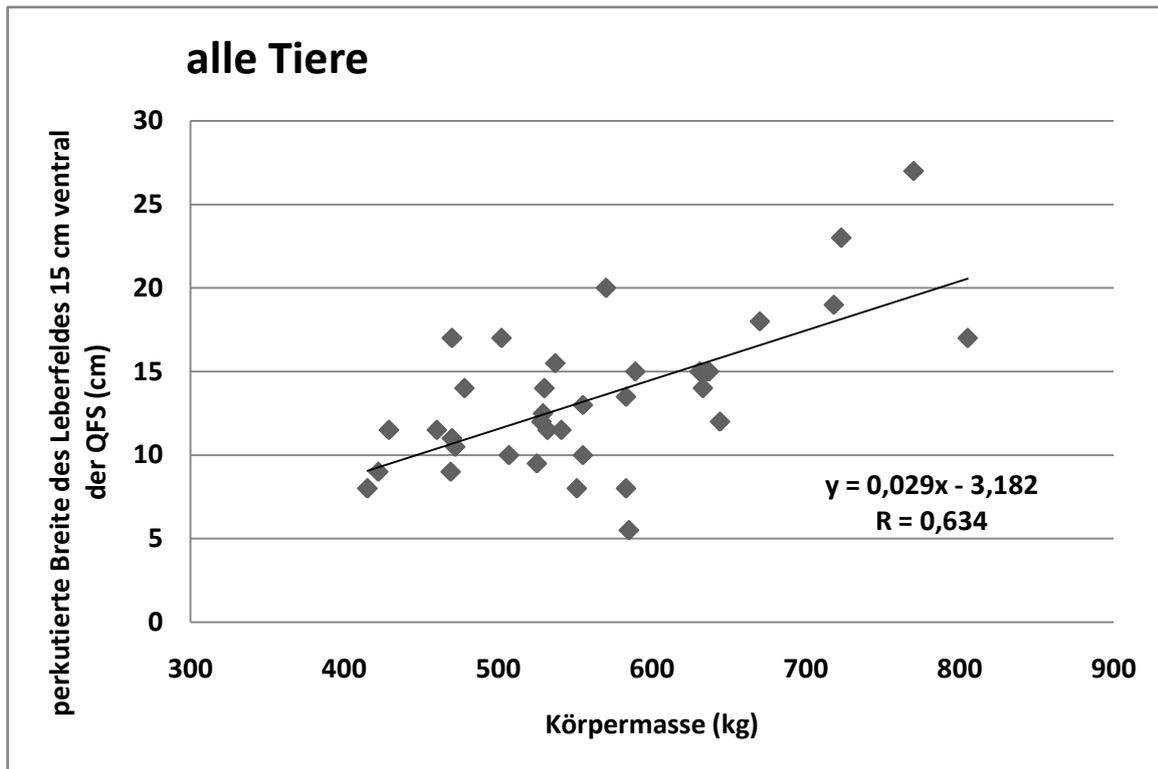


Abbildung 7: Zusammenhang von Körpermasse und der perkutierten Breite des Leberfeldes 15 cm ventral der Lendenwirbelquerfortsätze bei allen Tieren

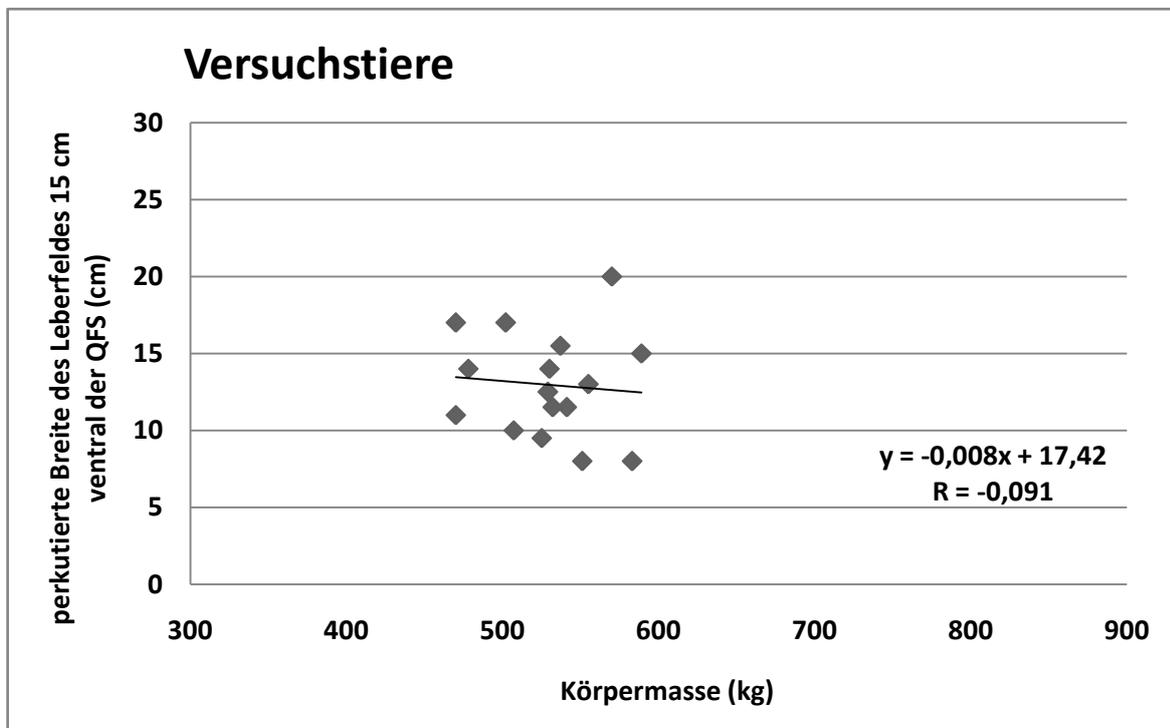


Abbildung 8: Zusammenhang von Körpermasse und der perkutierten Breite des Leberfeldes 15 cm ventral der Lendenwirbelquerfortsätze bei den gesunden Versuchstieren

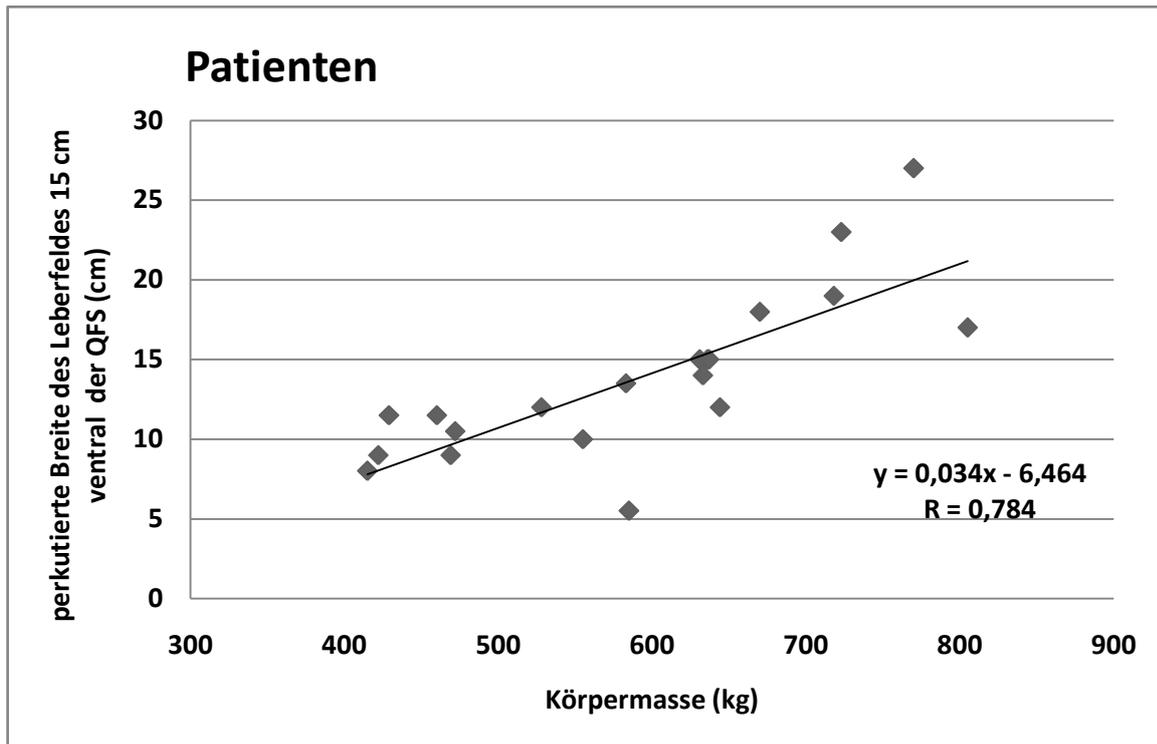


Abbildung 9: Zusammenhang von Körpergewicht und der perkutierten Breite des Leberfeldes 15 cm ventral der Lendenwirbelquerfortsätze bei den Patienten

Ähnlich wie beim Parameter Körpermasse verhält es sich auch mit der Korrelation zwischen dem Brustumfang und der Breite des Perkussionsfeldes 15 cm ventral der Querfortsätze. Hier ergibt sich bei den kranken Tieren eine signifikante Korrelation (0,687) (vgl. Tabelle 8), während der Wert der Korrelation bei Betrachtung der schwarzbunten Versuchstiere mit -0,143 (vgl. Tabelle 7) im negativen Bereich liegt.

Tabelle 9: Mittelwerte, Standardabweichungen, Variationskoeffizienten von einigen ausgewählten Stammdaten unterteilt in die Kategorien alle Tiere, gesunde Versuchstiere und Patienten

		Körpermasse (kg)	Brustumfang (cm)	Stockmaß (cm)	BCS
Alle Tiere	MW	562,61	223,31	142,69	2,84
	Stabw	95,25	14,93	4,64	0,47
	VK (%)	16,93	6,69	3,25	16,55
gesunde Versuchstiere	MW	529,31	226,94	144,19	2,55
	Stabw	36,85	7,82	4,58	0,30
	VK (%)	6,96	3,45	3,18	11,76
Patienten	MW	589,25	220,4	141,50	3,08
	Stabw	118,15	18,50	4,44	0,44
	VK (%)	20,05	8,39	3,14	14,29

Vergleicht man die Standardabweichungen der Patienten und der gesunden Versuchstiere, vor allem bei den Parametern Körpermasse und Brustumfang, wird die Notwendigkeit der Unterteilung der Tiere in die drei Gruppen „Alle“, „Patienten“ und „gesunde Versuchstiere“ deutlich, da die Variationskoeffizienten bei der Gruppe der gesunden Versuchstiere sehr niedrig sind (siehe Tabelle 9).

2.1 Korrelationen zwischen den bei der Sektion ermittelten Leberdaten und den Stammdaten

Inwieweit die an der isolierten Leber erhobenen Maße mit den Stammdaten korrelieren, also ob ein großes, schweres Tier zwangsläufig auch eine große Leber hat, verdeutlicht Tabelle 10.

Tabelle 10: Korrelationen zwischen den an den isolierten Lebern bestimmten Maßen und den Stammdaten (angegeben ist jeweils der Korrelationskoeffizient)

	Leberlänge	Summe BLB	Leberdicke	Lebermasse	Lebervolumen	LM*100/KM	Leberfettgehalt
Körpermasse	0,687	0,732	0,459	0,800	0,784	0,304	0,636
Brustumfang	0,498	0,401	0,297	0,414	0,476	0,121	0,406
Stockmaß	0,243	0,058	0,068	0,130	0,123	-0,108	-0,002
BCS	0,422	0,544	0,341	0,606	0,579	0,237	0,526

Die Körpermasse korreliert mit sämtlichen Leberwerten außer mit den gemessenen Leberdicken. Die höchsten Korrelationskoeffizienten ergeben sich bei den Parametern Lebermasse (siehe Abbildung 10) und Lebervolumen. Der BCS steht ebenfalls in engem Zusammenhang mit den in der Sektion ermittelten Leberwerten. Die Folgerung daraus ist, dass sowohl schwere Kühe (hohe Körpermasse), als auch fette Kühe (hoher BCS) in der Regel schwere Lebern haben.

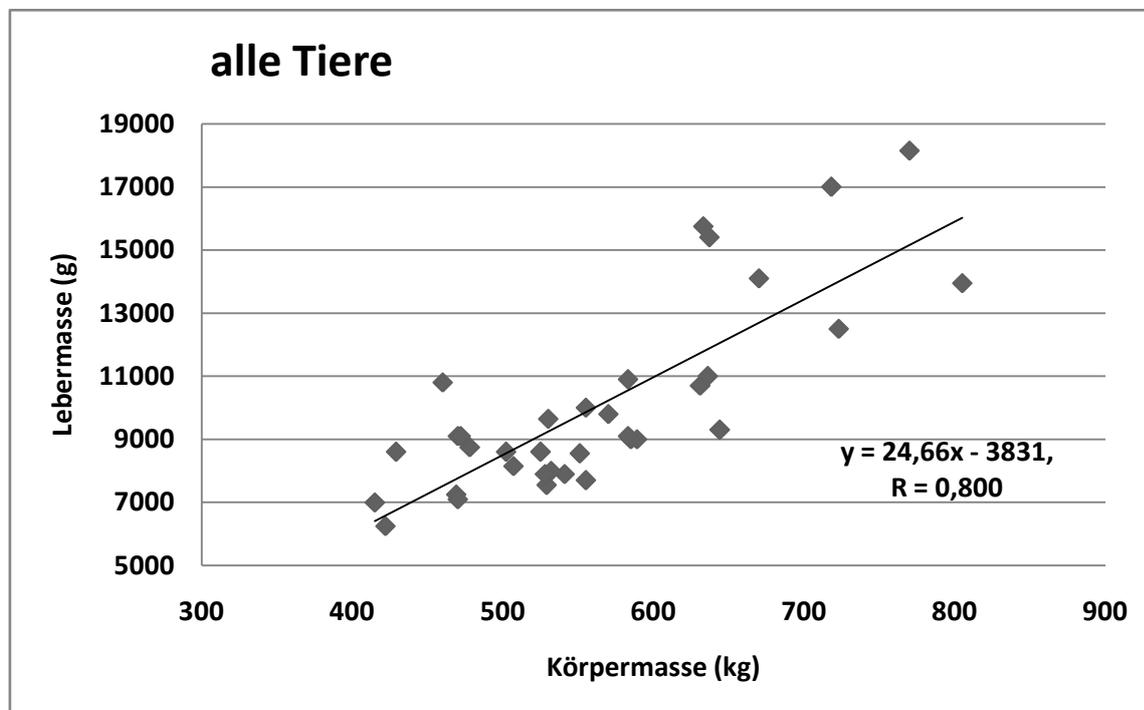


Abbildung 10: Zusammenhang zwischen der Körpermasse und der Lebermasse bei allen Tieren

2.2 Korrelationen einiger ausgewählter Stammdaten miteinander

Tabelle 11: Abhängigkeiten einzelner Stammdaten voneinander (angegeben ist jeweils der Korrelationskoeffizient)

	Brustumfang	Stockmaß	BCS
Körpermasse	0,714	0,347	0,757
Brustumfang		0,381	0,381
Stockmaß			0,031

Von den Parametern Körpermasse, Stockmaß, Brustumfang und BCS korreliert die Körpermasse signifikant mit dem BCS und dem Brustumfang. Der Parameter Stockmaß ist bei den Untersuchungen vernachlässigbar.

3. Korrelationen zwischen den perkutierten Breiten, den am PC ermittelten Flächen, und den in der Sektion ermittelten Leberdaten

Die Tiere wurden in die Gruppen „alle“, „gesunde Versuchstiere“ und „Patienten“ eingeteilt. Die Flächenmaße lagen erst ab laufender Nummer 6 vor, die gemessenen Breiten von allen 36 Tieren.

Tabelle 12: Korrelationen der perkutierten Flächen und Breiten mit den bei der Sektion ermittelten Leberwerten aller Tiere (angegeben ist jeweils der Korrelationskoeffizient)

	Leber- länge	Summe BLB	Leber- dicke	Leber- masse	Leber- volumen	LM*100/KM	Leber- fettgehalt
P Fläche gesamt	0,646	0,623	0,608	0,619	0,656	0,517	0,586
P Fläche 0 - 15 cm	0,450	0,501	0,531	0,528	0,542	0,470	0,478
P Fläche 15 - 30 cm	0,681	0,609	0,565	0,583	0,632	0,466	0,568
P Breite direkt	-0,166	-0,032	0,222	0,074	0,090	0,073	0,110
P Breite 15 cm	0,643	0,641	0,479	0,703	0,715	0,497	0,526
P Breite 30 cm	0,482	0,571	0,338	0,459	0,492	0,323	0,437

Der Parameter Lebervolumen ergab mit den perkutierten Flächen und Breiten die Korrelationen mit den höchsten Korrelationskoeffizienten (vgl. Tabelle 12). Im Gegensatz zur Messung der perkutierten Breite 15 cm ventral der Querfortsätze (z.B. 0,715 mit dem Lebervolumen) ergaben sich bei der Messung der perkutierten Breite direkt unterhalb der Querfortsätze keinerlei signifikante Korrelationen.

Tabelle 13: Korrelationen der perkutierten Flächen und Breiten mit den bei der Sektion ermittelten Leberwerten der gesunden Versuchstiere (angegeben ist jeweils der Korrelationskoeffizient)

	Leber- länge	Summe BLB	Leber- dicke	Leber- masse	Leber- volumen	LM*100/KM	Leber- fettgehalt
P Fläche gesamt	0,570	0,382	0,578	0,391	0,422	0,671	0,190
P Fläche 0 - 15 cm	0,380	0,235	0,594	0,250	0,241	0,437	0,251
P Fläche 15 - 30 cm	0,615	0,427	0,471	0,430	0,485	0,722	0,115
P Breite direkt	0,093	0,045	0,173	0,239	0,160	0,064	0,191
P Breite 15 cm	0,502	0,335	0,170	0,466	0,470	0,573	0,178
P Breite 30 cm	0,072	0,540	-0,192	0,321	0,307	0,235	-0,332

Betrachtet man nur die Gruppe der gesunden Versuchstiere, sind die Signifikanzen der Korrelationen unzureichend (siehe Tabelle 13). Allerdings handelt es sich, wie oben schon verdeutlicht (siehe Tabelle 9), um eine Tiergruppe mit sehr homogenen Lebermaßen. Bei der Patientengruppe handelt es sich dagegen um eine Population weniger homogener Tiere. Aus der Gruppe der Patienten (n = 20) hatten 8 Tiere eine geringgradige bis hochgradige Fettleber.

Zieht man nur die Gruppe der Patienten in Betracht, sind die Signifikanzen fast aller bestimmten Korrelationen gut bis sehr gut, ausgenommen sind wiederum die Korrelationen bei der Messung der Breite direkt unterhalb der Querfortsätze, bei der sich keine signifikanten Korrelationen ergaben (Tabelle 14).

Tabelle 14: Korrelationen der perkutierten Flächen und Breiten mit den bei der Sektion ermittelten Leberwerten der Patientengruppe (angegeben ist jeweils der Korrelationskoeffizient)

	Leber- länge	Summe BLB	Leber- dicke	Leber- masse	Leber- volumen	LM*100/KM	Leber- fettgehalt
P Fläche gesamt	0,748	0,802	0,653	0,792	0,849	0,535	0,727
P Fläche 0 - 15 cm	0,532	0,671	0,548	0,695	0,724	0,522	0,583
P Fläche 15 - 30 cm	0,781	0,764	0,622	0,733	0,801	0,459	0,715
P Breite direkt	-0,196	0,011	0,266	0,125	0,161	0,126	0,162
P Breite 15 cm	0,696	0,751	0,553	0,808	0,830	0,492	0,607
P Breite 30 cm	0,733*	0,716	0,621*	0,630	0,696	0,382	0,651*

*Die Korrelationskoeffizienten sind signifikant unterschiedlich zwischen Patienten und Versuchstieren

Abbildungen 11 und 12 verdeutlichen den Unterschied zwischen der Gruppe der gesunden Versuchstiere und der Patientengruppe anhand der Parameter Lebervolumen und der gesamten Perkussionsfläche.

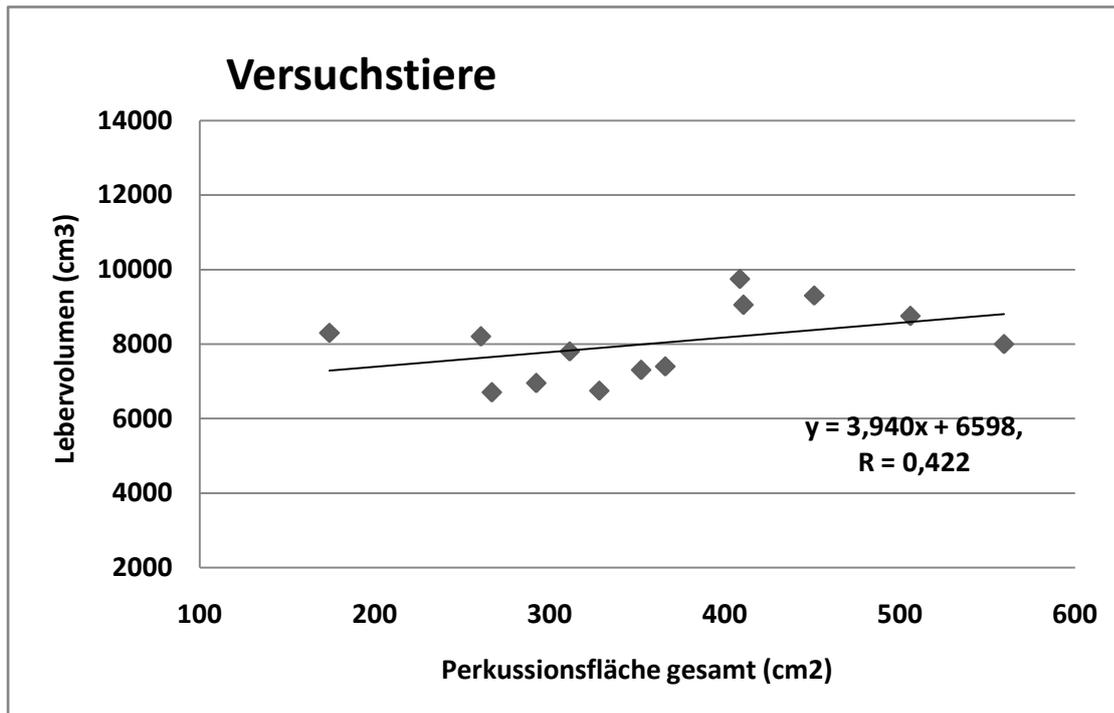


Abbildung 11: Zusammenhang zwischen Lebervolumen und gesamter Perkussionsfläche bei den gesunden Versuchstieren, Korrelationskoeffizient: 0,422

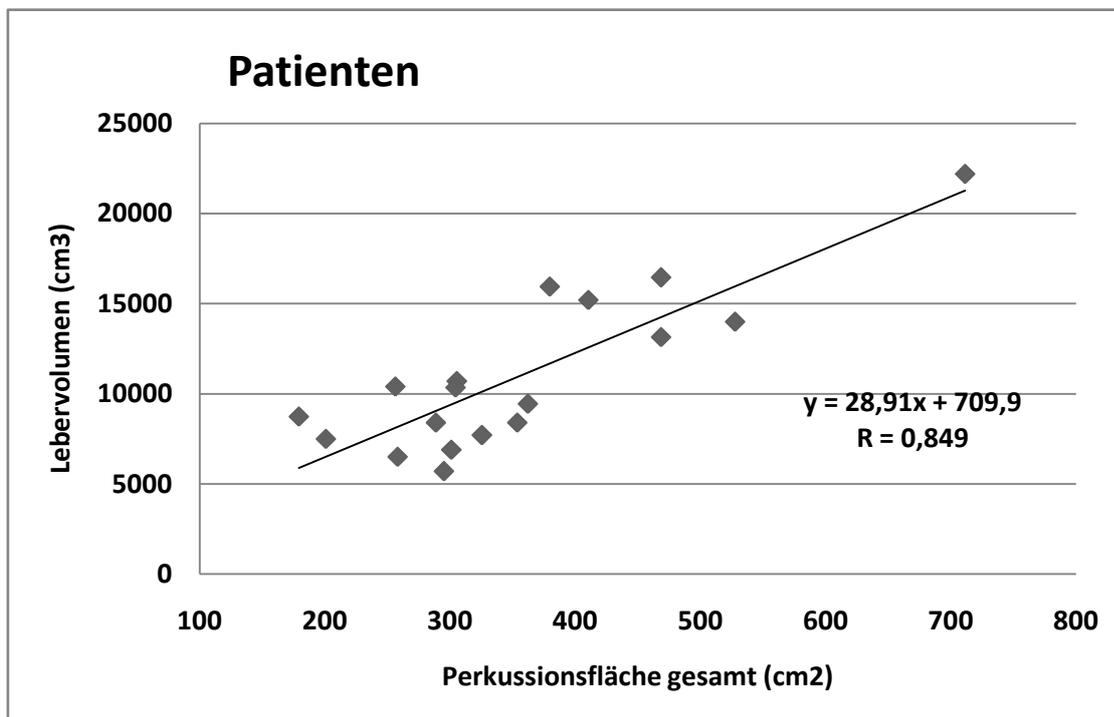


Abbildung 12: Zusammenhang zwischen Lebervolumen und gesamter Perkussionsfläche bei der Patientengruppe, Korrelationskoeffizient: 0,849

3.1 Vergleich zwischen den per Perkussion und Sonographie ermittelten Parametern

Tabelle 15: Mittelwert, Standardabweichung, Median, Minimum und Maximum der per Sonographie ermittelten Größen. Zur besseren Übersicht wurden die bei der Perkussion ermittelten Mittelwerte ebenfalls mit angegeben

	MW Perkussion	MW Sono	Stabw	Median	Min	Max
S Breite direkt (cm)	10,19	10,90	5,30	9,00	3,50	26,00
S Breite 15 cm (cm)	13,42	17,53	4,72	16,75	7,50	31,50
S Breite 30 cm (cm)	11,76	16,26	7,31	16,00	3,00	32,00
S KrAbLot direkt (cm)	31,15	31,32	5,24	32,00	20,00	43,00
S KrAbLot 15 cm (cm)	29,31	27,15	6,49	28,00	14,00	42,00
S KrAbLot 30 cm (cm)	28,01	22,06	6,27	21,75	11,50	36,50
S KaAbLot direkt (cm)	41,42	41,50	8,62	42,00	16,50	61,00
S KaAbLot 15 cm (cm)	42,17	44,47	7,58	43,50	29,50	66,00
S KaAbLot 30 cm (cm)	39,68	37,86	10,83	38,00	20,50	63,00
S Fläche gesamt (cm ²)	357,51	494,42	129,53	471,58	328,55	924,74
S Fläche 0 - 15 cm (cm ²)	183,16	239,32	64,05	233,30	154,09	418,42

Der Vergleich der per Perkussion ermittelten Flächen mit den per Sonographie ermittelten Flächen ergab signifikante Korrelationen. Es wurden alle Tiere mit laufender Nummer größer gleich 6 ausgewertet, da die Flächen erst ab der laufenden Nummer 6 bestimmt wurden (siehe Tabelle 16).

Vergleicht man die per Perkussion ermittelte Breite des Leberperkussionsfeldes mit der per Sonographie gemessenen Breite (Tabelle 17) ergeben sich nur an den Messpunkten direkt und 15 cm ventral der Lendenwirbelquerfortsätze signifikante Korrelationen.

Tabelle 16: Korrelationen zwischen den per Perkussion und Sonographie ermittelten Flächen, eingeteilt in die Gruppen alle Tiere, Patienten, Versuchstiere (angegeben ist jeweils der Korrelationskoeffizient)

			S Fläche gesamt	S Fläche 0 - 15 cm	S Fläche 15 - 30 cm
P Fläche gesamt	n = 31	Alle	0,802		
	n = 18	Patienten	0,856		
	n = 13	Versuchstiere	0,786		
P Fläche 0 - 15 cm	n = 31	Alle		0,725	
	n = 18	Patienten		0,798	
	n = 13	Versuchstiere		0,743	
P Fläche 15 - 30 cm	n = 31	Alle			0,776
	n = 18	Patienten			0,816
	n = 13	Versuchstiere			0,695

Tabelle 17: Korrelationen zwischen den per Perkussion und Sonographie ermittelten Breiten, eingeteilt in die Gruppen alle Tiere, Patienten, Versuchstiere (angegeben ist jeweils der Korrelationskoeffizient)

			S Breite direkt	S Breite 15 cm	S Breite 30 cm
P Breite direkt	n = 36	Alle	0,629		
	n = 20	Patienten	0,731		
	n = 16	Versuchstiere	0,545		
P Breite 15 cm	n = 36	Alle		0,555	
	n = 20	Patienten		0,686	
	n = 16	Versuchstiere		0,176	
P Breite 30 cm	n = 36	Alle			0,343
	n = 20	Patienten			0,397
	n = 16	Versuchstiere			-0,332

Tabelle 18: Korrelationen zwischen den per Perkussion und Sonographie ermittelten kranialen Grenzen, eingeteilt in die Gruppen alle Tiere, Patienten, Versuchstiere (angegeben ist jeweils der Korrelationskoeffizient)

			S AbKrGr direkt	S AbKrGr 15 cm	S AbKrGr 30 cm
P	n = 36	Alle	0,813		
AbKrGr	n = 20	Patienten	0,830		
direkt	n = 16	Versuchstiere	0,758		
P	n = 36	Alle		0,908	
AbKrGr	n = 20	Patienten		0,866	
15 cm	n = 16	Versuchstiere		0,958	
P	n = 36	Alle			0,710
AbKrGr	n = 20	Patienten			0,751
30 cm	n = 16	Versuchstiere			0,565

Die Koeffizienten der Korrelationen der kranialen Lebergrenzen sind im Allgemeinen hoch (vgl. Tabelle 18). Der Übergang zwischen Lunge und Leber ist vor allem bei den dorsalen zwei Messpunkten (Korrelationskoeffizienten > 0,8) sowohl mittels Perkussion als auch per Ultraschall gut darstellbar.

Tabelle 19: Korrelationen zwischen den per Perkussion und Sonographie ermittelten kaudalen Grenzen, eingeteilt in die Gruppen alle Tiere, Patienten, Versuchstiere (angegeben ist jeweils der Korrelationskoeffizient)

			S AbKaGr direkt	S AbKaGr 15 cm	S AbKaGr 30 cm
P AbKaGr direkt	n = 36	Alle	0,883		
	n = 20	Patienten	0,876		
	n = 16	Versuchstiere	0,885		
P AbKaGr 15 cm	n = 36	Alle		0,878	
	n = 20	Patienten		0,956*	
	n = 16	Versuchstiere		0,714	
P AbKaGr 30 cm	n = 36	Alle			0,678
	n = 20	Patienten			0,708
	n = 16	Versuchstiere			0,536

* Die Korrelationskoeffizienten sind signifikant unterschiedlich zwischen Patienten und Versuchstieren

Die per Perkussion und Sonographie ermittelten kaudalen Lebergrenzen zeigen ebenfalls signifikante Korrelationen (siehe Tabelle 19), wie schon bei den kranialen Lebergrenzen beobachtet, vor allem bei den dorsalen zwei Messpunkten.

3.2 Korrelationen zwischen den per Sonographie ermittelten Parametern und den Stammdaten

Der Vergleich der per Perkussion ermittelten Parameter mit den Stammdaten ergab bei der Patientengruppe signifikante Korrelationen (vgl. Tabellen 6 bis 9). Untersucht man nun dieselben per Ultraschall ermittelten Parameter, ergeben sich ähnliche Korrelationsverteilungen (siehe Tabellen 20 bis 22). Signifikante Korrelationen ergeben, wie schon bei der Perkussion, nur die Parameter Körpermasse und BCS. Die Höhe der Korrelationskoeffizienten ist in etwa gleich.

Tabelle 20: Korrelationen zwischen den per Sonographie ermittelten Parametern und den Stammdaten, alle Tiere (angegeben ist jeweils der Korrelationskoeffizient)

	Körpermasse	Brustumfang	Stockmaß	BCS
S Breite direkt	0,254	-0,017	0,135	0,164
S Breite 15 cm	0,528	0,318	0,106	0,366
S Breite 30 cm	0,095	0,179	-0,029	-0,034
S AbKrGr direkt	0,333	0,022	0,157	0,193
S AbKrGr 15 cm	0,285	-0,032	0,010	0,237
S AbKrGr 30 cm	0,312	-0,071	0,014	0,285
S AbKaGr direkt	0,434	0,009	0,234	0,283
S AbKaGr 15 cm	0,593	0,172	0,073	0,449
S AbKaGr 30 cm	0,546	0,210	0,026	0,447
S Fläche gesamt	0,573	0,352	0,255	0,247
S Fläche 0 - 15 cm	0,582	0,216	0,312	0,375
S Fläche 15 - 30 cm	0,427	0,368	0,151	0,093

Tabelle 21: Korrelationen zwischen den per Sonographie ermittelten Parametern und den Stammdaten, gesunde Versuchstiere (angegeben ist jeweils der Korrelationskoeffizient)

	Körpermasse	Brustumfang	Stockmaß	BCS
S Breite direkt	0,614	0,249	0,429	0,611
S Breite 15 cm	0,030	-0,103	0,308	-0,018
S Breite 30 cm	-0,085	0,083	-0,071	-0,149
S AbKrGr direkt	-0,140	-0,427	0,306	-0,333
S AbKrGr 15 cm	-0,035	-0,243	0,140	-0,133
S AbKrGr 30 cm	0,108	-0,334	0,152	-0,059
S AbKaGr direkt	0,241	-0,244	0,495	0,102
S AbKaGr 15 cm	0,057	-0,329	0,421	-0,111
S AbKaGr 30 cm	0,247	-0,194	0,361	0,191
S Fläche gesamt	-0,471	-0,518	0,251	-0,527
S Fläche 0 - 15 cm	-0,158	-0,485	0,415	-0,271
S Fläche 15 - 30 cm	-0,518	-0,387	0,082	-0,524

Tabelle 22: Korrelationen zwischen den per Sonographie ermittelten Parametern und den Stammdaten, Patienten

	Körpermasse	Brustumfang	Stockmaß	BCS
S Breite direkt	0,153	-0,039	0,038	-0,152*
S Breite 15 cm	0,608	0,497	0,100	0,447
S Breite 30 cm	0,543	0,497	0,057	0,390
S AbKrGr direkt	0,411	0,277	0,223	0,246
S AbKrGr 15 cm	0,269	0,128	0,104	0,148
S AbKrGr 30 cm	0,261	0,079	0,112	0,186
S AbKaGr direkt	0,468	0,207	0,211	0,181
S AbKaGr 15 cm	0,615	0,423	0,145	0,402
S AbKaGr 30 cm	0,543	0,424	0,037	0,364
S Fläche gesamt	0,672*	0,523*	0,336	0,369
S Fläche 0 - 15 cm	0,626*	0,379	0,401	0,430
S Fläche 15 - 30 cm	0,557*	0,514*	0,211	0,240

* Die Korrelationskoeffizienten sind signifikant unterschiedlich zwischen Patienten und Versuchstieren

3.3 Korrelationen zwischen den per Sonographie erhobenen Breiten, den am PC ermittelten Flächen und den bei der Sektion ermittelten Lebergrößen

Mit dieser Untersuchung lässt sich wiederum ein guter Vergleich zwischen Perkussion und Sonographie erheben.

Tabelle 23: Korrelationen der per Sonographie ermittelten Flächen und Breiten mit den bei der Sektion ermittelten Leberwerten aller Tiere (angegeben ist jeweils der Korrelationskoeffizient)

	Leber- länge	Summe BLB	Leber- dicke	Leber- masse	Leber- volumen	LM*100/KM	Leber- fettgehalt
S Fläche gesamt	0,611	0,635	0,682	0,678	0,733	0,510	0,749
S Fläche 0 - 15 cm	0,443	0,473	0,565	0,567	0,616	0,362	0,594
S Fläche 15 - 30 cm	0,587	0,601	0,603	0,595	0,642	0,496	0,682
S Breite direkt	0,136	0,211	0,384	0,358	0,412	0,328	0,341
S Breite 15 cm	0,185	0,367	0,505	0,497	0,554	0,251	0,528
S Breite 30 cm	0,387	0,604	0,659	0,677	0,657	0,553	0,594

Tabelle 24: Korrelationen der per Sonographie ermittelten Flächen und Breiten mit den bei der Sektion ermittelten Leberwerten der gesunden Versuchstiere (angegeben ist jeweils der Korrelationskoeffizient)

	Leber- länge	Summe BLB	Leber- dicke	Leber- masse	Leber- volumen	LM*100/KM	Leber- fettgehalt
S Fläche gesamt	0,529	0,299	0,448	0,208	0,206	0,447	0,420
S Fläche 0 - 15 cm	0,424	0,085	0,324	0,210	0,173	0,290	0,202
S Fläche 15 - 30 cm	0,436	0,338	0,390	0,146	0,165	0,398	0,419
S Breite direkt	0,074	-0,026	-0,119	0,317	0,218	-0,052	0,086
S Breite 15 cm	-0,341	-0,310	0,128	-0,112	-0,067	-0,157	0,369
S Breite 30 cm	-0,101	-0,251	0,447	0,295	0,233	-0,018	0,485

Tabelle 25: Korrelationen der per Sonographie ermittelten Flächen und Breiten mit den bei der Sektion ermittelten Leberwerten der Patienten (angegeben ist jeweils der Korrelationskoeffizient)

	Leber- länge	Summe BLB	Leber- dicke	Leber- masse	Leber- volumen	LM*100/KM	Leber- fettgehalt
S Fläche gesamt	0,615	0,691	0,713	0,741	0,812*	0,487	0,787
S Fläche 0 - 15 cm	0,404	0,476	0,587	0,569	0,632	0,305	0,600
S Fläche 15 - 30 cm	0,636	0,699	0,649	0,704	0,765*	0,510	0,746
S Breite direkt	0,108	0,223	0,514	0,360	0,448	0,411	0,386
S Breite 15 cm	0,245	0,476	0,593	0,580*	0,647*	0,288	0,577
S Breite 30 cm	0,378	0,665*	0,715	0,757*	0,738*	0,642	0,636

* Die Korrelationskoeffizienten sind signifikant unterschiedlich zwischen Patienten und Versuchstieren

Vergleicht man die per Perkussion ermittelten Maße (Tabellen 12 bis 15) mit denselben, per Sonographie ermittelten Parametern (Tabellen 23 bis 25), ergeben sich einige Korrelationen mit hohem Korrelationskoeffizienten. Die perkutierte Werte und die sonographisch ermittelten Werte sind im Allgemeinen recht ähnlich. Bei Betrachtung der Gruppe „alle Tiere“ waren die Korrelationskoeffizienten der sonographisch ermittelten Korrelationen höher als die durch die Perkussion erhaltenen Koeffizienten. Bei der Gruppe „gesunde Versuchstiere“ sind allerdings die Koeffizienten der Korrelationen der perkutierte Werte besser.

Betrachtet man nur die Patientengruppe (Tabelle 25), so ergeben sich fast bei sämtlichen Parametern signifikante Korrelationen, wobei die Korrelationskoeffizienten der perkutierte Parameter meist höher sind als diejenigen, die per Sonographie ermittelt wurden. Die bei der Sektion ermittelten Maße Lebermasse und Lebervolumen sind am aussagekräftigsten und dienen für die weiteren Untersuchungen als Goldstandard.

Bei der Ultraschalluntersuchung fällt - wie schon bei der Perkussion - auf, dass es kaum signifikante Korrelationen bei der ermittelten Breite direkt unterhalb der Querfortsätze gibt.

Wie schon bei der Perkussion ergeben sich auch bei der Sonographie bei der Patientengruppe viele signifikante Korrelationen (Tabelle 25). Betrachtet man nur die Gruppe der gesunden Versuchstiere, ergibt sich nur eine signifikante Korrelation (Tabelle 24).

4. Korrelationen zwischen weiteren sonographisch bestimmten Werten und einigen ausgewählten Lebermaßen

Die Sonographie ermöglicht neben den oben schon aufgeführten Parametern die Erhebung vieler weiterer Größen. Die Parameter, die die tatsächliche Größe der Leber am besten widerspiegeln, sind Lebermasse, Lebervolumen, der Fettgehalt der Leber oder auch der Quotient aus Lebermasse und Körpermasse. Aus diesem Grund dienen diese Parameter auch als Goldstandards. Sie sind nicht nur für die Leberschallperkussion, sondern auch für die Ultraschalluntersuchung, die wichtigste Kontrollinstanz in Bezug auf eine Lebervergrößerung.

Die Tabellen 26 bis 30 geben einen Überblick über diese Parameter und ihre Korrelation mit einigen ausgewählten Lebermaßen bei allen Tieren. Da einige Maße nicht regelmäßig bei allen Tieren erhoben werden konnten (so sind die Venen aufgrund zu hoher Schallauslöschung bei Tieren mit einer Fettleber, oder zum Teil in den einzelnen Interkostalräumen nicht darstellbar) wurde die Stichprobengröße n für die einzelnen Parameter mit angegeben.

Tabelle 26: Korrelationen zwischen der sonographisch ermittelten dorsalen Leberbegrenzung (DLB), der ventralen Leberbegrenzung (VLB) und der daraus errechneten dorsoventralen Ausdehnung der Leber in den einzelnen Interkostalräumen und einigen ausgewählten Lebermaßen bei allen Tieren (angegeben ist jeweils der Korrelationskoeffizient)

		Lebermasse	Lebervolumen	LM*100/KM	Leberfettgehalt
DLB 12	n = 35	0,238	0,219	0,113	0,221
DLB 11	n = 36	0,382	0,348	0,323	0,069
DLB 10	n = 36	0,534	0,519	0,416	0,274
DLB 9	n = 34	0,622	0,603	0,458	0,266
VLB 12	n = 34	0,807	0,766	0,672	0,541
VLB 11	n = 36	0,770	0,738	0,594	0,450
VLB 10	n = 36	0,850	0,811	0,628	0,566
VLB 9	n = 33	0,645	0,634	0,314	0,278
Ausdehnung 12	n = 34	0,673	0,642	0,606	0,404
Ausdehnung 11	n = 36	0,600	0,586	0,445	0,449
Ausdehnung 10	n = 36	0,656	0,617	0,465	0,513
Ausdehnung 9	n = 33	0,245	0,248	-0,010	0,103

Tabelle 27: Korrelationen zwischen der sonographisch ermittelten dorsalen Begrenzung der VCC, des Durchmessers der VCC und des Abstandes der VCC zur Bauchwand in den einzelnen Interkostalräumen und einigen ausgewählten Lebermaßen bei allen Tieren (angegeben ist jeweils der Korrelationskoeffizient)

		Lebermasse	Lebervolumen	LM*100/KM	Leberfettgehalt
DBVCC 12	n = 27	0,560	0,576	0,339	0,359
DBVCC 11	n = 33	0,492	0,503	0,247	0,345
DBVCC 10	n = 30	0,584	0,584	0,373	0,473
QVCC 12	n = 27	0,605	0,605	0,618	0,546
QVCC 11	n = 33	0,504	0,486	0,172	0,488
QVCC 10	n = 30	0,433	0,425	0,332	0,607
ABwVCC 12	n = 27	0,460	0,480	0,156	0,459
ABwVCC 11	n = 33	0,646	0,663	0,275	0,474
ABwVCC 10	n = 30	0,740	0,737	0,525	0,547

Tabelle 28: Korrelationen zwischen der sonographisch ermittelten dorsalen Begrenzung der VP, des Durchmessers der VP und des Abstandes der VP zur Bauchwand in den einzelnen Interkostalräumen und einigen ausgewählten Lebermaßen bei allen Tieren (angegeben ist jeweils der Korrelationskoeffizient, die höchsten Werte sind unterstrichen)

		Lebermasse	Lebervolumen	LM*100/KM	Leberfettgehalt
DBVP 12	n = 29	0,757	0,749	0,487	0,493
DBVP 11	n = 33	0,594	0,609	0,323	0,359
DBVP 10	n = 30	0,618	0,622	0,493	0,502
QVP 12	n = 29	0,289	0,273	0,046	0,171
QVP 11	n = 33	0,268	0,248	-0,073	0,096
QVP 10	n = 30	0,320	0,303	0,015	0,179
ABwVP 12	n = 29	0,704	0,693	0,552	0,514
ABwVP 11	n = 33	<u>0,859</u>	<u>0,854</u>	<u>0,572</u>	<u>0,749</u>
ABwVP 10	n = 30	0,773	0,772	0,424	0,604

Tabelle 29: Korrelationen zwischen dem sonographisch ermittelten Abstand der kranialen und der kaudalen Grenze zur Medianen, dem kranialen und dem kaudalen Abstand zum hinter dem Schulterblatt gefällten Lot in den verschiedenen Interkostalräumen und einigen ausgewählten Lebermaßen bei allen Tieren (angegeben ist jeweils der Korrelationskoeffizient)

		Lebermasse	Lebervolumen	LM*100/KM	Leberfett- gehalt
AbKrGrMed 8	n = 30	0,268	0,270	0,076	0,181
AbKrGrMed 9	n = 35	0,562	0,560	0,386	0,245
AbKrGrMed 10	n = 36	0,622	0,619	0,478	0,392
AbKrGrMed 11	n = 36	0,253	0,227	0,117	-0,026
AbKrGrMed 12	n = 31	0,280	0,270	0,297	0,325
AbKaGrMed 8	n = 20	0,328	0,323	0,291	0,132
AbKaGrMed 9	n = 34	0,566	0,576	0,195	0,470
AbKaGrMed 10	n = 36	0,791	0,808	0,547	0,691
AbKaGrMed 11	n = 36	0,796	0,804	0,644	0,672
AbKaGrMed 12	n = 35	0,765	0,760	0,580	0,642
AbKrGrLot dir	n = 36	0,431	0,399	0,378	0,180
AbKrGrLot 15 cm	n = 36	0,450	0,418	0,455	0,194
AbKrGrLot 30 cm	n = 36	0,480	0,476	0,480	0,254
AbKaGrLot dir	n = 34	0,532	0,547	0,453	0,357
AbKaGrLot 15 cm	n = 36	0,730	0,739	0,583	0,525
AbKaGrLot 30 cm	n = 36	0,754	0,742	0,673	0,571

Einige dieser per Sonographie erhobenen Daten korrelieren signifikant mit der Lebermasse und dem Lebervolumen (z.B. VLB, ABwVCC 10, DBVP 12, ABwVP 11 (12), AbKaGrMed 10 - 12, AbKaGrLot 15 cm, 30 cm). Bei diesen Parametern ergeben sich zum Teil höhere Korrelationskoeffizienten als bei den per Sonographie bestimmten Breiten des Leberfeldes (siehe Tabelle 23).

4.1 Korrelationen zwischen dem per Sonographie ermittelten Leberwinkel und einigen ausgewählten Lebermaßen

Da der Leberwinkel beschreibend erfasst wurde (siehe Datencodierung im Kapitel III 9.4) kommt bei der explorativen Datenanalyse der Kruskal–Wallis–Test zur Anwendung. Es ergeben sich für die Parameter Lebervolumen, Lebermasse, LM*100/KM, Leberlänge und Summe_BLB bei allen gemessenen Winkeln signifikante p-Werte.

Berechnet man die p-Werte der Winkel in den verschiedenen Interkostalräumen und der perkutierten Gesamtfläche, ergibt sich für den Winkel im 10. IKR ein p-Wert von 0,073, im 11. IKR ein p-Wert von 0,009 und im 12. IKR ein p-Wert von 0,028. Die beiden letztgenannten p-Werte sind statistisch signifikant.

Berechnet man die p-Werte der Winkel in den verschiedenen Interkostalräumen und der perkutierten Breite des Leberperkussionsfeldes 15 cm ventral der Lendenwirbelquerfortsätze, so ergibt sich für den Winkel im 10. IKR ein p-Wert von 0,051, im 11. IKR ein p-Wert von 0,012 (vgl. Abbildung 13) und im 12. IKR ein p-Wert von 0,143. Der p-Wert im 11. IKR ist statistisch signifikant.

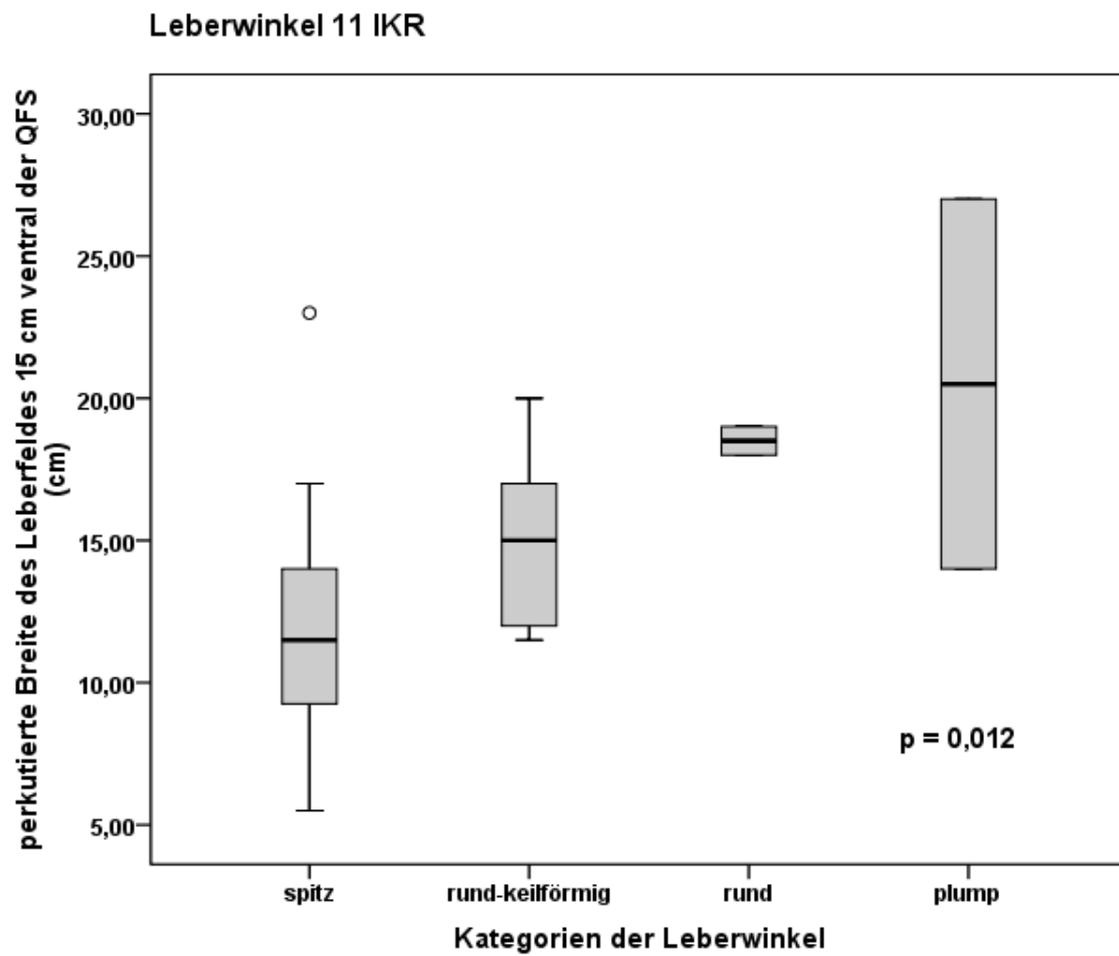


Abbildung 13: perkutierte Breite des Leberfeldes 15 cm ventral der Lendenwirbelquerfortsätze bei unterschiedlichen Leberwinkeln im 11. Interkostalraum

5. Bei der Sektion bestimmte Parameter und Fettbestimmung der Leber

5.1 Bei der Sektion bestimmte Parameter

Neben der gemessenen Leberlänge (in cm) wurden die an drei festgelegten Messpunkten gemessenen Breiten der Leber durch Addition zu einem Parameter zusammengefasst. Dieser wird als Summe_BLB bezeichnet und in cm angegeben. Der Koeffizient ihrer Korrelation mit der gemessenen Leberlänge beträgt 0,841.

Die Lebermasse in Gramm war in der Regel höher als das Volumen der Leber in cm^3 . Bei den euthanasierten Tieren war in vier Fällen das Lebervolumen höher als die Lebermasse. Hierbei handelte es sich um drei Lebern mit stark erhöhtem Fettgehalt; bei der vierten Leber handelte es sich um eine z.T. autolytische hyperämische Stauungsleber.

Lebermasse und Lebervolumen waren bei den geschlachteten Tieren unterschiedlich zu denjenigen der euthanasierten Tiere. Hier scheint die Tatsache des Ausblutens eine Rolle zu spielen ($p = 0,033$ für Masse, $p = 0,011$ für Volumen).

Berechnet man den Mann-Whitney U-Test für die Lebermassen/Lebervolumina der geschlachteten bzw. der euthanasierten Tiere, ergibt sich für die Masse ein p-Wert von 0,033, für das Volumen ein Wert von 0,011; beide sind signifikant. Sowohl die Massen als auch die Volumina der Lebern der euthanasierten Tiere waren höher als die der geschlachteten Tiere.

Tabelle 30: Mittelwerte, Standardabweichungen und Variationskoeffizienten ausgesuchter Leberwerte eingeteilt in die Gruppen Alle Tiere, Versuchstiere und Patienten

		Leberlänge (cm)	Summe_BLB (cm)	Leberdicke (cm)	Lebermasse (g)	Lebervolumen (cm ³)	LM*100/KM	Leberfettgehalt (%)
Alle Tiere	MW	61,72	102,01	10,56	10065,28	9708,06	1,77	5,47
	Stabw	5,98	10,45	1,50	2929,23	3418,15	0,31	8,14
	VK	9,69	10,24	14,20	29,10	35,21	17,32	148,70
	Median	61,00	99,25	10,20	9100,00	8570,00	1,72	2,62
	Min	51,50	86	8,00	6250,00	5700,00	1,39	0,25
	Max	78,00	129	15,00	18150,00	22200,00	2,49	36,10
Versuchstiere	MW	59,56	97,16	10,28	8750,00	8115,63	1,65	2,33
	Stabw	3,02	5,04	0,90	880,72	920,28	0,16	0,72
	VK	5,07	5,19	8,75	10,07	11,34	9,88	31,02
Patienten	MW	63,45	105,90	10,79	11117,50	10982,00	1,86	7,72
	Stabw	7,19	12,06	1,84	3545,62	4124,36	0,35	10,14
	VK	11,33	11,39	17,05	31,89	37,56	19,03	131,39

5.2 Ergebnisse der Leberfettbestimmung nach Soxhlet sowie mittels Schwimmprobe in CuSO_4 , Bestimmung der p-Werte

Die Durchführung des Kruskal-Wallis-Tests für die Schwimmprobe in CuSO_4 und den Leberfettgehalt ergibt einen p-Wert von 0,010. Dieser ist statistisch signifikant (siehe Abbildung 14).

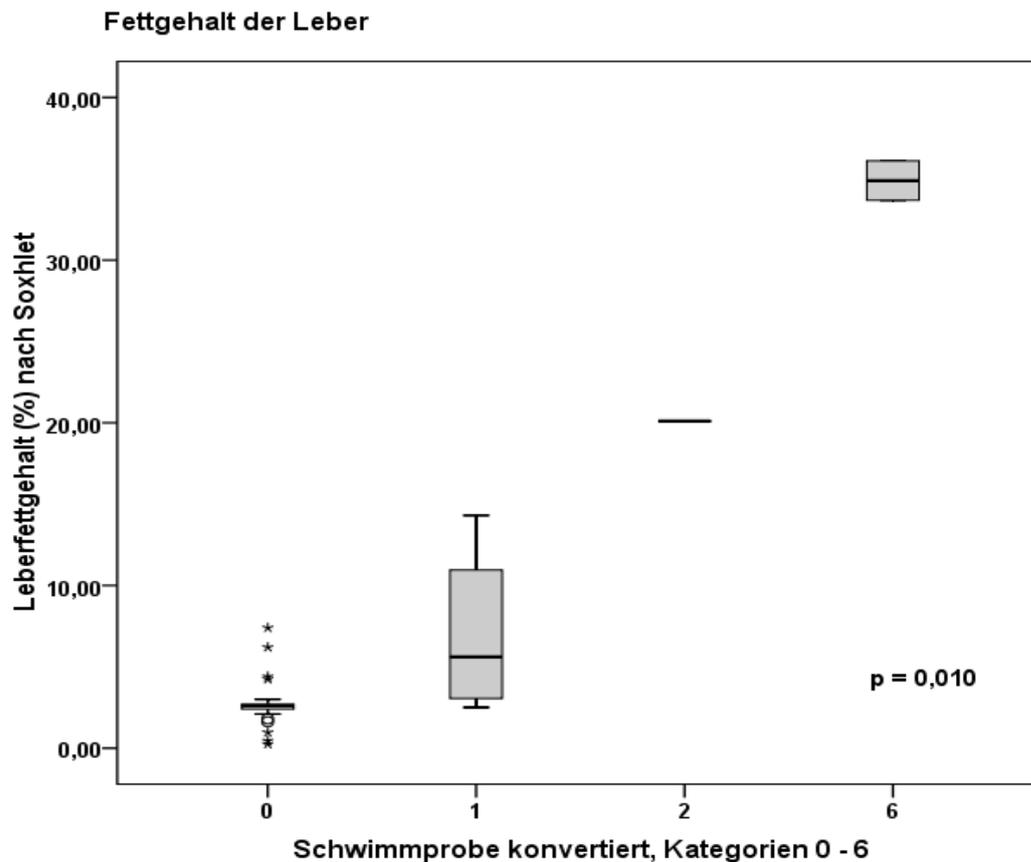


Abbildung 14: Zusammenhang des direkt gemessenen Leberfettes mit den Ergebnissen aus der Schwimmprobe in CuSO_4

Für die perkutierte Gesamtfläche ergibt sich mit der Schwimmprobe ein p-Wert von 0,146, mit dem Leberfettgehalt ein Korrelationskoeffizient von 0,586. Für die perkutierte Breite des Leberperkussionsfeldes 15 cm ventral der Lendenwirbelquerfortsätze ergibt sich mit der Schwimmprobe ein p-Wert von 0,175, mit dem Leberfettgehalt ein Korrelationskoeffizient von 0,526.

6. Korrelationen zwischen Laborwerten und per Perkussion und Ultraschall ermittelten Parametern sowie einigen bestimmten Lebermaßen

Tabelle 31: Korrelationen zwischen Laborwerten, per Perkussion und Sonographie ermittelten Breiten und Flächen, und einigen bestimmten Lebermaßen aller Tiere, (angegeben ist jeweils der Korrelationskoeffizient)

	GB	AST	γ GT	GLDH	FFS
P Fläche gesamt	0,553	0,517	0,528	0,476	0,071
S Fläche gesamt	0,713	0,675	0,690	0,630	0,241
P Fläche 0 - 15 cm	0,432	0,421	0,388	0,365	-0,002
S Fläche 0 - 15 cm	0,590	0,545	0,450	0,430	0,336
P Fläche 15 - 30 cm	0,549	0,501	0,542	0,479	0,113
S Fläche 15 - 30 cm	0,632	0,607	0,701	0,625	0,112
P Breite 15 cm	0,510	0,501	0,580	0,485	0,086
S Breite 15 cm	0,544	0,552	0,558	0,509	0,335
Lebervolumen	0,798	0,734	0,784	0,719	0,558
Lebermasse	0,681	0,603	0,694	0,617	0,493
LM*100/KM	0,514	0,442	0,554	0,516	0,344
Leberfettgehalt	0,913	0,841	0,836	0,884	0,569

Die Korrelationskoeffizienten der Labordaten mit den per Ultraschall ermittelten Werten sind geringfügig höher als die der Labordaten mit den perkutierten Werten (vgl. Tabelle 31). Mit dem Lebervolumen korrelieren alle Laborwerte gut bis sehr gut.

Nimmt man die Tiere mit den laufenden Nummern 12 und 13 aus der Auswertung (Laborwerte stark erhöht), findet man kaum noch signifikante Korrelationen (siehe Tabelle 33).

Die Aussagekraft der Bestimmung der Korrelationen mit den Laborwerten ist fraglich, da die Werte nur von zwei Tieren abhängig sind. Allerdings erhält man den Hinweis, dass bei stark

vergrößerten Lebern Zusammenhänge bestehen. Berechnet man die Korrelationen für die Gruppe der gesunden Versuchstiere, ergeben sich keine signifikanten Korrelationen.

Tabelle 32: Korrelation zwischen Laborwerten, per Perkussion und Sonographie ermittelten Breiten und Flächen und einigen bestimmten Lebermaßen der Patienten (angegeben ist jeweils der Korrelationskoeffizient)

	GB	AST	γ GT	GLDH	FFS
P Fläche gesamt	0,726*	0,680*	0,683*	0,605	0,223
S Fläche gesamt	0,788*	0,741*	0,749*	0,677*	0,322
P Fläche 0 - 15 cm	0,575*	0,563*	0,510	0,466	0,137
S Fläche 0 - 15 cm	0,605	0,568*	0,458	0,430	0,373
P Fläche 15 - 30 cm	0,716*	0,653*	0,694*	0,605*	0,248
S Fläche 15 - 30 cm	0,733*	0,705*	0,800*	0,711*	0,212
P Breite 15 cm	0,594*	0,594*	0,667	0,558*	0,164
S Breite 15 cm	0,610	0,640*	0,627	0,574	0,432
Lebervolumen	0,788*	0,726*	0,796*	0,722*	0,484
Lebermasse	0,653*	0,576*	0,693*	0,606*	0,408
LM*100/KM	0,492	0,425	0,570	0,521	0,288
Leberfettgehalt	0,904*	0,829*	0,827*	0,883*	0,530*

* Die Korrelationskoeffizienten sind signifikant unterschiedlich zwischen Patienten und Versuchstieren

Tabelle 33: Korrelation zwischen Laborwerten, per Perkussion und Sonographie ermittelten Breiten und Flächen und einigen bestimmten Lebermaßen der Patienten, mit Ausnahme der laufenden Nummern 12 und 13 (angegeben ist jeweils der Korrelationskoeffizient)

	GB	AST	γ GT	GLDH	FFS
P Fläche gesamt	0,485	0,117	0,346	0,403	-0,192
S Fläche gesamt	0,569	0,361	0,425	0,450	-0,065
P Fläche 0 - 15 cm	0,349	0,227	0,146	0,299	-0,186
S Fläche 0 - 15 cm	0,641	0,449	0,068	0,245	0,179
P Fläche 15 - 30 cm	0,454	-0,004	0,405	0,307	-0,142
S Fläche 15 - 30 cm	0,297	0,151	0,590	0,469	-0,253
P Breite 15 cm	0,282	0,200	0,551	0,626	-0,177
S Breite 15 cm	0,311	0,412	0,380	0,552	0,205
Lebervolumen	0,554	0,203	0,512	0,332	0,189
Lebermasse	0,515	0,176	0,511	0,336	0,161
LM*100/KM	0,161	-0,076	0,353	0,113	0,052
Leberfettgehalt	0,706	0,225	0,174	0,055	0,217

7. Leberschmerzperkussion

Von den Parametern Stöhnen, Schlagen, Stoßen, zur Seite Treten, Ausatmen, Trippeln und Unruhe waren vor allem zur Seite Treten, Ausatmen und Unruhe festzustellen. Bei der Form der Reaktionen verhielten sich die Tiere sehr ähnlich. Es waren keine rassebedingten Unterschiede festzustellen. Ob die Gruppe der Patienten anders reagiert hätte, wären die Tiere gesund (Allgemeinbefinden nicht reduziert) gewesen, ist fraglich.

Ein Zusammenhang zwischen Schmerzreaktionen und der Lebergröße (also auch einer Lebererkrankung, die mit Organvergrößerung einhergeht) war nur zwischen den Parametern Leberfettgehalt und Ausatmen festzustellen ($p = 0,042$).

Zwischen den Diagnosen und den Leberparametern Masse, Volumen und Leberfettgehalt war ebenfalls ein Zusammenhang festzustellen (p -Werte: 0,004; 0,003; 0,022), wie auch zwischen dem Allgemeinbefinden und der Lebermasse ($p = 0,043$) und dem Allgemeinbefinden und dem Lebervolumen ($p = 0,016$).

Um Rasseunterschiede festzustellen, werden die Daten der ersten Messung der intraindividuellen Untersuchung mit dazu genommen, da hier auch gesunde Fleckviehkühe untersucht wurden. Hier waren wieder keine rassebedingten Unterschiede festzustellen.

8. Regressionsberechnungen

In eine Regressionsberechnung dürfen als Faktoren nur solche Größen in die Gleichung miteinbezogen werden, die nicht miteinander korrelieren. So wurde aus jeder „Gruppe“ (z.B. Sonographie, Labor) nur ein Wert zur Berechnung herangezogen. Es wurde versucht, mit möglichst einfachen Parametern Regressionsgleichungen aufzustellen. Für die angegebenen Gleichungen und korrigierten (adj.) R^2 wurden die Residuen berechnet und der Kolmogorov-Smirnov-Test durchgeführt.

Bei der Berechnung von Regressionsgleichungen ergeben sich, mit Werten von z.T. $> 0,800$, ansehnliche (adj.) R^2 . Bei der untersuchten Tierzahl von $n = 36$ (bzw. $n = 30$ für die Flächenmaße) sind die Regressionsgleichungen allerdings nicht als allgemeingültig anzusehen.

Diese Berechnungen dienen nur als Hinweis auf die Möglichkeit einer Regressionsberechnung.

Beispiele für berechnete Regressionsgleichungen:

$$\begin{aligned} \text{Lebervolumen (cm}^3\text{)} = & -503,661 + 293,854 * \text{P Breite15 cm (cm)} \\ & + 40,999 * \text{GB (}\mu\text{mol/l)} + 1961,984 * \text{BCS} \\ & (\text{p} < 0,001); (\text{adj.}) \text{R}^2 = 0,808 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebervolumen (cm}^3\text{)} = & -1068,100 + 177,203 * \text{P Breite15 cm (cm)} \\ & + 39,117 * \text{GB (}\mu\text{mol/l)} + 13,757 * \text{KM (kg)} \\ & (\text{p} < 0,001); (\text{adj.}) \text{R}^2 = 0,829 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebervolumen (cm}^3\text{)} = & -2803,441 + 6,243 * \text{Gesamtfläche Perkussion (cm}^2\text{)} \\ & + 34,963 * \text{GB (}\mu\text{mol/l)} + 17,342 * \text{KM (kg)} \\ & (\text{p} < 0,001); (\text{adj.}) \text{R}^2 = 0,826 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebervolumen (cm}^3\text{)} = & -3296,814 + 11,612 * \text{Gesamtfläche Perkussion (cm}^2\text{)} \\ & + 36,434 * \text{GB (}\mu\text{mol/l)} + 2891,121 * \text{BCS} \\ & (\text{p} < 0,001); (\text{adj.}) \text{R}^2 = 0,796 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebermasse (kg)} = & 0,408 + 0,288 * \text{P Breite15 cm (cm)} + 0,23 * \text{GB (}\mu\text{mol/l)} \\ & + 2,192 * \text{BCS} \\ & (\text{p} < 0,001); (\text{adj.}) \text{R}^2 = 0,712 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Leberfettgehalt (\%)} = & -0,6976 + 0,164 * \text{GB (}\mu\text{mol/l)} + 3,407 * \text{BCS} \\ & (\text{p} < 0,001); (\text{adj.}) \text{R}^2 = 0,858 \end{aligned}$$

9. Messgenauigkeit in Abhängigkeit von der laufenden Nummer

Um untersuchen zu können, in wie weit sich die Qualität der Messung (Perkussion) verändert, bietet sich die Auswertung der Deckung der perkutierten Flächen im Vergleich mit den sonographisch erhobenen Flächenmaßen in Abhängigkeit von der laufenden Nummer an. Die absoluten Werte wurden in Prozentwerte umgewandelt. Bei Bestimmung der Korrelation zwischen der Deckung der gemessenen Flächen, in Abhängigkeit zur laufenden Nummer ergibt sich mit 0,631 ein signifikanter Wert. Auch die Differenz, der per Perkussion und per Sonographie ermittelten Breite des Leberperkussionsfeldes bei 15 cm ventral der Lendenwirbelquerfortsätze, ergibt in Abhängigkeit zur laufenden Nummer mit -0,507 einen signifikanten Korrelationskoeffizienten.

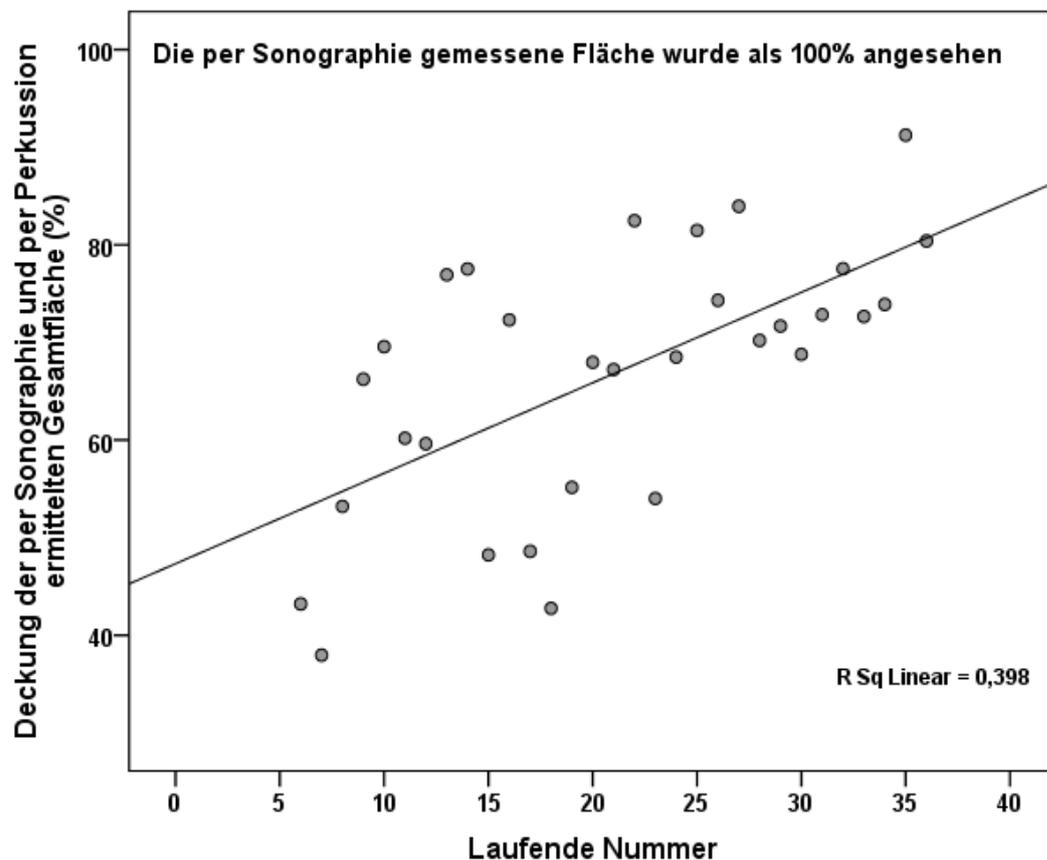


Abbildung 15: gemessene Deckung von Perkussion und Sonographie in Abhängigkeit zur laufenden Nummer

Aus Abbildung 15 wird ersichtlich, dass die Übereinstimmung der bestimmten Gesamtflächen zwischen Leberschallperkussion und Sonographie im Laufe der Versuchsreihe immer besser wurde.

10. Bestimmung der Validität der Perkussionsergebnisse anhand von Größenangaben der Leber aus der Literatur

Die Einteilung des Gesundheitsstatus der Leber erfolgte anhand der Angaben von PADBERG (1954) (siehe Kapitel III 10).

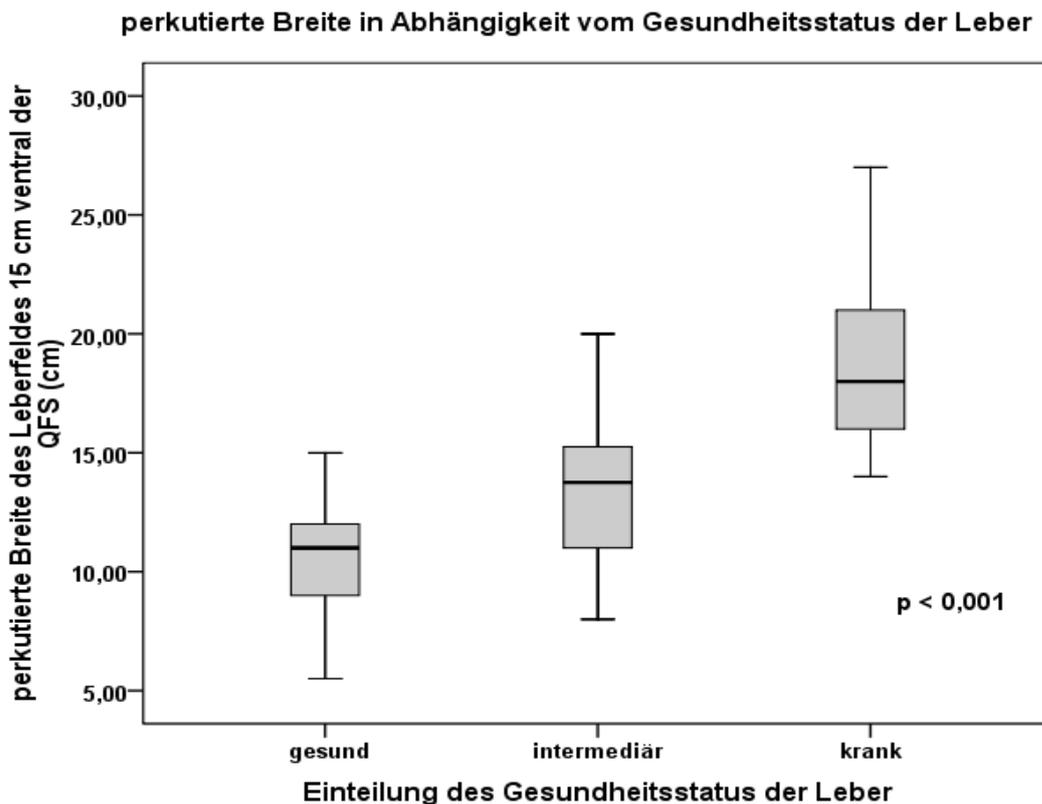


Abbildung 16: Darstellung des Zusammenhangs zwischen der perkutierten Breite des Leberfeldes 15 cm ventral der Lendenwirbelquerfortsätze und dem Gesundheitsstatus der Leber der Tiere

Zur Berechnung der p-Werte wurde der Kruskal-Wallis-Test herangezogen. Die erhaltenen p-Werte sind mit $p < 0,001$ für die perkutierte Breite bei 15 cm ventral der Lendenwirbelquerfortsätze (vgl. Abbildung 16) und $p = 0,001$ für die Gesamtfläche der Perkussion (vgl. Abbildung 17) signifikant. Die p-Werte für die Untersuchung der Breite direkt unterhalb der Lendenwirbelquerfortsätze mit $p = 0,798$ und $0,056$ bei der Breite 30 cm ventral der Querfortsätze sind nicht signifikant.

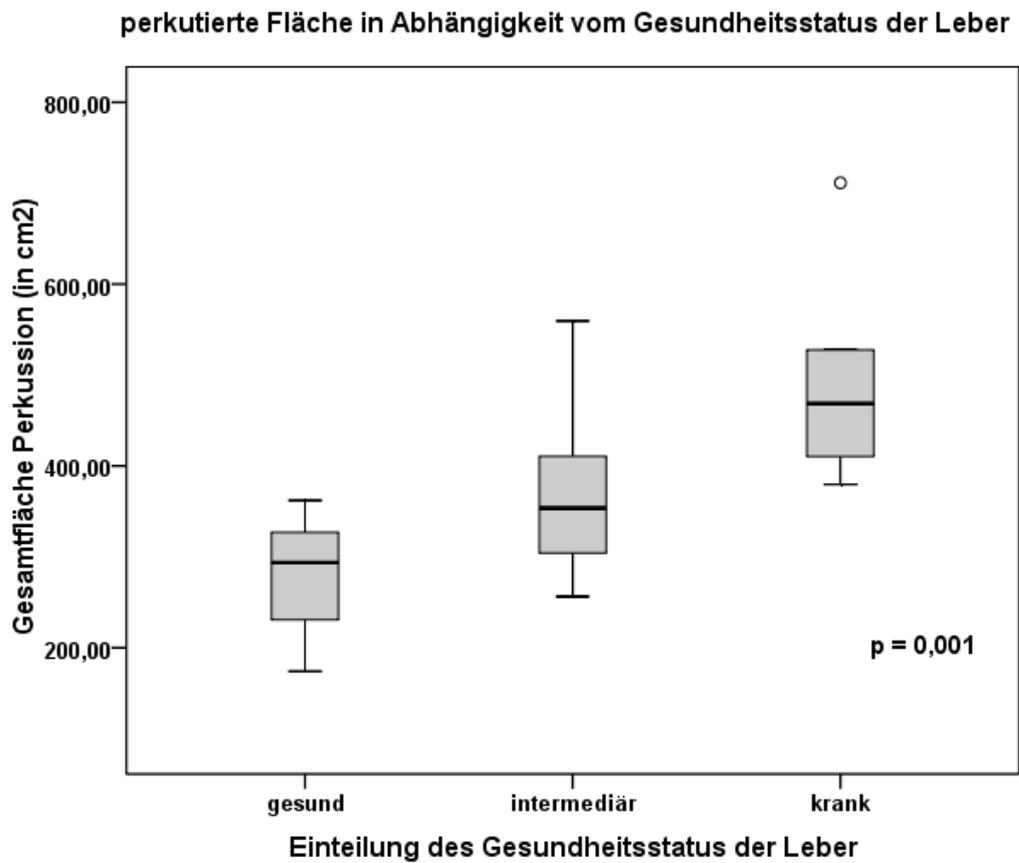


Abbildung 17: Darstellung des Zusammenhangs zwischen der gesamten Perkussionsfläche und dem Gesundheitsstatus der Leber der Tiere

11. Intraindividuelle Variation bei den Ergebnissen der Perkussion

Es wurden zehn Tiere viermal perkutiert. Dies geschah jeweils dienstags und freitags, also im Abstand von drei bzw. vier Tagen.

Variationskoeffizienten $\leq 10\%$ sind akzeptabel.

Tabelle 34: Durchschnittliche Mittelwerte, Standardabweichungen, Variationskoeffizienten der intraindividuellen Perkussionswerte

	Ø Mittelwert	Ø Standardabweichung	Ø Variationskoeffizient
P Breite direkt (cm)	14,31	2,13	15,69
P Breite 15 cm (cm)	14,20	1,95	14,13
P Breite 30 cm (cm)	12,05	2,49	19,90
P AbKrGr direkt (cm)	26,24	2,78	10,82
P AbKrGr 15 cm (cm)	23,75	3,33	14,46
P AbKrGr 30 cm (cm)	21,31	3,93	18,44
P AbKaGr direkt (cm)	40,24	3,20	7,94
P AbKaGr 15 cm (cm)	38,64	3,39	8,81
P AbKaGr 30 cm (cm)	33,79	4,00	11,55
P Fläche gesamt (cm ²)	438,03	42,54	9,34
P Fläche 0 - 15 cm (cm ²)	223,28	19,81	9,11
P Fläche 15 - 30 cm (cm ²)	214,68	30,15	13,23

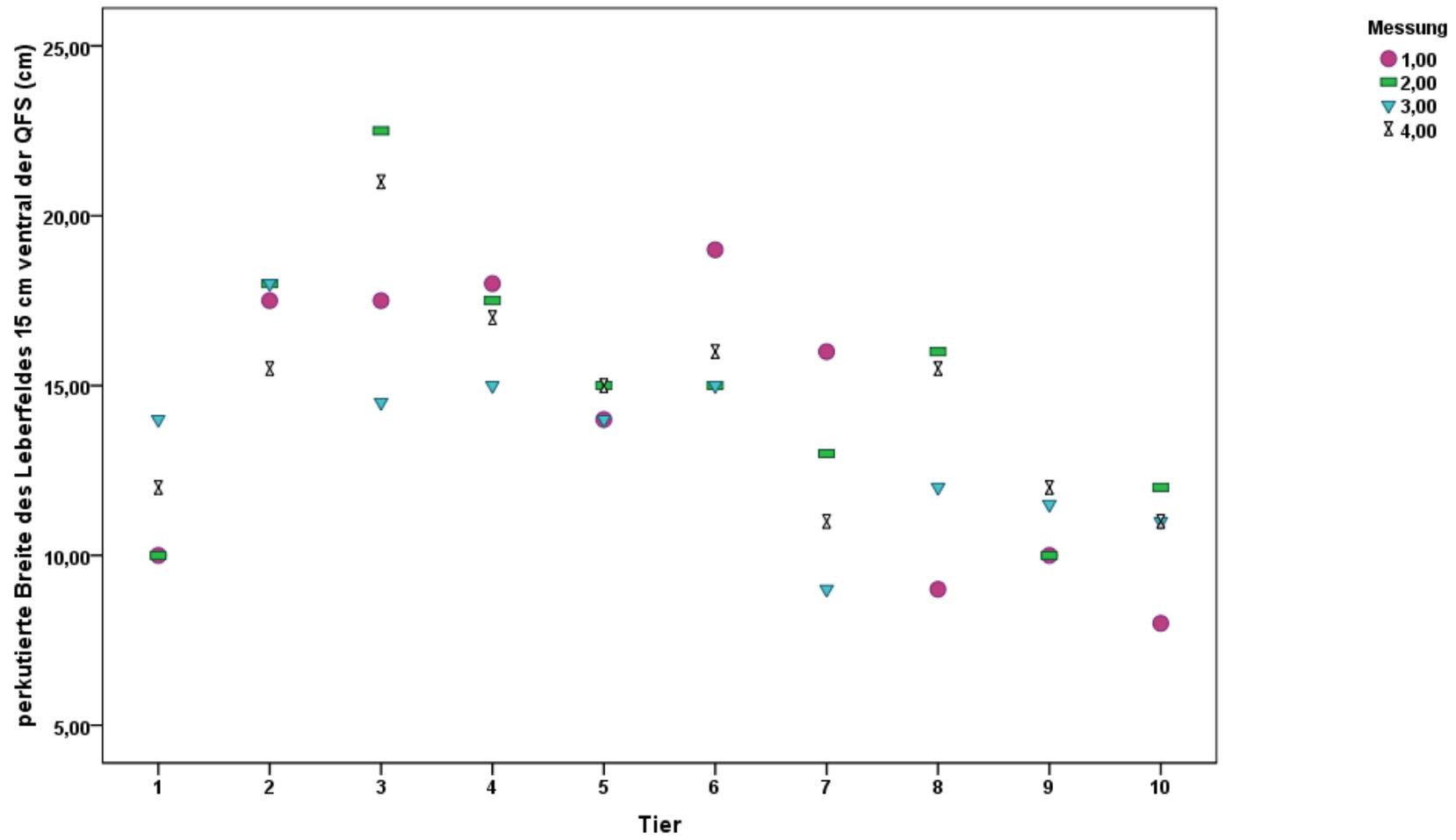


Abbildung 18: Intraindividuelle Variation der perkutierten Breite des Leberfeldes 15 cm ventral der Lendenwirbelquerfortsätze (VK = 14,13)

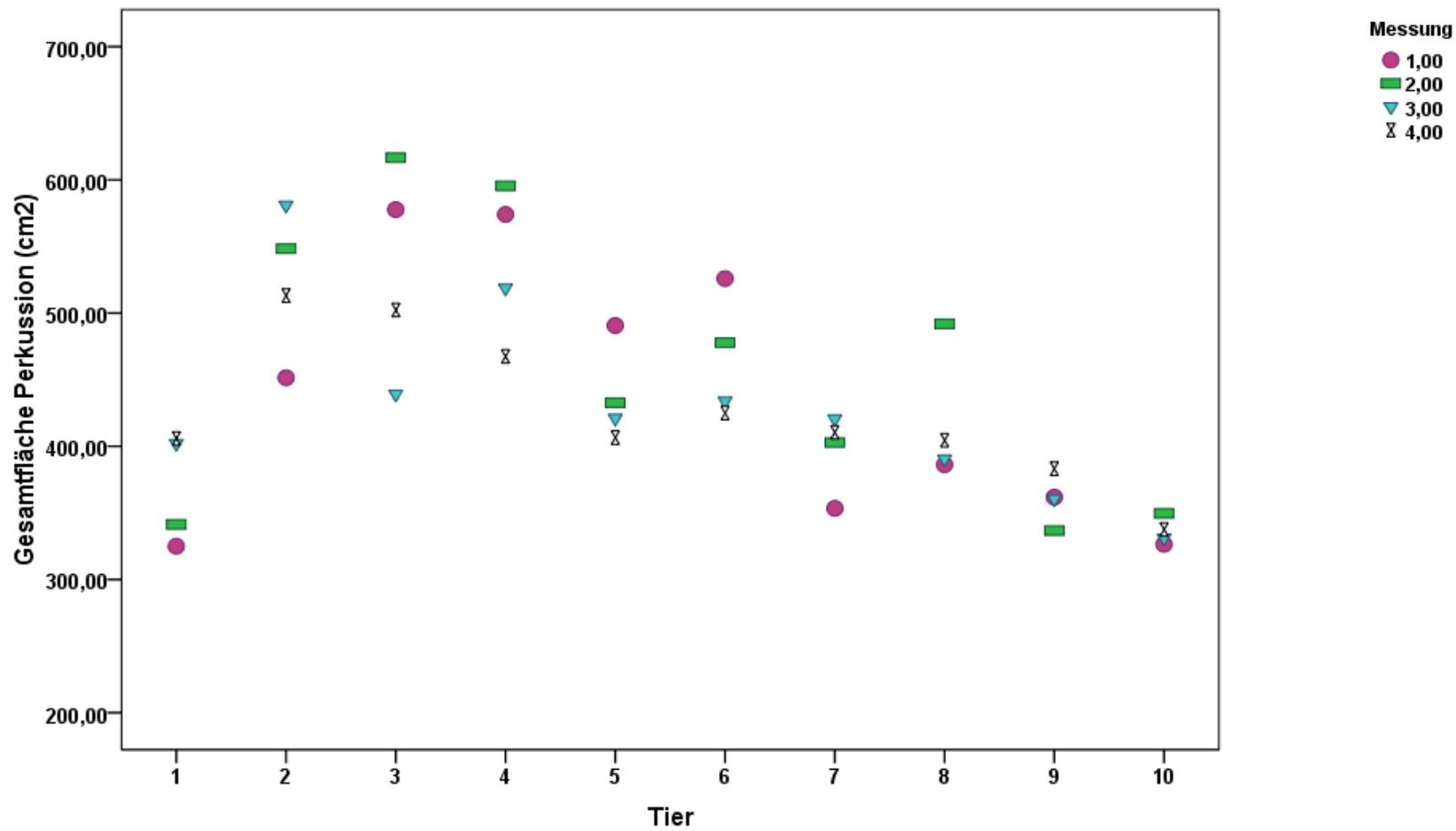


Abbildung 19: Intraindividuelle Variation der perkutierten Gesamtfläche des Leberperkussionsfeldes (VK = 9,34)

12. Interindividuelle Variation bei den Ergebnissen der Perkussion

Die Untersuchung der interindividuellen Unterschiede erfolgte anhand der Messung von fünf Tieren, die von acht verschiedenen Untersuchern nach einer kurzen Einweisung perkutiert wurden.

Tabelle 35: minimale, maximale und durchschnittliche Variationskoeffizienten der interindividuellen Perkussionsergebnisse der fünf untersuchten Tiere

	VK min	Ø Variationskoeffizient (%)	VK max
P Breite direkt	16,85	22,11	32,12
P Breite 15 cm	19,54	24,58	35,56
P Breite 30 cm	26,92	31,49	35,15
P AbKrGr direkt	3,44	8,87	16,72
P AbKrGr 15 cm	5,40	10,10	14,67
P AbKrGr 30 cm	6,85	9,44	11,94
P AbKaGr direkt	4,58	8,47	13,30
P AbKaGr 15 cm	6,99	9,02	11,86
P AbKaGr 30 cm	6,48	36,64	11,02
P Fläche gesamt	16,62	21,78	29,92
P Fläche 0 - 15 cm	16,75	23,15	32,97
P Fläche 15 - 30 cm	17,31	24,62	32,41

Variationskoeffizienten $\leq 10\%$ sind akzeptabel, bei der Bestimmung der kranialen und kaudalen Grenzen werden diese zum Teil erreicht.

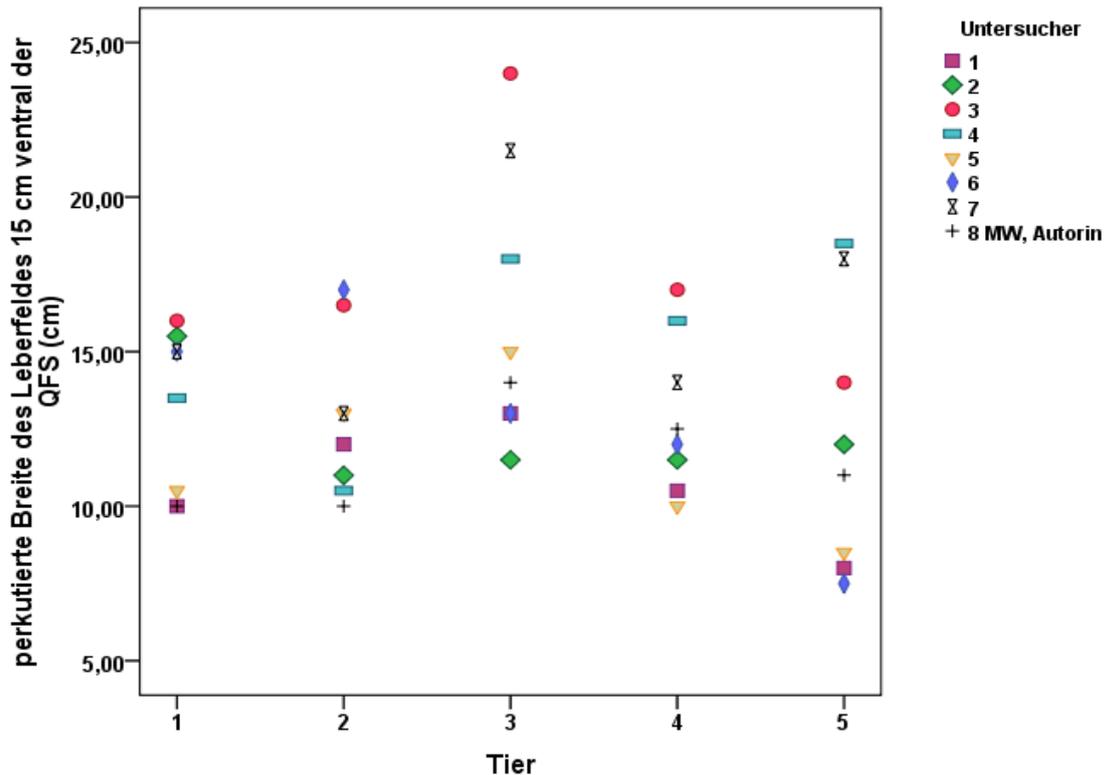


Abbildung 20: Ermittlung der Breite des Leberperkussionsfeldes 15 cm ventral des lateralen Randes der Lendenwirbelquerfortsätze durch acht Untersucher an fünf Kühen

Abbildungen 20 und 21 stellen die Variation der Leberschallperkussion verschiedener Untersucher dar. Ermittelt man die Rangzahlen der einzelnen Untersucher bei der perkutierten Breite des Leberfeldes 15 cm ventral der Lendenwirbelquerfortsätze (vgl. Abbildung 20), fällt auf, dass die Rangzahlen bei einigen Untersuchern stark schwanken (z.B. Untersucher Nr. 6: 3, 1, 6, 5, 8). Bei anderen Untersuchern hingegen bewegen sich die Rangzahlen immer an der oberen (Untersucher Nr. 3: 1, 2, 1, 1, 3; Untersucher Nr. 7: 3, 3, 2, 3, 2) oder unteren Grenze (Untersucher Nr. 1: 7, 5, 6, 7, 7). Die Verteilung der Rangzahlen der Untersucher bei den Ergebnissen der perkutierten Gesamtfläche (vgl. Abbildung 21) ist ähnlich. Die perkutierte Gesamtfläche der Untersucher Nr. 4 und 7 konnte nicht bei allen Tieren ermittelt werden, da diese zwei Probanden die Lebergrenzen mittels Perkussion zum Teil nicht vollständig darstellen konnten.

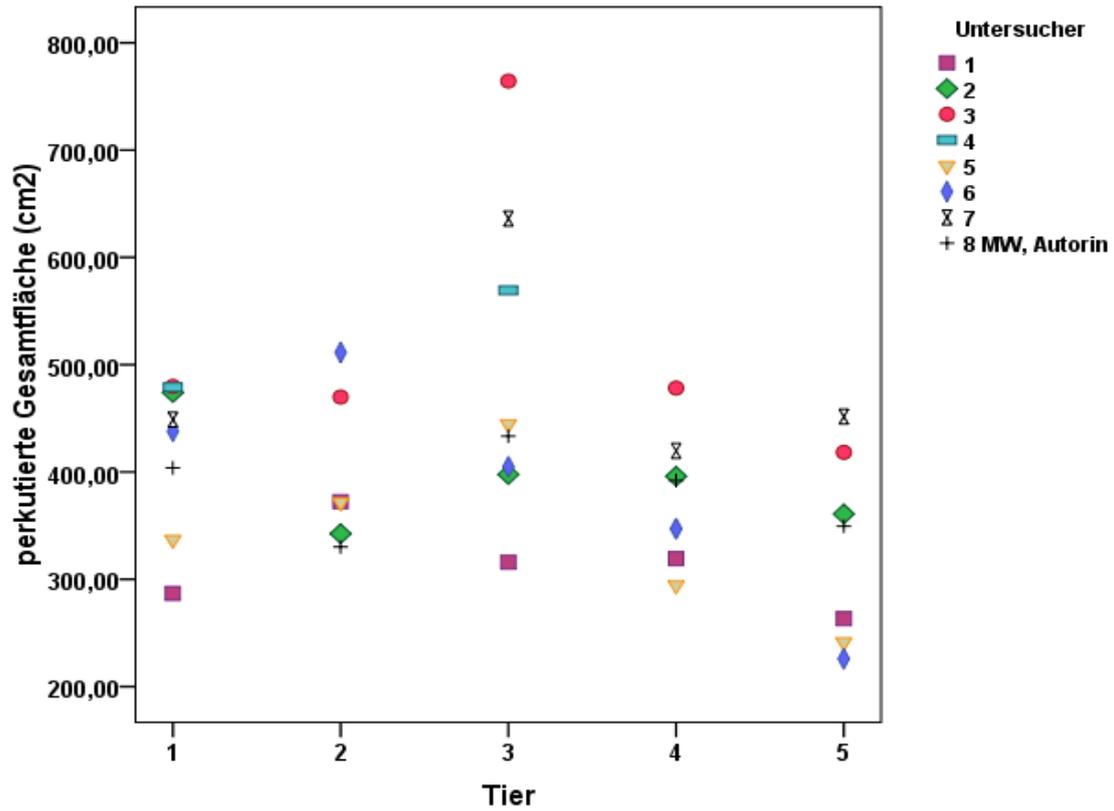


Abbildung 21: Ermittlung der perkutierten Gesamtfläche durch acht Untersucher an fünf Kühen

V Diskussion

1. Methodenkritik

1.1 Stichprobengröße

Statistische Auswertungen erfordern, sollen sie aussagekräftig sein, eine Mindest-Stichprobenzahl. Je größer die Stichprobengröße ist, umso genauer sind die bei statistischen Berechnungen erhaltenen Ergebnisse. In Versuchsanordnungen naturwissenschaftlicher und medizinischer Bereiche führt dies oft in ein kaum lösbares Dilemma. Manche praktischen Versuchsanordnungen in der Tiermedizin lassen alleine aus zeitlichen Gründen keine großen Stichprobengrößen zu, da bei vielen Versuchsanordnungen multiple Bedingungen erfüllt sein müssen, die es erlauben, ein Tier überhaupt erst in einen Versuch aufnehmen zu können.

Diese Schwierigkeiten ergaben sich auch bei dem Versuchsaufbau der vorliegenden Dissertation. Als erstes Einschlusskriterium für den Versuch galt es, dass es sich um Tiere handelte, die euthanasiert oder geschlachtet wurden. Desweiteren musste die Leber an der rechten rippengestützten Bauchwand perkutierbar sein. (Dies war z. B. bei frisch operierten Kühen aufgrund der Luftdruckverhältnisse im Abdomen nicht möglich.) Außerdem mussten die Kühe in einem körperlichen Zustand sein, der zeitaufwändige Untersuchungen (Leberschallperkussion, Sonographie, Erhebung der Stammdaten) am stehenden Tier zuließ. Trotz hoher Patientenzahlen der Klinik für Wiederkäuer der LMU in München erfüllten nur wenige der zu euthanasierenden Tiere in jenem Zeitraum diese Kriterien. Die Möglichkeit der Versuchsdurchführung am Schlachthof wurde aufgrund der Erschwerung der Datenerhebung per Sonographie verworfen.

Aus genannten Gründen ergab sich für die vorliegende Dissertation im Zeitraum vom 04.12.2006 bis zum 22.10.2007 eine Stichprobengröße von $n = 36$. Die erhaltenen Ergebnisse mit Tierzahlen in dieser Größenordnung erlauben keine allgemeingültigen Aussagen. Wohl aber geben sie einen guten Überblick über die Validität der Leberschallperkussion beim Rind und lassen auch Aussagen über die Wertigkeit verschiedener gemessener Parameter zu. 16 der insgesamt 36 Tiere waren Bestandteil einer weiteren Versuchsanordnung. Da diese Tiergruppe sehr homogen war, bot sich für die Auswertung eine Unterteilung der Stichprobe in die zwei Gruppen „gesunde Versuchstiere“ und „Patienten“ an.

1.2 Untersuchung der intraindividuellen Variation bei der Befunderhebung

Die Untersuchung der intraindividuellen Variation bei der Befunderhebung konnte nicht an der Klinik direkt durchgeführt werden, da diese eine Untersuchung derselben Tiere in regelmäßigen Abständen erforderte. Die Universität hält am Oberwiesenfeld in München (eine Außenstelle der Tierärztlichen Fakultät) circa ein Dutzend Rinder zu Übungszwecken für Studenten und Propädeutik-Kurse. An diesen Tieren wurde die Untersuchung der intraindividuellen Variation durchgeführt.

Da aus versicherungstechnischen Gründen, sowie Personalmangels ein Verbringen der Tiere in einen geschlossenen Raum nur schwer möglich war, wurde die Leberschallperkussion am Stallplatz, der im Anbindestall gehaltenen Tiere durchgeführt. Dieser Versuchsaufbau ermöglichte zusätzliche Aussagen über die Praxisrelevanz der Untersuchung (Siehe Kapitel V 4).

Ein Problem dieser Untersuchung war der Ernährungszustand dieser Tiergruppe. Über die Hälfte der Tiere war gut bis sehr gut ernährt. Fünf der zehn untersuchten Tiere hatten einen BCS von $> 4,0$. Ein Tier hatte einen BCS von 3,5 und der BCS einer weiteren Kuh lag bei 3,0. Im Vergleich dazu waren die Kühe im Hauptversuch weniger gut genährt: Von den 36 Kühen im Hauptversuch hatten nur 13 Tiere einen BCS-Wert von > 3 , fünf einen BCS von $> 3,5$. Die Kuh mit dem höchsten BCS lag bei 3,75, die „zweitdickste“ Kuh hatte einen BCS von nur 3,5.

Der hohe BCS der Kühe bei der Untersuchung erschwerte die Befunderhebung erheblich, da die Lebergrenzen akustisch viel schlechter herauszuperkutieren sind als bei mageren Tieren. Den direkten Zusammenhang der Schallintensität mit der Dicke der äusseren Gewebelage beschreiben schon MALKMUS und OPPERMANN (1949), sowie JAKSCH und GLAWISCHNIG (1990 a). Die hohe Geräuschkulisse im Stall, (die sich laut den Autoren BEYER (1937), MALKMUS und OPPERMANN (1949) , MAREK und MOCSY (1960), STÖBER (1990) sowie BAUMGARTNER (1999) ebenfalls negativ auf die Perkussionsergebnisse auswirkt), und nicht zuletzt das Fehlen der Kooperationsbereitschaft der Probanden, stellte das große Manko bei dieser Untersuchung dar. Die erhaltenen Variationskoeffizienten lagen zwischen 7,9 % und 19,9 %. Mit einem Variationskoeffizienten von < 10 % war vor allem die gemessene gesamte Perkussionsfläche gut reproduzierbar.

Es stellt sich die Frage, ob die Untersuchungsergebnisse nur aufgrund der eben genannten Probleme so ungenau waren, oder ob sich auch die Lage der Leber und ihr Kontakt mit der

Bauchwand, zwischen den verschiedenen Perkussionszeitpunkten verändert. Nach ROSSOW (1962) spielt auch der Füllungsgrad des Pansens eine erhebliche Rolle. Laut BEYER (1937) kann auch die Lage des Kalbes bei hochträchtigen Tieren (hier $n = 1$) eine Verschiebung der Leber gegenüber der rippengestützten Bauchwand hervorrufen.

Den Anstoß zu weiteren Überlegungen gibt die Tatsache, dass die Leber ein durchschnittlich 10 Kilogramm schweres Organ ist, welches nur bindegewebig und durch Bänder im Abdomen einer durchschnittlich 560 kg schweren Kuh aufgehängt an ihrem Platz gehalten wird. Aus dieser Sicht könnte auch die momentane Belastung der Gliedmaßen eine Rolle spielen. Belastet das Tier beispielsweise seine linke Körperhälfte im Augenblick der Perkussion stärker als die rechte, oder steht es nicht ganz gerade, so ist eine Verschiebung des Organs zur rippengestützten Bauchwand gut vorstellbar. Diese Dynamik der Belastung könnte ebenfalls zu einer Verschiebung der Leber zur rippengestützten Bauchwand im Zentimeterbereich führen (siehe auch Kapitel V 2.1). In der Literatur sind zu dieser Überlegung keine Angaben zu finden.

Betrachtet man zum Beispiel den gemessenen Parameter „perkutierte Breite des Leberfeldes 15 cm ventral der Lendenwirbelquerfortsätze“, so ist dieser mit einem durchschnittlichen Variationskoeffizienten von 14,13 % nicht gut reproduzierbar. Die durchschnittliche Standardabweichung beträgt 1,95 cm, auf einen durchschnittlichen Mittelwert von 14,20 cm. Bedenkt man jedoch, dass es sich um die Untersuchung lebendiger Individuen mit einem geschätzten Körpergewicht (diese Tiere wurden nicht gewogen) von 600 bis 800 Kilogramm handelt, so ist eine Abweichung von 2 cm nicht erheblich. Die Untersuchung selbst wurde mit einem 2 cm breiten Plessimeter (Utensil selbst ist schon 2 cm breit!), einem Hammer und dem menschlichen Ohr durchgeführt. Sieht man die Untersuchung aus diesem Blickwinkel, stellt eine Standardabweichung von 1,95 cm – obwohl statistisch relativ schlecht eingestuft – auch aufgrund oben genannter Überlegungen, klinisch kein schlechtes Untersuchungsergebnis dar. Dazu kommt noch die anatomische Lage der Leber direkt unterhalb der knöchernen Rippen, die das Perkutieren genauer Grenzen erheblich erschweren. Mit dem Setzen der Perkussionsgrenze landet man oft unwillkürlich im benachbarten Zwischenrippenraum.

1.3 Untersuchung der interindividuellen Variation bei der Befunderhebung

Die Untersuchung der interindividuellen Variation wurde, wie in Kapitel III 8.2 beschrieben, durchgeführt. Trotz guter Umgebungsbedingungen (Perkussion der Tiere im Zwangsstand im abgeschlossenen Raum, BCS zwischen 2,25 und 4,00) ergaben sich Variationskoeffizienten von bis zu 37 %.

Von den für die Schallperkussion relevanten Variablen (Breiten, Flächen) wurde keiner der Variationskoeffizienten mit Werten von 22 % - 31 % statistisch als gut reproduzierbar eingestuft (Empfehlung zur Bewertung von VK: < 10 %).

Obwohl die Erklärung der Methode für jeden Untersucher gleich war, variierte die Herangehensweise der sieben verschiedenen Tierärzte an die Aufgabenstellung doch stark. Es wurde bewusst keinerlei Hilfestellung geboten.

Welcher der perkutierenden Tierärzte mit seiner Untersuchung der tatsächlichen Leberlage, -größe und -ausdehnung am nächsten war, hätte sich nur ermitteln lassen, indem man die Korrelationen der Perkussionswerte mit der tatsächlichen (in der Sektion ermittelten) Lebergröße, oder anderer Parameter (z.B. Ultraschall) bestimmt hätte. Auf die sonographische Untersuchung wurde aufgrund des enormen Zeitaufwandes verzichtet, da die Tiere für die Perkussion der acht Tierärzte schon lange genug im Untersuchungsstand verbleiben mussten. Für die interindividuelle Untersuchung war dieser Aspekt auch nicht besonders wichtig. Interessant war vielmehr die erhaltene erhebliche Streuung der Ergebnisse der einzelnen Untersucher. Da die Perkussion an einem Tier von allen Tierärzten direkt hintereinander erfolgte, spielten hier auch schon früher diskutierte Faktoren, wie der Grad der Pansenfüllung, keine Rolle.

Das Problem der Ungenauigkeit der Untersuchung bei der Schallperkussion ist auch aus diversen humanmedizinischen Studien hinlänglich bekannt (PARRINO, 1987; JOSHI et al., 2004). Es ergaben sich auch in dieser Studie bei der Durchführung der Untersuchung der interindividuellen Variation keine Ergebnisse, die zur Schmälerung der Kritik an der Untersuchungsmethode beitragen könnten. Die interindividuelle Variation zeigt, dass die erhaltenen Werte der Leberschallperkussion sehr stark vom Untersucher abhängig sind. KELLY (1971 b), BEYER (1937), MAREK und MOCSY (1960), sowie BAUMGARTNER (1999) messen der Erfahrung des Untersuchers bei der Perkussion in Hinsicht auf die Validität große Bedeutung bei.

Es stellt sich hier natürlich auch die Frage, inwieweit die Ergebnisse der Hauptstudie als allgemein gültig angesehen werden können, da andere Untersucher wohl auch andere Werte erhalten hätten. Die Bedenken über die Aussagekraft der Ergebnisse der Hauptstudie kann durch die Berechnung der Deckung der perkutierten und der per Sonographie ermittelten Werte sowie deren ganz ordentlicher Ergebnisse zerstreut werden.

2. Datenerhebung und -auswertung

2.1 Perkussion

Die Leberschallperkussion ist eine sehr subjektive Untersuchungsmethode und stark von den Umgebungsbedingungen abhängig. Der Untersucher braucht eine gewisse Übung, um sich „einzuhören“ (KELLY (1971 b), BEYER (1937), MAREK und MOCSY (1960), sowie BAUMGARTNER (1999)). Dies wird bei Betrachtung der Ergebnisse dieser Arbeit sichtbar, da die Deckung der Perkussionsfläche mit derjenigen der Ultraschallfläche im Laufe der Versuchsreihe besser wird. Bezieht man die Ergebnisse der interindividuellen Untersuchung, die doch sehr unterschiedlich sind, mit ein, wird dies umso deutlicher. Desweiteren spielt die Geräuschkulisse der Umgebung bei der Durchführung der Schallperkussion eine große Rolle BEYER (1937), MALKMUS und OPPERMANN (1949), MAREK und MOCSY (1960), STÖBER (1990) sowie BAUMGARTNER (1999).

Die einzige Möglichkeit, mathematisch zu kontrollieren, ob die Perkussionswerte im Laufe der Zeit präziser wurden, ist die Betrachtung der Deckung zwischen denselben sonographisch und perkutorisch ermittelten Parametern wie der Fläche in Abhängigkeit von der laufenden Nummer oder den perkutierten Breiten in Abhängigkeit von der laufenden Nummer. Hier ist eine eindeutige Verbesserung der Untersuchung in Abhängigkeit von der laufenden Nummer festzustellen (siehe Kapitel IV9). Dies ist als eindeutiger Hinweis dafür zu werten, dass die adäquate Leberschallperkussion einen erfahrenen Untersucher erfordert. Dies beschreiben auch JAKSCH und GLAWISCHNIG (1990 a): „Die Perkussionsergebnisse werden mit zunehmender Erfahrung des Untersuchers immer besser. Die Methode ist daher unter Verwendung derselben Instrumente so oft wie möglich zu üben.“

Vergleicht man die Korrelationen der Perkussionswerte mit den tatsächlich gemessenen Lebergrößen (Masse, Volumen), so erhält man bei den meisten gemessenen Parametern signifikante Korrelationen. Die Korrelationskoeffizienten sind vor allem bei den

Flächenmaßen und der Breite des Leberfeldes bei 15 cm ventral der Querfortsätze hoch. Nach Unterteilung der Tiere in die Gruppen „Patienten“ und „gesunde Versuchstiere“, ergeben sich deutlich höhere Korrelationskoeffizienten für die Patientengruppe, während die Gruppe der gesunden Versuchstiere aufgrund ihrer Homogenität geringere Korrelationskoeffizienten ausweisen (siehe Tabelle 9). Betrachtet man diese Ergebnisse, ist bei Tieren, die an Lebererkrankungen, die mit einer Organvergrößerung einhergehen, leiden, die Leberschallperkussion bei guten Umgebungsbedingungen ein adäquates Mittel, um erste Hinweise auf eine Lebererkrankung zu erlangen. Eine gewisse Erfahrung des Untersuchers ist hier jedoch unbedingte Voraussetzung. KELLY (1971 b) sieht die Leberschallperkussion im Hinblick auf Diagnosestellung kritisch, allerdings misst auch er der Erfahrung des Untersuchers große Bedeutung bei. Im Gegensatz zu den Ergebnissen vorliegender Dissertation sieht HECKING, 1987 die Leberschallperkussion allerdings als diagnostisch wertlos an.

Laut JAKSCH und GLAWISCHNIG (1990 b) kann bei akuten Hepatitiden oder Leberverfettung die Leberdämpfung erheblich vergrößert und die Perkussion selbst schmerzhaft sein. Allerdings gab es zum Teil auch große Lebern mit relativ kleinem Perkussionsfeld, aber auch kleine Lebern mit relativ großem Perkussionsfeld. Diese Beobachtung macht auch (BEYER, 1937). Eine Vergrößerung des Perkussionsfeldes sollte aber immer der Anlass sein, weitere Diagnostik zu betreiben.

Ein weiteres interessantes Ergebnis dieser Dissertation ist die Tatsache, dass die Breite des Leberfeldes direkt ventral der Wirbelquerfortsätze keine Korrelationen mit sämtlichen gemessenen Parametern wie z.B. Masse und Volumen der Leber, Labordaten oder auch dem Leberfettgehalt zeigt. Erfolgt die Leberschallperkussion allerdings 15 cm ventral der Lendenwirbelquerfortsätze, so erhält man meist gute Korrelationen zwischen Lebergröße, -masse und -volumen und der perkutierten Breite 15 cm ventral der Querfortsätze. Nach Unterteilung der untersuchten Tiere in die Gruppen „Patienten“ und „gesunde Versuchstiere“ sind die Korrelationskoeffizienten der Ergebnisse bei der Patientengruppe wieder weitaus besser als diejenigen bei der Gruppe der gesunden Versuchstiere.

Der Literatur sind keine konkreten Angaben über die ventrale Leberbegrenzung und die Perkussionsgrenzen nach ventral zu entnehmen. Einzig BEYER (1937) erwähnt die ventrale Leberbegrenzung, gibt aber keine Angaben darüber, wie weit die Leber nach ventral zu perkutieren ist.

In der hier vorliegenden Arbeit wurde die Leber zusätzlich 30 cm ventral der Querfortsätze perkutiert. Obwohl diese Grenze als sehr tief anzusehen ist, ergaben die berechneten Korrelationen überraschend weitaus bessere Signifikanzen als direkt unterhalb der Querfortsätze. Die Schwierigkeit der Leberschallperkussion nach ventral liegt darin, dass eine Unterscheidung zwischen Lungenfeld und Leberfeld nach kranial zwar gut möglich ist, nach kaudal aber eine Unterscheidung zwischen der Qualität des Leberschalls und der des Abdomenschalls im ventralen Eingeweidebereich nicht mehr möglich ist. Die Schallperkussion über gefüllten Därmen und über der Leber löst akustisch weitgehend dieselbe Dämpfung aus. STÖBER (1990) unterscheidet zwischen absolut gedämpftem Schall über der Leber und weitgehender, aber noch unvollständiger Dämpfung im ventralen Eingeweidebereich, der bis auf schwache Resonanz dem leeren Muskelschall ähnelt.

Betrachtet man die mittels Sonographie erhobenen Lebergrenzen nach ventral, so ist die willkürlich erhobene Perkussionsgrenze von 30 cm nach ventral absolut sinnvoll. Die Perkussion noch weiter ventral ist jedoch nicht als sinnvoll zu erachten.

Wie bei der Sonographie (siehe Kapitel V 2.2) ist auch bei der Perkussion die anatomische Lage der Leber direkt unterhalb der Rippen ein Problem, da die genauen Lebergrenzen unterhalb der knöchernen Strukturen kaum zu perkutieren sind.

Zu den Problemen bei der Erhebung der Perkussionsflächen siehe Kapitel V 2.4.

Bei der Untersuchung der Leberschmerzperkussion ergaben sich keinerlei Abhängigkeiten von der Lebermasse, dem Lebervolumen oder dem Fettgehalt der Leber. Rasseunterschiede konnten nicht untersucht werden, da die schwarzbunten Tiere im Versuch alle gesunde Versuchstiere, die Fleckvieh-, Braunvieh-, und Kreuzungstiere alle Patienten waren. Die Gruppe „Patienten“ war nicht gleichbedeutend mit „leberkrank“. Diese Tiere wurden aufgrund ihrer Grunderkrankung, wegen schlechter Prognose, eines anderweitigen Leidens oder Unwirtschaftlichkeit euthanasiert. Da es sich in der Regel um laktierende Tiere handelte, die aufgrund ihrer Grunderkrankung nur mäßig bis schlecht Futter aufnahmen, war eine durch Lipomobilisation ausgelöste vermehrte Belastung der Leber durchaus denkbar.

2.2 Sonographie

Die Anwendung der Sonographie beim Rind erfordert gewisse Erfahrung. Sie ist sehr arbeits- (scheren, etc.) und zeitaufwendig. Ein entsprechend geeignetes Ultraschallgerät ist nicht in jeder Praxis verfügbar. Die Ultraschalluntersuchung der Leber wird aus genannten Gründen ein Privileg von Hochschulen und gut ausgestatteten Privatkliniken bleiben. Selbst in diesen Einrichtungen wird eine Ultraschalluntersuchung der Leber in der Regel nur dann durchgeführt, wenn Hinweise auf eine Lebererkrankung vorliegen.

Vergleicht man die per Ultraschall erhobenen Parameter mit den Daten derselben Parameter aus der Perkussion, so sind die Korrelationen mit der Lebermasse und dem Lebervolumen bei der Sonographie nur unerheblich besser als bei der Perkussion (vgl. Tabellen 23 und 24). Per Ultraschall sind jedoch viel mehr Parameter messbar. Diese Untersuchungen geben einen Hinweis darauf, dass die an der rippengestützten Bauchwand ermittelte Breite des Leberfeldes nicht unbedingt der beste Parameter ist, der mittels Ultraschalluntersuchung erhoben werden kann, um eine Vergrößerung der Leber zu erkennen.

Desweiteren erhält man durch die Sonographie auch einen guten Überblick über die „Qualität“ des Parenchyms. So können beispielsweise Leberabszesse oder Fibrosen gut dargestellt werden.

An ihre Grenzen gelangt die Sonographie bei Tieren, die an einer ausgeprägten Fettleber leiden. So war bei diesen Tieren z.B. eine Darstellung der Venen und die Erhebung der diesbezüglichen Daten nicht möglich. In diesen Fällen konnten nur die Lebergrenzen dargestellt werden. Dies betraf Lebern mit einem Fettgehalt von $\geq 20,1$ %. Bei Lebern mit einem Fettgehalt zwischen 0,25 % und 14,3 % waren alle Strukturen gut darstellbar. Laut BRAUN (1997) kommt es bei starker Verfettung (aufgrund der höheren akustischen Impedanz der verfetteten Leberzellen) mit steigendem Abstand zur Bauchwand zu einer Abschwächung des Echos in der Tiefe. Die bauchwandnahen Strukturen erscheinen hyperechoisch, die bauchwandfernen hypoechogen, oder können zum Teil nicht mehr dargestellt werden.

Die Sonographie wurde im Anschluss an die Perkussion durchgeführt. Dies wirft natürlich die Frage auf, ob die erhaltenen Ergebnisse nicht in Richtung Perkussion beschönigt wurden. Natürlich wäre es besser gewesen, wäre die Sonographie von einer weiteren Person durchgeführt worden. Dieses Problem wurde zum größten Teil dadurch umgangen, dass immer Studenten mit im Raum waren, denen die Untersuchungsmethode erklärt wurde, und

somit als Kontrollinstanz anzusehen waren. Außerdem ist die Ultraschalluntersuchung eine sehr objektive Untersuchungsmethode. Die Untersuchung wurde im Dunkeln durchgeführt und die aufgetragenen Perkussionsgrenzen waren unter dem Ultraschallgel nicht zu sehen.

Die bei der Sonographie erhaltenen Lebergrenzen unterlagen ebenfalls einer gewissen Ungenauigkeit (± 2 cm), da immer nur der Abstand zur Medianen bzw. zum hinter dem Schulterblatt gefällten Lot gemessen werden konnte, und erst im Nachhinein, nachdem das Ultraschallgel von der Kuh entfernt wurde, durch erneutes Nachmessen auf das Tier aufgezeichnet werden konnte. Am genauesten zu bestimmen waren die Parameter, die direkt mit dem Ultraschallgerät zu messen waren (z.B. ABwVP). Vergleicht man die per Sonographie erhobenen Werte mit denen aus der pathologischen Untersuchung, so ist die Lebergröße am besten mit dem Abstand der Portalvene zur Bauchwand zu ermitteln, und nicht mit der Vermessung des Leberfeldes an der Bauchwand. BRAUN (1997) findet signifikante Korrelationen zwischen der Leberdicke über der Vena Portae und der Körpermasse des Tieres. Berechnet man die Korrelationen für dieselben Parameter aus vorliegender Arbeit, erhält man mit den von BRAUN 1997 ermittelten Ergebnissen vergleichbare Korrelationskoeffizienten. BRAUN (1997) zu folge stellt ebenfalls die über den Venen gemessene Dicke der Leber (Abstand zur Bauchwand) den besten Parameter zur Größenbestimmung der Leber dar. Allerdings konnten, wie oben schon erwähnt, die Venen bei stark verfetteten Lebern mittels Sonographie nicht regelmäßig dargestellt werden.

Die Möglichkeit, per Ultraschall weiter in die Tiefe blicken zu können, ist der herausragende Vorteil der Sonographie gegenüber der Leberschallperkussion. Ein Problem der Ultraschalluntersuchung der Leber stellt deren anatomische Lage unterhalb der Rippen dar. Die Grenzen waren nur in den verschiedenen Zwischenrippenräumen darzustellen. Diese ermittelten Punkte wurden zur Flächenbestimmung willkürlich miteinander verbunden (siehe Kapitel V 2.4).

Um eine erste Aussage bezüglich der Lebergröße zu treffen, stellt die Leberschallperkussion allerdings eine gute Alternative zur Sonographie dar.

2.3 Pathologie

Die pathologische Untersuchung ist für die Untersuchung der Validität der Leberschallperkussion von unermesslichem Wert, da nur durch sie definitive Aussagen über Lebergröße und Lebererkrankung gemacht werden können. Die bei der Sektion ermittelten

Parameter Lebermasse und Lebervolumen dienen in der vorliegenden Arbeit als Goldstandard. Sie stellen die Kontrollinstanz dar, mit der die erhobenen Ergebnisse aller anderen durchgeführten Untersuchungsmethoden (wie Perkussion und Ultraschall) verglichen werden. Somit ist die pathologische Untersuchung der limitierende Faktor, der die Untersuchung einer größeren Stichprobengröße nicht möglich machte, da dieser für den statistischen Abgleich erforderlich ist.

Die wichtigsten erhobenen Variablen, mit welchen auch am besten zu arbeiten war, sind die parametrischen Werte Lebermasse, Lebervolumen und der Fettgehalt der Leber, sowie auch der Quotient Lebermasse/Körpermasse. Zur Erleichterung der Berechnung von Korrelationen wurden die erhaltenen Werte mit dem Wert 100 multipliziert. Dieser Quotient ermöglichte die Miteinbeziehung der Relation von Lebermasse zu Körpermasse. Mit diesen Parametern ergaben sich bei nahezu jeder Berechnung signifikante Korrelationen.

Viele Parameter wurden auch beschreibend erfasst, wodurch für die Durchführung der Statistik eine Kategorisierung notwendig war. Aufgrund der relativ kleinen Tierzahlen war das Rechnen mit diesen kategorisierten Werten nicht immer aussagekräftig, da viele der Kategorien mit nur wenigen, oder auch keinen Tieren besetzt waren. Aus diesem Grund wurde es weitgehend vermieden, Berechnungen (wie z.B. den Chi-Quadrat-Test) mit kategorisierten Werten durchzuführen. Diese Berechnungen sind im Ergebnisteil nicht aufgeführt, da dies den Rahmen der Dissertation sprengen würde.

Das Verhältnis von Lebermasse zu Lebervolumen differiert je nach Art der Tötung. Der Parameter Volumen ist bezeichnender für die tatsächliche „Lebergröße“, da der durch das Ausbluten der Leber zustande kommende Masseverlust bei der Volumenbestimmung nicht stört.

2.4 Flächenberechnung

Die Erhebung der Flächenmaße bei der Leberschallperkussion ermöglichte einen direkten Vergleich zwischen Ultraschalluntersuchung und Perkussion. Die erhaltenen Flächenmaße stellen einen sehr wichtigen Parameter der Untersuchung dar, unterliegen allerdings ebenfalls einer gewissen Problematik. Sind die Lebergrenzen direkt unterhalb der Rippen bei der Perkussion, zumindest manchmal, (vor allem bei mageren Kühen) noch darstellbar, so sind die genauen Lebergrenzen unterhalb der Rippen per Sonographie nicht zu erheben. Die per Perkussion und Sonographie erhaltenen Grenzen in den Interkostalräumen wurden zur

Flächenbestimmung willkürlich miteinander verbunden und direkt auf die rippengestützte Bauchwand aufgezeichnet (vgl. Abbildung 5).

Ein weiteres Problem ergibt sich aus der Umwandlung einer ursprünglich dreidimensionalen Darstellung direkt auf der Kuh, mit all den Erhebungen zwischen den Rippen und den Interkostalräumen, sowie der konvexen Bauchwand, durch die Fotografie, in ein zweidimensionales Bild.

Durch diese Umwandlung wird natürlich ein gewisses Maß an Ungenauigkeit in Kauf genommen. Flächenberechnungen sind anders jedoch nicht, oder nur mit unverhältnismäßig großem Aufwand möglich. Die erhaltene Fläche ist somit kein definitives Maß. Der Vergleich der so erhobenen Flächen miteinander ergibt jedoch durchaus Sinn, da derselbe „Fehler“ bei beiden Untersuchungsmethoden (Perkussion und Sonographie) und bei allen Tieren gemacht wurde.

Die erhaltenen Flächenmaße korrelieren gut mit den Parametern, die etwas über die Lebergröße (z.B. Masse, Volumen) oder eine mögliche Lebererkrankung (z.B. Labordaten, Fettgehalt der Leber) aussagen. Der Parameter Gesamtfläche war den Teilflächen meist überlegen; hier war wieder ein deutlicher Unterschied zwischen den Gruppen Patienten und gesunde Versuchstiere festzustellen.

2.5 Labor

Wie schon in der Literaturübersicht beschrieben, wird die Aussagekraft diverser Laborparameter von verschiedenen Autoren unterschiedlich bewertet (siehe Kapitel II 6). Nimmt man die Tiere mit den laufenden Nummern 12 und 13 aus der Auswertung (Laborwerte stark erhöht), findet man - mit Ausnahme des Parameters Gesamtbilirubin - kaum noch signifikante Korrelationen.

Die Aussagekraft der Bestimmung der Korrelationen mit den Laborwerten ist fraglich, da die Werte nur von zwei Tieren abhängig sind. Es ergibt sich aber ein Hinweis darauf, dass bei stark vergrößerten Lebern, die mit stark erhöhten Laborwerten einhergehen, eindeutige Zusammenhänge bestehen.

3. Statistik

3.1 Korrelationen

Bei den parametrischen Werten wurden Korrelationen bestimmt. Zur Bestimmung von Zusammenhängen zwischen parametrischen Werten und kategorischen Werten wurde die explorative Datenanalyse (Kruskal-Wallis-Test) herangezogen und der p-Wert bestimmt. Berechnungen mit nicht-parametrischen Werten wurden, so gut es ging, vermieden.

Um Zusammenhänge zwischen zwei kategorischen Variablen zu bestimmen, wurde der Versuch gemacht, Kreuztabellen zu erstellen. Viele Variablen hatten jedoch bis zu fünf Kategorien, weshalb etliche Zellen der Kreuztabellen leer waren. Kreuztabellen nur mit kategorisierten Werten waren somit leider nicht zu erstellen, da die kategorisierten Werte zu oft gleich Null waren. Sie wurden nicht in den Ergebnisteil mit eingebracht.

3.2 Regressionen

Die bei der Berechnung erhaltenen Regressionsgleichungen sind keine allgemein gültigen Gleichungen. Für allgemein gültige Gleichungen war die untersuchte Stichprobengröße zu gering. Um eine aussagekräftige Regressionsgleichung zu erhalten, sind Tierzahlen von $n \geq 100$ notwendig. Die hier berechneten Regressionen dienen vielmehr der Hypothesengenerierung. Die Aufstellung von Gleichungen wäre generell möglich, allerdings müssten mehr Daten gesammelt und ausgewertet werden.

Regressionsgleichungen wurden der Einfachheit halber nur für die Parameter Masse, Volumen und Fettgehalt der Leber bestimmt, da diese eine Organvergrößerung am besten widerspiegeln.

Laut WISEMAN (2005) sind Regressionen mit mehreren korrelierten Werten schwer zu interpretieren und selten aussagekräftig. Aus diesem Grund wurde in die Berechnungen aus jedem erhobenen Datensatz nur ein Wert mit einbezogen, da die Werte innerhalb der untersuchten „Gruppen“ am stärksten miteinander korrelierten. (So wurde nur ein Wert aus der Gruppe Stammdaten, einer aus der Gruppe Sonographie, etc. in die Regressionsberechnungen mit einbezogen). Da die Regressionsgleichungen vor allem für die Praxis relevant sein sollen, wurde versucht, die Berechnungen vorzüglich mit für den Praktiker leicht zu erhebenden Parametern, (wie z.B. BCS, der BCS ist einfacher zu erheben

als beispielsweise die Körpermasse), Variablen der Leberschallperkussion und auch einzelnen Labordaten durchzuführen. Hierfür kamen natürlich nur Parameter in Frage, die gut mit den Parametern Lebermasse, -volumen und -fettgehalt korrelierten. Durch die Anwendung der linearen Regression mit schrittweiser Rückwärtsselektion wurden für die Berechnung der Gleichung nicht „benötigte“ Variablen automatisch ausgeschlossen. Um die Regressionsgleichungen aussagekräftiger zu machen, wurden die korrigierten (adjusted) R^2 angegeben.

4. Praxisrelevanz

Der Versuchsaufbau sollte möglichst praxisnah erfolgen. Deshalb wurde die Leberschallperkussion mit einem geschwungenem Metallplessimeter und einem mittelschwerem Perkussionshammer durchgeführt. Zwar gibt es auch Plessimeter aus Horn, Holz und Elfenbein, das Metallplessimeter ist jedoch das gebräuchlichste. Deshalb wurde es für die Durchführung der Schallperkussion in der Dissertation verwendet. Der mittelschwere Perkussionshammer ist in der Praxis ebenfalls der geläufigste.

In meiner Zeit als Assistentin einer Rinderklinik versuche ich immer wieder, die Leberschallperkussion in die Allgemeinuntersuchung mit einzubeziehen. Dies gelingt ganz gut in den Räumlichkeiten der Klinik, da dort abgeschlossene Räume und eine adäquate Geräuschkulisse vorhanden sind. Die Grenzen der Leberschallperkussion in der Außenpraxis werden allerdings sehr schnell erreicht. So ist die Perkussion in einem landwirtschaftlichen Betrieb unter normalen Bedingungen aufgrund der erheblichen Nebengeräusche und des Fehlens eines abgeschlossenen Raumes kaum durchführbar, da die Klangunterschiede des Klopfschalls kaum hörbar sind. Gerade die unterhalb der Rippen liegenden Lebergrenzen sind nur schwer darstellbar. Die Aussage, ob die Leber überhaupt perkutierbar ist oder nicht, kann jedoch fast immer getroffen werden. Dies stellt immerhin eine große Hilfe bei der Diagnostik im Hinblick auf den Verdacht einer Labmagenverlagerung nach rechts mit Drehung, oder anderer abnormer anatomischer Gegebenheiten im Abdomen dar. Auch wenn die Lebergrenzen meist nicht genau herausperkutiert werden können, so ergibt sich doch oft ein Eindruck über die Lebergröße. Ergibt sich der Verdacht einer starken Vergrößerung der Leber, so ist eine weiterführende Diagnostik auf jeden Fall sinnvoll.

5. Schlussfolgerung

Nach Betrachtung aller Ergebnisse ergibt sich die Frage, ob die Durchführung der Leberschallperkussion sinnvoll ist. Wie von verschiedenen Autoren bereits in Kapitel V 4 beschrieben, spielen Erfahrung und Umgebungsverhältnisse eine herausragende Rolle. Zur Durchführung der Leberschallperkussion ist allerdings nur ein geringer zeitlicher und materieller Aufwand zu leisten und sollte schon allein deshalb nicht vernachlässigt werden. Gerade in der tiermedizinischen Ausbildung sollte auf die Durchführung der Perkussion nicht verzichtet werden, damit die späteren Tierärzte zumindest Kenntnisse über die Untersuchungsmethode erlangen. An dieser Stelle sei auch an die Lungenperkussion und die Perkussion des Abdomens erinnert, die ebenfalls wertvolle Aussagen über Veränderungen an der Lunge, wie z.B. waagerechte Dämpfungslinie bei Hydrothorax (STÖBER, 2002 b), oder im Bauchraum, wie z.B. den charakteristischen „Schachtelton“ bei Peritonitis (LORCH und RADEMACHER, 2004), ermöglichen.

Da die erhaltenen Korrelationen bei der untersuchten Stelle 15 cm ventral der Wirbelquerfortsätze bei weitem am signifikantesten waren, sollte die Leber in Hinsicht auf die Lebergröße an dieser Stelle perkutiert werden. Die Perkussion direkt und an den ersten Zentimetern ventral der Querfortsätze, erbrachte in der vorliegenden Arbeit keinerlei signifikante Korrelationen. In der Literatur findet man nur sehr vage Aussagen über die genaue Größe und Lage des Leberperkussionsfeldes (vgl. Kapitel II 2.1)

Die erhaltenen Werte aus der Leberschallperkussion dürfen nicht als allgemeingültig angesehen werden - dazu waren die erhaltenen Ergebnisse doch zu ungenau - man erhält jedoch wertvolle Hinweise auf eine eventuelle Vergrößerung des Organs Leber. Durch Einbeziehung weiterer diagnostischer Methoden kann so ein Verdacht auf Hepatomegalie rasch verifiziert werden.

VI Zusammenfassung

„Untersuchungen über die Validität der Leberschallperkussion beim Rind“

M. Westermeier

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Aussagekraft der Leberschallperkussion beim Rind im Vergleich zu anderen, zum Teil moderneren Untersuchungsmethoden der Leber.

Im Zeitraum vom 04.12.2006 bis zum 22.10.2007 wurden 36 Tiere in der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung der Ludwig-Maximilians-Universität München untersucht. In den Versuch gelangten adulte Tiere, deren Leber an der rechten rippengestützten Bauchwand perkutierbar sein musste. Nach der Aufnahme allgemeiner Tierdaten wie z. B. BCS, Körpermasse oder Stockmaß wurde die Leberschall- und Schmerzperkussion nach einem selbstständig entwickelten Schema, in Anlehnung an Literaturangaben, durchgeführt. Es folgte die sonographische Untersuchung der Leber nach den Angaben von BRAUN (1997). Da auch die pathologische Untersuchung der Leber eine der Einschlusskriterien für den Versuchsaufbau war, kamen nur Tiere in Frage, die im Anschluss an die Untersuchung euthanasiert oder im Rahmen eines parallel laufenden Versuches der Klinik geschlachtet wurden. Dies erklärt auch die verhältnismäßig kleine Stichprobenanzahl von $n = 36$. Ferner wurden Laborwerte und der Leberfettgehalt bestimmt, die per Perkussion und Sonographie ermittelte Leberfläche berechnet und eine histologische Untersuchung der Leber durch das Institut für Tierpathologie der Tierärztlichen Fakultät der LMU in München durchgeführt. Die bei der Sektion der Leber erhaltenen Parameter Lebermasse und Lebervolumen sowie der bestimmte Fettgehalt der Leber dienten bei der Auswertung der gesammelten Daten als Goldstandard. Da es sich bei 16 Tieren um eine gesunde, in ihren Daten sehr homogene Tiergruppe handelt, wurden die Ergebnisse meist für die Gruppe aller Tiere ($n = 36$), die Teilgruppe der gesunden Versuchstiere ($n = 16$) und die Teilgruppe der Patienten ($n = 20$) angegeben.

Zusätzlich wurde die intraindividuelle Variation der Leberschallperkussion untersucht. Dazu wurden zehn klinikeigene Tiere viermal im Abstand von drei oder vier Tagen perkutiert.

Die interindividuelle Variation der Leberschallperkussion wurde ebenfalls untersucht, es wurden fünf Tiere von jeweils acht Untersuchern perkutiert.

Die statistische Auswertung der Daten erbrachte folgende Ergebnisse:

- Die Korrelationen der perkutierten Werte untereinander, wie auch ermittelte Korrelationen zwischen einigen erhobenen Stammdaten, oder bei der Sektion erhobenen Daten ergab mit der perkutierten Breite des Leberfeldes 15 cm unterhalb der LWQFS und den ermittelten Perkussionsflächen signifikante Ergebnisse. Bei der perkutierten Breite direkt und 30 cm ventral der LWQFS waren hingegen kaum signifikante Korrelationen zu finden.
- Die Korrelation der perkutierten Parameter direkt und 15 cm ventral der LWQFS sowie auch der perkutierten Leberflächen ergab mit denselben, per Sonographie bestimmten Parametern, signifikante Korrelationen. Auch der Vergleich des per Perkussion und Sonographie bestimmten Abstandes zur kranialen wie auch zur kaudalen Grenze des Leberfeldes zu einem direkt hinter dem Schulterblatt gefällten Lot ergab gute Ergebnisse.
- Der Vergleich des per Ultraschall ermittelten Leberfeldes (Fläche und Breite) mit den erhobenen Stammdaten und auch mit den bei der Sektion ermittelten Parametern ergab kaum bessere Korrelationskoeffizienten als der Vergleich mit den bei der Perkussion ermittelten Daten. Bessere Korrelationskoeffizienten erbrachten andere, per Sonographie bestimmte Parameter, wie z. B. der Abstand der Vena portae zur Bauchwand im 11. Interkostalraum.
- Die Koeffizienten der Korrelation zwischen den aus dem Blutserum im Labor bestimmten Parametern und den Perkussionswerten waren bei der Patientengruppe sehr gut, allerdings waren diese Korrelationen stark von den Laborwerten zweier Tiere abhängig. Die Laborwerte waren im Allgemeinen sehr homogen.
- Mit den Daten der Leberschmerzperkussion wurde der Kruskal-Wallis-Test durchgeführt, und ergab für die Parameter Lebermasse, Lebervolumen und Leberfettgehalt im Vergleich mit dem kategorisierten Parameter Lebererkrankung signifikante p-Werte.
- Bei der Ermittlung von Regressionen ergaben sich zum Teil (adj.) $R^2 \geq 0,7$, allerdings sind die erhaltenen Regressionsgleichungen bei einer Stichprobengröße von $n < 100$ nicht als allgemein gültig anzusehen.
- Im Laufe der Versuchsreihe wurde die Deckung der perkutierten Fläche mit der per Sonographie bestimmten Fläche immer größer und die Differenz der perkutierten

Breite 15 cm ventral der LWQFS zur per Sonographie ermittelten Breite 15 cm ventral der LWQFS immer kleiner. Das heißt, dass die Messgenauigkeit in Abhängigkeit zur laufenden Nummer immer besser wurde.

- Statistisch signifikante Ergebnisse ergab auch der Versuch, die Größe der Leber anhand von Literaturangaben einzuteilen, und mittels gesamter Perkussionsfläche und der perkutierten Breite 15 cm ventral der LWQFS die Lebergröße zu bestimmen.
- Bei der Untersuchung der intraindividuellen Perkussionsunterschiede ergaben sich Variationskoeffizienten, die zum Teil weit über 10 % lagen. Allein bei der Bestimmung der Gesamtfläche ergab sich ein relevanter VK von 9,34. Die Durchführung dieser Untersuchung wurde allerdings dadurch erschwert, dass die Tiere zur Untersuchung im Stall verblieben und sehr fett waren.
- Die Untersuchung der interindividuellen Variation der Perkussion ergab ebenfalls kaum Variationskoeffizienten $< 10\%$. Allein bei der Perkussion der kranialen Grenzen des Leberfeldes ergaben sich Variationskoeffizienten von ca. 10 % gut reproduzierbare Werte.

VII Summary

„Investigations on the validity of the percussion of the liver in cattle“

M. Westermeier

The present study investigated the validity of the percussion of the liver in cattle in comparison with other, partly more recent, methods of examination of the liver.

Between December 04, 2006 and October 22, 2007 thirty six patients of the Clinic for Ruminants of the Ludwig-Maximilians-University (LMU) in Munich were included in this study. Only adult animals, whose liver was accessible for percussion over the ribcage on the right body side, were considered. General animal data (e.g. body condition score, weight, height) were recorded and percussion for liver dullness and liver pain was conducted following a protocol especially designed for this study. Subsequently, a sonographical examination of the liver was performed according to BRAUN (1997). Pathological examination of the liver was an inclusion criteria, thus, animals of this study were either euthanized or slaughtered after completion of clinical examinations. Blood parameters and the fat content of the liver were determined. The area of the liver, which was described by percussion or sonography was calculated and histological examinations of the liver were conducted at the Institute of Veterinary Pathology of the LMU. The obtained values for weight, volume and the fat content of the liver were used as gold standard for analyzing the parameters measured during percussion. Sixteen study animals belonged to a very homogenous group of healthy animals (used in a concurrent experiment at the Clinic for Ruminants). Thus, the results were presented for all animals ($n = 36$), and also for the cattle of the healthy group ($n = 16$) as well as the animals of the patient group ($n = 20$).

Additionally the intra-individual variation of the percussion of the liver was investigated by examining 10 healthy animals owned by the Clinic for Ruminants four times within 12 to 16 days. The inter-individual variation of the percussion was investigated using five different animals examined by eight different persons.

The results obtained include:

- The correlation between measurement values obtained by liver percussion, general data on the animal, and data obtained during the pathological examination resulted in significant associations with the values of the width of the liver 15 cm below the lumbar transverse processes (LTP) and the area of the liver as identified during the

percussion. The width found in the percussion directly and 30 cm below the LTP resulted in hardly any significant correlations with the above described values.

- The correlation of the parameters identified by liver percussion directly and 15 cm below the LTP, the total area of the liver and the cranial and caudal borderlines were significantly associated with the respective values gathered by sonographical examination.
- The comparison between values obtained during sonographical examination (area and width) with general animal data and parameters measured during pathological examination resulted in similar coefficients of correlation as the ones obtained with the percussion data.
- High correlations were found between the (very homogenous) laboratory values and the values measured during percussion in the group of patients, but they were highly influenced by the values of two animals.
- There was a significant difference in the parameters weight, volume and fat content of the liver and the results of liver pain percussion.
- The agreement between the total area and the width measured 15 cm below the LTP obtained during percussion and sonographical examination, respectively, increased with the duration of the study. This indicates that the precision of the measurements increased with experience.
- Using the total area of the liver obtained by percussion and the width obtained 15 cm below the LTP it was feasible to predict the size of the liver as obtained in the pathological examination.
- The coefficient of variation (CV) was used to assess the intra-individual differences in the percussion. Only for the determination of the total area of the liver a relevant CV of 9.34% was obtained. However, these examinations were aggravated as these animals were examined in the stable and were extremely fat.
- The examination of the inter-individual variation resulted in hardly any relevant CV <10%. Only in the percussion of the cranial border of the liver CVs of 10% were obtained, indicating reproducible values.

VIII Literaturverzeichnis

BAUMGARTNER, W. (1999)

Perkussion - Allgemeines

In: Klinische Propädeutik der inneren Krankheiten und Hautkrankheiten der Haus und Heimtiere

4. Auflage, Parey Verlag, Berlin

BEYER, K. (1937)

Untersuchungen über die diagnostische Verwertung der Schall- und Schmerzperkussion der Leber beim Rind

Vet.-med. Diss., Hannover

BRAUN, U. (1990)

Ultrasonographic examination of the liver in cows

American Journal of Veterinary Research 51: 1522-1526

BRAUN, U. (1997)

Leber

In: Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik beim Rind

1. Auflage, Parey Verlag, Berlin

BUDRAS, K.-D., WÜNSCHE, A. (2002)

Bauchwand und Bauchhöhle

In: Atlas der Anatomie des Rindes

1. Auflage, Schlütersche GmbH und Co KG Verlag, Hannover

CASTELL, D.O., O'BRIEN, K.D., MUENCH, H., CHALMERS, T.C. (1969)

Estimation of liver size by percussion in normal individuals

Annals of Internal Medicine 70: 1183-1189

DIRKSEN, G. (1990)

Leber

In: Rosenberger G. (Hrsg) Die klinische Untersuchung des Rindes

3. Auflage, Parey Verlag Berlin, Hamburg

EDMONSON, A.J., LEAN, I.J., WEAVER, L.D., FARVER, T., WEBSTER, G. (1989)

A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows

Journal of Dairy Science 72: 68-78

GERBER, D. (1993)

Sonographische Befunde an der Leber des Rindes

Vet.-med. Diss., Zürich

GILBERT, V.E. (1994)

Detection of the liver below the costal margin: comparative value of palpation, light percussion, and auscultatory percussion.

Southern Medical Journal 87: 182-186

GROTE, D. (1992)

Sonographische Untersuchungen zur Leberdiagnostik beim Rind unter besonderer Berücksichtigung des Fettlebersyndroms

Vet.-med. Diss., Hannover

GRÜNDER, H.-D. (1971)

Praxisnahe Testverfahren zur Diagnose von Rinderkrankheiten

Prakt. Tierarzt 52: 587- 589

GRÜNDER, H.-D. (1975)

Diagnose und Therapie der Leberkrankheiten beim Rind

Prakt. Tierarzt Sondernummer 5: 12-17

HABTEMARIAM, B. (1998)

Untersuchungen zur Bedeutung der postpartalen Leberverfettung beim Rind

Vet.-med. Diss., Leipzig

HECKING, J. (1986)

Zur Durchführung der Leberpunktion beim Rind (unter Berücksichtigung des Leberprofils)

Vet.-med. Diss., Hannover

HERDT, T. H., GOEDERS, L., LIESMAN, J. S., EMERY, R. S. (1983)

Test for estimation of bovine hepatic lipid content

Journal of the American Veterinary Medical Association 182: 953-955

HILT, G. (1971)

Physikalische Feststellung der Lebergröße durch Kombination von Perkussion und Auskultation

Deutsche Medizinische Wochenschrift 96: 1100-11

HÖPFNER, G. (1976)

Vergleichende Betrachtung histologischer und histochemischer Untersuchungen an Leberpunktaten von Schlachtkühen mit Werten von Enzymaktivitäten und Gesamtcholesterin im Blutserum

Vet.-med. Diss., München

JAKSCH, W., GLAWISCHNIG, E. (1990) a

Perkussion – Allgemeines

In: Klinische Propädeutik der inneren Krankheiten und Hautkrankheiten der Haus- und Heimtiere

3. Auflage, Parey Verlag, Berlin, Hamburg

JAKSCH, W., GLAWISCHNIG, E. (1990) b

Untersuchung des Abdomens

In: Klinische Propädeutik der inneren Krankheiten und Hautkrankheiten der Haus- und Heimtiere

3. Auflage, Parey Verlag, Berlin, Hamburg

JOSHI, R., SINGH, A., JAJOO, N., PAI, M., KALANTRI, SP. (2004)

Accuracy and reliability of palpation and percussion for detecting hepatomegaly. A rural hospital-based study

Indian Journal of Gastroenterology 23: 171-174

KELLY, W.R. (1971) a

Bauch und Verdauungsapparat

In: Tierärztliche klinische Diagnostik

Deutsche Auflage, Gustav Fischer Verlag, Jena

KELLY, W.R. (1971) b

Einführung, Methoden zur Feststellung von Symptomen

In: Tierärztliche klinische Diagnostik

Deutsche Auflage, Gustav Fischer Verlag, Jena

KÖNIG, H. E., LIEBICH, H.-G. (2005)

Anhangsdrüsen des Darmes, Leber

In: Anatomie der Haussäugetiere

2. Auflage, Schattauer Verlag, Stuttgart

KIRK, R.M. (2004)

Clinical assessment of liver enlargement?

Indian Journal of Gastroenterology 23: 163-164

LAUENER, W. (1993)

Zweidimensionale Sonographie in der Fettleberdiagnostik bei Milchkühen. Untersuchungen zur diagnostischen Sensitivität und Spezifität

Vet.-med. Diss., Hannover

LFGB § 64 (2005)

§ 64 Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren

Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. April 2006

(BGBl. I S. 945), geändert durch den Artikel 2 des Gesetzes vom 5. November 2007 (BGBl. I S. 2558)

LORCH, A., RADEMACHER, G. (2004)

Klinische Untersuchung des Rindes und Differentialdiagnose praxisrelevanter Leitsymptome Teil 6:

Kuh mit beidseits vollem Abdomen infolge eines in die Bauchhöhle durchgebrochenen

Labmagengeschwürs

Tierärztliche Umschau 59: 514-518

MALKMUS, B., OPPERMANN, T. (1949)

Perkussion

In: Grundriss der klinischen Diagnostik der inneren Krankheiten der Haustiere

15. Auflage, Dr. Max Jaenecke Verlagsbuchhandlung, Leipzig

MAREK, J., MOCSY, J. (1960)

Untersuchung durch Beklopfen. Percussio

In: Lehrbuch der klinischen Diagnostik der inneren Krankheiten der Haustiere

6. Auflage, Fischer Verlag, Jena

MCGEE, S.J. (1995)

Percussion and physical diagnosis: separating myth from science

Disease-a-Month 41: 641-692

MEIDL, E.J., ENDE, J (1993)

Evaluation of liver size by physical examination

Journal of General Internal Medicine 8: 635-637

PADBERG, W. (1954)

Maße und Gewichte von Herz, Leber, Milz, und Nieren des Rindes
Vet.-med. Diss., Gießen

PARRINO T. A., (1987)

The art and science of percussion
Hospital Practice (Off Ed). 30: 22: 25-28, 32-36

PEARSON, E.G., CRAIG, A.M. (1980)

The Diagnosis of Liver Disease in Equine and Food Animals
Modern Veterinary Practice 61: 233-237

ROSENBERGER, G., GRÜNDER H.-D. (1994)

Verdauungsapparat, Krankheiten der Leber und der Gallenwege
In: Rosenberger G. (Hrsg) Krankheiten des Rindes
3. Auflage, Parey Verlag, Berlin

ROSSOW, N. (1962)

Zur klinischen Diagnostik der Lebererkrankungen des Rindes
Monatshefte Veterinärmedizin 17: 769-774

RUBARTH, S. (1967)

Leber und Gallenwege
In: Joest, E. (Hrsg.) Band 6: Handbuch der speziellen pathologischen Anatomie der Haustiere
3. Auflage, Parey Verlag, Berlin

SPÖRRI, H. (1969)

Pathophysiologie der Leber
In: Spörri H. und Stünzi H. (Hrsg.) Pathophysiologie der Haustiere
Parey Verlag, Berlin

STÖBER, M. (1990)

Grundregeln der Untersuchungstechnik
In: Rosenberger G. (Hrsg) Die Klinische Untersuchung des Rindes
3. Auflage, Parey Verlag Berlin, Hamburg

STÖBER, M. (2002) a

Krankheiten von Leber und Gallenblase

In: Dirksen G., Gründer H.-D., Stöber M. (Hrsg) Innere Medizin und Chirurgie des Rindes

4. Auflage, Parey Buchverlag im Blackwell Verlag GmbH, Berlin, Wien

STÖBER, M. (2002) b

Krankheiten von Brustfell, Brusthöhle, Zwerchfell und Brustwand

In: Dirksen G., Gründer H.-D., Stöber M. (Hrsg) Innere Medizin und Chirurgie des Rindes

4. Auflage, Parey Buchverlag im Blackwell Verlag GmbH, Berlin, Wien

VLIZLO, V., LEWTSCHENKO, W. (1992)

Beitrag zu den Lebererkrankungen der Mastbullen

Dtsch. Tierärztl. Wschr. 99: 254-257

VOLLMERHAUS, B., ROOS, H. (1999)

Speiseröhre, Magen, Darm und Darmanhangsdrüsen

In: Nickel R., Schummer A., Seiferle E. (Hrsg.) Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Band II

Eingeweide

8. Auflage Parey Verlag, Berlin

WENNI, A. (1975)

Untersuchungen zur Diagnostik von Leberschäden beim Rind unter Praxisbedingungen

Tierärztl. Prax. 3: 253-256

WISEMAN, M. (2005)

SPSS für Windows, Special Topics, Regressionsanalysen

6. Auflage, Leibniz – Rechenzentrum der bayerischen Akademie der Wissenschaften, München

ZOLI, M., MAGALOTTI, D., GRIMALDI, M., GUELI, C., MARCHESINI, G., PISI E. (1995)

Physical examination of the liver: is it still worth it?

The American Journal of Gastroenterology 90: 1428-1432

IX Anhang

1. Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. W. Klee für die Überlassung des Themas, seiner guten Anregungen, der guten, geduldigen Betreuung und die großzügige Bereitstellung der Arbeitsmöglichkeiten am Lehrstuhl sehr herzlich bedanken.

Bei Herrn Prof. Dr. H. Zerbe und Herrn Dr. W. Petzl bedanke ich mich für die Möglichkeit der Untersuchung von Tieren, die im Rahmen eines weiteren Versuches der Klinik geschlachtet wurden. Diese Tiere stellen einen erheblichen Prozentsatz meiner Probanden dar. Sie haben die Zeit der Datenerhebung erheblich verkürzt und machten die Aufteilung der Stichprobe in die zwei Gruppen möglich. Auch für die Möglichkeit der Untersuchung der Tiere am Oberwiesenfeld möchte ich mich sehr herzlich bedanken.

Frau PD Dr. Dr. A. Hafner-Marx und ihrem Team vom Bayerischen Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit danke ich sehr herzlich für das Ermöglichen der pathologischen Untersuchung der Lebern in den Räumen des LGL und der stets prompten Eviszeration der Tiere.

Herrn Prof. Dr. W. Hermanns danke ich sehr herzlich für die Durchführung der histologischen Untersuchung der Lebern.

Besonderer Dank gilt Frau Dr. C. Sauter-Louis für das geduldige Einweisen in die Tiefen der Statistik und in den Umgang mit den Rechenprogrammen Microsoft Access, Excel, SPSS für Windows und Scion Image, der Hilfe beim Erstellen des „Summary“ sowie für die stets ermunternden Worte.

Außerdem danke ich Herrn Dr. M. Metzner für die Anregungen zur Ultraschalluntersuchung, für die Erklärung der Handhabung des Ultraschallgerätes, und weiterer technischer Anregungen.

Beim Institut für Hygiene und Technologie der Lebensmittel tierischen Ursprungs (ehem. Vorstand Prof. Dr. Dr. h. c. mult. A. Stolle) bedanke ich mich herzlich für die Möglichkeit der Bestimmung des Leberfettgehaltes an der Soxhlet - Apparatur.

Außerdem möchte ich mich bei allen Assistenten der Klinik bedanken, dass daran gedacht wurde, mir Bescheid zu sagen, wenn Tiere, die die Einschlusskriterien erfüllten, euthanasiert

werden mussten. Ganz herzlich bedanke ich mich auch bei den Pflegern, die stets zur Stelle waren und die Tiere über die Viehwaage in den OP verbracht haben.

