

**Zur Charakterisierung der Kristallstruktur der Schweinelinse
als Modell für die humane Linse**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität
Bonn

vorgelegt von
Anne Caroline Waeser geb. Müllender
aus Bonn

2009

Angefertigt mit Genehmigung der
Medizinischen Fakultät der Universität Bonn

1. Gutachter: PD Dr. rer. nat. Alfred Wegener
2. Gutachter: Prof. Dr. Thomas Magin

Tag der Mündlichen Prüfung: 03.04.2009

Augen- und Poliklinik
Medizinische Einrichtungen der
Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Direktor: Prof. Dr. med. Frank G. Holz

Diese Dissertation ist auf dem Hochschulschriftenserver der ULB Bonn unter http://hss.ulb.uni-bonn.de/diss_online elektronisch publiziert.

Πάντες ἄνθρωποι τοῦ εἰδέναι ὀρέγονται φύσει

Alle Menschen streben von Natur aus nach Wissen
(Aristoteles, Metaphysik I)

gewidmet
meinen Eltern
meinen Geschwistern
und
Ralf

<u>1. Abkürzungsverzeichnis</u>	8
<u>2. Einleitung</u>	
2.1 Zielsetzung	9
2.2 Problemstellung	9
2.3 Die historische Bedeutung der Blindheit – unter anderem durch Katarakt – und Wege ihrer Erforschung und Therapie	11
2.4 Anatomie und Physiologie der Linse	14
2.5 Wachstum und Entwicklung der Augenlinse	16
2.6 Stoffwechsel und Altern der Linse	17
2.7 Proteine und Proteinfaltung	17
2.8 Zusammensetzung der Linse	20
2.8.1 α -Kristallin	21
2.8.2 β -Kristallin	23
2.8.3 γ -Kristallin	25
2.9 Altersabhängige Veränderungen der Linsenproteine	27
<u>3. Material und Methoden</u>	
3.1 Elektrophorese	29
3.2 Das Prinzip der Isoelektrofokussierung	30
3.3 Das Prinzip der Zweidimensionalen- (2-D-) Elektrophorese	31
3.4 Aufarbeitungen der Schweinelinsen	31
3.4.1 Präparation	31
3.4.2 Mikroschnitttechnik	32
3.4.3 Homogenisierung und Aufarbeitung mit Aqua Bidest	32
3.4.4 Zentrifugierung	32
3.5 Herstellung der Trenngele und Isoelektrofokussierung	33
3.5.1 IEF-Gele	33
3.5.2 SDS-Gele	35
3.6 Auswertung der Gele	38

3.7 Das Software-System MELANIE	38
---------------------------------	----

4. Ergebnisse

4.1 Gele	43
4.1.1 IEF-Gelelektrophorese	43
4.1.2 2-D-SDS-Gele der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse	45
4.1.3 2-D-SDS-Gele der wasserunlöslichen Proteine der Schweinelinse	52
4.2 2-D-SDS-Page mit Zuordnung der Kristallinfraktionen	57
4.3 Spot-IDs	58
4.3.1 Spot-IDs der wasserlöslichen Linsenproteine des Schweins	58
4.3.2 Spot-IDs der wasserunlöslichen Linsenproteine des Schweins	73
4.4 Spot-Reports	79
4.5 Pair-Reports	80
4.5.1 Pair-Reports der wasserlöslichen Linsenproteine des Schweins	81
4.5.2 Pair-Reports der wasserunlöslichen Linsenproteine des Schweins	91
4.6 Korrelationen	96
4.6.1 Korrelationen der wasserlöslichen Linsenproteine des Schweins	97
4.6.2 Korrelationen der wasserunlöslichen Linsenproteine des Schweins	102

5. Diskussion

5.1 Prolegomena zum aktuellen Stand der Kristallinforschung und zur Einordnung der vorliegenden Studie	105
5.2 Die Kristallinstruktur und der Alterungsprozess der humanen Linse	107
5.3 Die Kristallinstruktur im Alterungsprozess der humanen Linse im Vergleich zur Kristallinstruktur im Alterungsprozess der Linsen anderer Spezies	108
5.4 Die Kristalline in den verschiedenen Altersschichten der Schweinelinse	111
5.5 Die softwaregestützte Bildanalyse – Möglichkeiten und Grenzen	119
5.6 Synopsis	121
5.7 Ausblick	123

<u>6. Zusammenfassung</u>	126
<u>7. Anhang</u>	
7.1 Spot-Reports der wasserlöslichen Linsenproteine des Schweins	129
7.2 Spot-Reports der wasserunlöslichen Linsenproteine des Schweins	159
<u>8. Liste der verwendeten Substanzen</u>	171
<u>9. Liste der verwendeten Geräte</u>	172
<u>10. Abbildungsverzeichnis</u>	173
<u>11. Literaturverzeichnis</u>	180
<u>12. Danksagung</u>	186

1. Abkürzungsverzeichnis

- APS = Ammonium Persulfat
- ÄSL = Äquilibrierungs-Stammlösung
- ATP = Adenosintriphosphat
- Da = Dalton
- DTT = Dithiothreitol
- EDTA = Ethylethylendiamintetraessigsäure
- Eq = equator = Äquator
- HCl = Hydrochlorid
- HM = HMW= high molecular weight = hochmolekular
- IEF = Isoelektrofokussierung
- ID = identification = Identifizierung
- IP = Isoelektrischer Punkt
- kDa = Kilodalton
- LMW = low molecular weight = niedrigmolekular
- mA = Milliampère
- MG = Molekulargewicht
- PAGE = Polyacrylamid-Gelelektrophorese
- SDS = Sodiumdodecylsulfat
- TEMED = Tetramethylethylendiamin
- ui = urea-insoluble = harnstoffunlöslich
- us = urea-soluble = harnstofflöslich
- wi = water-insoluble = wasserunlöslich
- ws = water-soluble = wasserlöslich

2. Einleitung

2.1 Zielsetzung

Können Schweinelinsen eine Rolle bei der Erforschung der Katarakt-Genese spielen? Sind bei diesen Tieren, die meist im Alter von zwei Jahren oder jünger zum Verzehr getötet werden, dieselben Altersveränderungen in der Linse bereits sichtbar wie bei Rindern, die deutlich älter geschlachtet werden? Kann eine Schweinelinse als Modell für den Alterungsprozess einer humanen Linse dienen? Verhalten sich die spezifischen Linsenproteine in den einzelnen Altersschichten genauso wie in der menschlichen Augenlinse?

Um diesen Fragen ein wenig näher zu kommen sind die Linsenproteine in den verschiedenen Altersschichten der Linse mittels Isoelektrofokussierung und Zweidimensionaler Natriumdodecylsulfat-Gelelektrophorese in ihre einzelnen Untergruppen aufgetrennt und bezüglich ihres Vorkommens in den einzelnen Altersschichten untersucht worden.

2.2 Problemstellung

Die Linsen diverser Spezies wurden in verschiedensten Arbeiten schon auf das Genaueste untersucht. So gibt es mannigfaltige Forschungen über die Linsen von Ratten, Affen und Rindern, um nur eine kleine Auswahl zu nennen. Bisher waren es meist die Linsen von Primaten, die zu Forschungszwecken statt humaner Linsen eingesetzt wurden. Da es aber aufgrund der immensen Kosten und der Schwierigkeiten sowie dem Aufwand, während der Studien eine artgerechte Haltung gewährleisten zu können, zunehmend zu einer Abwendung von der Primatenforschung kommt, müssen andere Tiermodelle gefunden werden, deren Linse eine so große Ähnlichkeit zu der humanen Linse besitzt, dass eine Forschung daran sinnvoll ist und sich die Forschungsergebnisse auf die humane Linse übertragen lassen können.

In der Universität Göttingen wurde 1961-1962 durch das Institut für Tierzucht und Haustiergenetik mit dem Göttinger Minipig ein Zwergschwein gezüchtet, welches weltweit schon zu einem bedeutenden Versuchstier geworden ist. Durch seine geringe Größe und sein leichtes Gewicht (Minischweine wiegen im ausgewachsenen Zustand nur bis zu 100 kg, während Großschweine bis zu 400 kg schwer werden können) ist es in Labors gut einsetzbar, und eine artgerechte Haltung ist mit relativ wenig Aufwand und geringen Kosten möglich. Die Züchtung

ist eine Mischung aus einem vietnamesischen Hängebauchschwein und dem Minnesota Minipig sowie der Deutschen Landrasse, durch deren Beizüchtung das initial stark pigmentierte Tier wieder hellhäutig wurde und so zu Forschungszwecken besser eingesetzt werden kann.



Abb.1: Göttinger Minipig

Das Göttinger Minipig ist dem Menschen bezüglich seiner Anatomie, Physiologie und den Organen in vielerlei Hinsicht sehr ähnlich und wird schon seit längerem erfolgreich in der Herz-Kreislauf-Forschung eingesetzt. Für die experimentelle Ophthalmologie ist es insofern interessant, als die Augendimensionen des Schweineauges denen des menschlichen Auges sehr ähnlich sind. Einige Unterschiede, wie zum Beispiel das Fehlen der Makula im Schweineauge, unterscheiden sie zwar voneinander, aber im Großen und Ganzen ist das Schweineauge eine interessante Alternative zu den bisher in der Forschung meist eingesetzten Primatenaugen.

Ob die Linsen der Schweineaugen auch als Modell für die Erforschung von Veränderungen der Kristalline im Alterungsprozess auf die diesbezüglichen Gegebenheiten der humanen Linse dienen können, dazu soll die vorliegende Arbeit einige Aspekte aufzeigen.

Zwar wurde in der vorliegenden Arbeit mit den Linsen von Großschweinen aus dem Schlachthof und nicht mit solchen des Göttinger Minipigs gearbeitet, aber da bis auf den Größenunterschied keine Unterschiede in den Linsen dieser Rassen bestehen, kann davon ausgegangen werden, dass die Ergebnisse der Arbeit durchaus auf die Linsen der Göttinger Minipigs übertragbar sind.

Ein zusätzliches Hilfsmittel, welches bei der vorliegenden Arbeit eingesetzt wurde, ist das softwaregesteuerte Bildanalysesystem MELANIE der Firma Genebio (Schweiz). Darauf, inwiefern Computersysteme neue Möglichkeiten in der Forschung und in der Auswertung isoelektrischer Trennverfahren bieten, soll in einem Nebenaspekt dieser Arbeit ebenfalls eingegangen werden.

2.3 Die historische Bedeutung der Blindheit – unter anderem durch Katarakt – und Wege ihrer Erforschung und Therapie

Schon seit Anbeginn der Menschheit bedeutete Blindheit (gr. τυφλότης (typhlotes), ἀμαύρωσις (amaurosis), ἀβλεψία (ablepsia); lat. caecitas) eine große Einschränkung für den vor allem durch seine Augen wahrnehmenden Menschen.

In der Antike war die Blindheit die wohl am häufigsten vorkommende Behinderung. So galt sie auf der einen Seite als göttliche Strafe, wie beispielsweise von Ovid in seinen Metamorphosen beschrieben:

„So verurteilte sie [Juno] die Augen ihres Richters [Tiresias] zu ewiger Nacht.“

(vgl. Ovid, Metamorphosen 3, 316ff). Häufig hatte Blindheit daher eine gesellschaftliche Ächtung mit dem entsprechenden sozialen Abstieg der betroffenen Person zur Folge. Auf der anderen Seite zeichnete sie oft Dichter (der Sage nach Homer), Musiker oder Seher (z.B. Tiresias) aus.

Im Alten und Neuen Testament war die Blindheit häufig Teil des göttlichen Heilsplans (vgl. Isaak (Gen 27,1-40), Tobit (Tob 2-12), Saulus (Apg 9,8f.)). So vollbrachte auch Jesus an mehreren Blinden Wunderheilungen, wie z.B. bei Lk 18,41-43 beschrieben:

„Herr, ich möchte wieder sehen können. Da sagte Jesus zu ihm: Du sollst wieder sehen. Dein Glaube hat dir geholfen. Im gleichen Augenblick konnte er wieder sehen.“

Schon Aristoteles (384 – 322 v. Chr.) und Diodor (1. Jhd. v. Chr.) unterschieden eine erbliche Blindheit, wie z.B. die Katarakt, von einer erworbenen Blindheit, die z.B. durch übermäßigen Weingenuss zustande kam (Aristoteles: EN 3,7. Diodor: IIIa 26f.). Ob die dort beschriebene erworbene Blindheit im Sinne eines Rausches oder durch Methanol im Sinne einer Alkoholamblyopie gesehen werden muss, lässt sich nicht mit Sicherheit sagen. Im altägyptischen Papyrus Ebers, welcher um 1550 v. Chr. entstand, finden sich im dritten Abschnitt, der sich mit der Behandlung innerer Krankheiten befasst und eine große Rezeptsammlung enthält, die ältesten schriftlich überlieferten medikamentösen Therapien des grauen Stars (Ebers, 1875):

„Andere Mittel gegen die Verschleierung im Auge am ersten Tage.

Sumpfwasser

am zweiten Tage

Honig

Stibium

auf einen Tag.“ (LVI, 6-8)

An dieser Stelle sei aber darauf hingewiesen, dass man heute weiß, dass Sumpfwasser Huminstoffe enthält, die eine antiseptische Wirkung haben. Daher muss man davon ausgehen, dass als Ursache der Blindheit neben der Katarakt auch das beginnende Trachom eine Rolle spielte, welches sich als bakterielle Infektion durch die Huminstoffe günstig beeinflussen ließ.

An einer anderen Stelle des Papyrus ist beschrieben:

„Anderes zum Vertreiben der Blindheit in den Augen an dem Rundkörper. Trockene Myrren zerrieben mit geronnener (saurer) Milch hernach auf die Augen thun. Ein anderes:

Zwiebel vermischt mit 3. Honig

hernach auf die Augen thun.“ (LXVII, 21 – LVIII, 2)

Die Ingredienzien werden jeweils in bestimmten, in altägyptischen Maßeinheiten angegebenen Mengen genannt. Insgesamt enthält der Papyrus Ebers über 100 Rezepte gegen Blindheit wohingegen operative Vorgehen im alten Ägypten scheinbar äußerst selten waren und über die Anatomie des Auges nur rudimentäre Kenntnisse vorhanden gewesen zu sein scheinen.

In der Antike beschrieb der römische Schriftsteller Aulus Cornelius Celsus (1. Jhd. n. Chr.) in dem allein erhaltenen medizinischen Teil seiner Enzyklopädie die Katarakt als eine Ansammlung von trüber Flüssigkeit in einem leeren Raum (locus vacuus) zwischen Iris und Linse und schlug eine konservative Therapie mittels Aderlass, Anregung vermehrter Schleimproduktion, Räucherung und Salbung vor (Celsus, 1. Jhd. n. Chr. a) sowie bei chronischen Fällen eine chirurgische Therapie. Diese sollte aber erst dann eingesetzt werden, wenn die trübe Flüssigkeit sich etwas verfestigt habe, weswegen vor der Operation über drei Tage eine bestimmte Diät eingehalten werden sollte. In der Operation wurde die Trübung mit einer Nadel hinter die Linse gedrückt, das Auge anschließend mit einem in Eiklar getränkten Tuch verbunden und der Patient dann zu strikter Ruhe angehalten, bis die Wunde verheilt war (Celsus, 1. Jhd. n. Chr. b). Die aber wahrscheinlich noch früher als von Celsus berichtete und somit älteste detaillierte Überlieferung einer Staroperation stammt von dem um 40 n. Chr. wirkenden griechischen Augenarzt Demosthenes Philalethes aus der Schule des Herophilus von Alexandria (4./3. Jhd. v. Chr.), der eine Methode anwendete, die in gleicher Weise bis ins 19. Jahrhundert zur Anwendung kam (Nutton, 1997). Er führte auch die anatomischen Studien des Herophilus weiter, durch den erstmals ein fundiertes Wissen über das Auge und seine Strukturen begründet wurde, wenn auch

viele Auffassungen in der Zukunft noch revidiert werden mussten; unter anderem auch die, dass es sich bei der Linse um eine kristallartige Flüssigkeit handele (Fischer, 2005).

Der griechische Arzt Galenos von Pergamon (129 bis etwa 199 n. Chr.) teilte den grauen Star in drei Kategorien ein. Er unterschied jugendliche, komplizierte und unkomplizierte Linsentrübungen.

Doch wie entstand aus den von den Griechen für die Linsentrübung verwendeten Worten ὑπόχυμα (hypochyma) und ὑπόχυσις (hypochysis), beide abgeleitet von dem Verb ὑπόχέω (hypocheo, dt. darunter gießen), die Bezeichnung ‚cataracta‘, die heute, in z. T. abgeänderter Schreibweise und Aussprache, in vielen europäischen Sprachen für den Begriff ‚grauer Star‘ gebräuchlich ist?

Erstmalig tauchte der Begriff ‚Katarakt‘ als Bezeichnung einer Augenkrankheit gegen Ende des 11. Jahrhunderts n. Chr. im Werk des ersten Übersetzers arabischer medizinischer Werke ins Lateinische, Constantinus Africanus, auf (Baader, 1967).

Nach Klaus-Dietrich Fischer (2000) fußt der Gebrauch dieses damals mit einer Augenkrankheit in keinsten Weise in Verbindung stehenden Wortes schlichtweg auf einem Zuordnungsfehler des Augenarztes und Medizinhistorikers Julius Hirschberg (18.09.1843 – 17.02.1925), der sich eingehend mit den Texten des Constantinus Africanus beschäftigte und zu Studienzwecken eigens Arabisch gelernt hatte. Er ordnete nämlich den von Constantinus Africanus im arabischen Urtext gebrauchten Wörtern ‚nuzūl al-mā‘ (Herabfließen des Wassers) bzw. ‚al-mā‘ (das Wasser) das Wort ‚cataracta‘ zu, dessen eine mögliche Bedeutung ‚Wasserfall‘ ist. Diese Übersetzung entsprach durchaus der damals angenommenen Pathogenese, der zufolge eine vom Gehirn herabfließende Flüssigkeit die Linse getrübt habe. So wurde ein zwar häufig im Zusammenhang mit Augenerkrankungen gebrauchtes, aber nie eben einer bestimmten Erkrankung zugeordnetes Wort, zum Eigennamen einer Erkrankung, die ursprünglich bei den alten Griechen wie bereits erwähnt als ὑπόχυμα (hypochyma) oder ὑπόχυσις (hypochysis) und bei den Römern als ‚suffusio‘ bezeichnet worden war.

War der eigentliche Sitz der Trübung lange Zeit unbekannt, beschrieben Remy Lasnier und Francois Quarré 1650 den Ort der Trübung als ausschließlich die Linse betreffend. Diese These wurde 1656 durch anatomische Studien von Prof. Werner Rolfinck (15.11.1599 – 06.05.1673) bestätigt. Bis zur eigentlichen Anerkennung dieser Entdeckung sollte es allerdings noch Jahrzehnte dauern.

1745 entwickelte der Ophthalmologe Jacques Daviel (1693 od. 1696 – 30.09.1762) die nach ihm benannte Operationsmethode zur Entfernung der Augenlinse bei Katarakt, die er in seinem 1753

veröffentlichten Werk „Sur une nouvelle méthode de guérir la cataracte par l'extraction du cristalin“ beschrieb (Daviel, 1753). Diese intrakapsuläre Staroperation, bei der der Linseninhalt nach unten abgelassen wurde, wurde lange Jahre mit gutem Erfolg durchgeführt. Dass es aber auch zu misslungenen Operationen mit der Folge völliger Blindheit kam, beschreibt z.B. Johann Wolfgang von Goethe (28.08.1749 – 22.03.1832) in seinem zwischen 1809 und 1813 entstandenen Werk „Aus meinem Leben. Dichtung und Wahrheit“ im 16. Buch. Er schildert ausführlich die durch Johann Heinrich Jung-Stilling (12.09.1740 – 02.04.1817), einem zu seiner Zeit weit über die Grenzen des deutschen Sprachraums hinaus bekannten Augenarzt und Staroperateur, an einem Herrn Lersner durchgeführte beidseitige Kataraktoperation, die aber misslang und zur völligen Blindheit des Patienten führte.

Heute ist die extrakapsuläre Kataraktextraktion mit anschließender Einfügung einer Kunstlinse in den Kapselsack eine weitgehend unproblematische und häufig durchgeführte Operation, da sie noch immer die einzige Therapie der Katarakt ist.

Etwa 95% aller Katarakte sind erworben. Nur ca. 5% aller Katarakte entstehen congenital, z.B. im Rahmen frühembryonaler Schädigungen durch Viren (v.a. Röteln, Mumps, Hepatitis, Toxoplasmose), oder werden vererbt (autosomal dominant, rezessiv, sporadisch oder X-chromosomal gebunden). Die erworbenen Katarakte kommen vor allem als Cataracta senilis, die ca. 80% aller erworbenen Katarakte ausmachen und worunter auch die Katarakte bei Diabetes mellitus Typ II fallen, oder weit seltener im Rahmen von Allgemeinerkrankungen (z.B. Galaktosämie, Niereninsuffizienz), bei Augenerkrankungen (z.B. Heterochromie, chronische Iridozyklitis), nach intraokulären Eingriffen (z.B. Vitrektomie), nach Verletzungen (z.B. Bulbuskontusion oder -perforation, Verblitzungen, Infrarotlicht) oder durch Medikamente (am häufigsten Kortison) bedingt vor (Phelps Brown et Bron, 1996, Graw, 2003, Graw et Löster, 2003). Dieser Begriff Cataracta senilis ist ein Sammelbegriff für verschiedene Kataraktformen und besagt, dass die große Mehrzahl der Katarakte durch Addition von mehreren Noxen über den Faktor Zeit, also durch Altern, entstanden ist (Müller-Breitenkamp et Hockwin, 1991).

2.4 Anatomie und Physiologie der Linse

Die Transparenz der Augenlinse, die die Grundlage des Sehprozesses ist, ist einerseits durch die Avaskularität sowie das Fehlen von Nerven und Lymphbahnen gegeben, andererseits spielt das komplexe Zusammenspiel der linsenspezifischen Proteine, der so genannten Kristalline, eine

wesentliche Rolle. Durch verschiedene Ursachen, wie z.B. UV-Strahlen, medikamentös-toxische Wirkungen oder Stoffwechselerkrankungen, kommt es zu Störungen des Gleichgewichts der Kristalline und des Stoffwechsels der Linse (Phelps Brown et Bron, 1996, Müller-Breitenkamp et Hockwin, 1991). Wie auch während des normalen Alterungsprozesses der Linse führt dies dazu, dass der Anteil des wasserlöslichen Kristallins ab- und der des wasserunlöslichen Kristallins zunimmt. Dies kommt dadurch zustande, dass die wasserlöslichen Kristalline mit der Zeit aggregieren und sich so neue, hochmolekulare Kristalline und wasserunlösliche Proteinkomplexe bilden (Hoenders und Bloemendal, 1982; Bloemendal et al., 1985). Je mehr wasserunlösliche Komplexe sich bilden, desto mehr wird das enge Zusammenspiel der Kristalline gestört, infolge dessen die Transparenz der Linse immer weiter abnimmt, während sie unter normalen Bedingungen erhalten bleibt (Bours J et al, 1990).

In der Linse lassen sich drei Gruppen von Kristallinen aufgrund ihrer Ladungsverhältnisse voneinander abgrenzen, die als α -, β - und γ -Kristalline bezeichnet werden. Mittels Elektrophorese, Isoelektrofokussierung und Chromatographie lassen sich diese Kristalline in weitere Untergruppen aufteilen.

Den größten Anteil an den Linsenproteinen hat das α -Kristallin, welches durch seine besondere Struktur und seine hohe Hitzestabilität das weniger hitzestabile β - und γ -Kristallin durch Bindung stabilisiert und so vor Denaturierung und somit Präzipitation schützen kann (Rao et al., 1995; Gopalakrishnan et al., 1994). Damit übernimmt es eine Aufgabe ähnlich der der Chaperone oder Hitzeschockproteine. Chaperone sind ATPasen, die die Aufgabe haben, Polypeptidketten während ihrer Faltung im Lumen des Endoplasmatischen Retikulums vor Aggregation zu schützen, indem sie sich wie eine Kappe an die freien Enden der Polypeptidkette binden. Ähnlich dieser Chaperone reagieren die Hitzeschockproteine, die Eiweiße vor Denaturierung schützen indem sie bei Temperaturanstiegen in den Zellen in großer Zahl synthetisiert werden und sich als Schutz an die der Hitze ausgesetzten Eiweiße binden.

Durch den geschichteten Aufbau der Linse, deren neu gebildete Fasern sich von außen auf die bereits bestehenden Schichten auflagern, lassen sich sehr gut die Veränderungen des Linsenkrystallins in den verschiedenen Altersschichten untersuchen. Bisher wurden neben humanen Linsen vor allem Rinder- und Rattenlinsen als Versuchsobjekte gebraucht. Die Schweinelinse wurde bisher wenig beachtet, da die Tiere in der Regel noch vor ihrem zweiten Lebensjahr geschlachtet werden und somit meist noch zu jung sind, um an einer Katarakt zu erkranken oder andere, altersspezifische Veränderungen der Linse aufweisen zu können. Daher

gibt es auch bisher nur wenig Literatur über die Kristalline in Schweinelinsen, so dass in dieser Arbeit meist auf Literatur über andere Spezies zurückgegriffen werden musste, um die Grundinformationen über die Kristalline zusammen tragen zu können.

2.5 Wachstum und Entwicklung der Augenlinse

Schon früh in der Embryonalzeit des Menschen beginnt die Entwicklung der Augenlinse. Im ersten Fetalmonat kommt es zur Einstülpung von Oberflächenektoderm in die primitive Augenblase welche aus Neuroektoderm besteht und sich um den 23. Tag der Embryogenese als Ausbuchtung des Vorderhirnes bildet. Zunächst kommt es zur Ausbildung des so genannten Augenbeckers, der sich durch Wiederverschluss des Oberflächenektoderms und Abschnürung zum Linsenbläschen weiterentwickelt. Das Oberflächenektoderm direkt über dem Linsenbläschen entwickelt sich zur durchsichtigen Hornhaut. Die Zellen am hinteren Pol des Linsenbläschens elongieren, bis sie das Lumen des Linsenbläschens als primäre Linsenfasern vollständig ausfüllen. Sie bilden den Embryonalkern der Linse, auf den alle sekundären Linsenfasern von außen aufgelagert werden. Die Zellen am vorderen Pol des Linsenbläschens bleiben als einschichtige Epithelzellreihe erhalten und behalten auch im weiteren Verlauf der Entwicklung ihre Teilungsfähigkeit, die sich allerdings auf die im Äquatorbereich liegenden Zellen beschränkt. Diese Zellen bilden zeitlebens die so genannten sekundären Linsenfasern, die sich wie die Jahresringe an einem Baum den älteren Fasern von außen auflagern. Diesen im Körper einmaligen Wachstumsprozess bezeichnet man als appositionelles Wachstum.

In der Linse lassen sich so verschiedene Kerne abgrenzen, die von innen nach außen als Embryonal-, Fetalkern, infantiler Kern und Erwachsenenkernel bezeichnet werden. Die Bildung des Embryonal- und des auf ihn folgenden Fetalkerns ist bei der Geburt abgeschlossen, und die Bildung des infantilen Kerns beginnt. Mit der dritten Lebensdekade beginnt die Bildung des Alterskerns.

Da die Linse fest von der überwiegend aus Kollagen bestehenden Linsenkapsel umschlossen ist, gehen keine Zellen verloren, und es findet zeitlebens eine Gewebsverdichtung statt (Phelps Brown et Bron, 1996).

2.6 Stoffwechsel und Altern der Linse

Als rein epitheliales Organ enthält die Linse weder Nerven noch Gefäße oder Lymphbahnen. Dies ist eine wesentliche Voraussetzung für ihre Funktion. Der Prozess des Sehens besteht aus einer Fokussierung des Lichtes auf die Retina, durch die ein scharfes Abbild der Umwelt entsteht. Durch den Lichteinfall werden die Stäbchen und Zäpfchen in der Retina gereizt, die dann über komplexe Bahnen die neuronalen Impulse an die Sehrinde weiterleiten, wo die eingehenden Informationen zu einem wahrnehmbaren Bild verarbeitet werden. Damit dieser Prozess überhaupt in Gang gesetzt werden kann, ist eine vollkommene Transparenz der Linse nötig, durch die der ungestörte Lichteinfall auf die Retina gewährleistet wird. Diese Transparenz ist einerseits durch die bereits erwähnte Avaskularität sowie das Fehlen von Nerven- und Lymphbahnen und andererseits durch das komplexe Zusammenspiel der linsenspezifischen Proteine, den so genannten Kristallinen, gewährleistet. Auf der Stoffwechselebene spielt dafür der überwiegend glykolytisch ablaufende Kohlenhydratmetabolismus eine wichtige Rolle.

Die Ernährung der Linse erfolgt durch Diffusion des Kammerwassers. Der Transport von Nährstoffen, Mineralien und Wasser in der Linse erfolgt über das Linsenepithel durch eine als ‚Pump-leak‘-System bezeichnete Transportart, die sowohl die aktive Übertragung von Natrium, Kalium, Calcium und Aminosäuren aus dem Kammerwasser als auch die passive Diffusion durch die hintere Linsenkapsel erlaubt. Der Wassergehalt der Linse ist normalerweise stabil, nimmt aber mit dem Alter ab. Dies und eine Zunahme der wasserunlöslichen Linsenproteine führen im Alter zu einer Verhärtung und einem Elastizitätsverlust der Linse, durch die die Akkomodationsfähigkeit nachlässt und die Transparenz der Linse abnimmt. Eine weitere Rolle für den Verlust der Akkomodationsfähigkeit spielt das appositionelle Wachstum der Linse, durch welches im Laufe des Lebens die Linsengröße stetig zu- und die somit die Elastizität der Linse abnimmt. Durch diesen feststehenden Prozess und durch einen Verlust der Zugfähigkeit der Zilliarfasern kommt es dazu, dass jeder Mensch im Laufe seines Lebens eine mehr oder weniger ausgeprägte Altersweitsichtigkeit (Presbyopie) entwickelt (Rohen, 1952).

2.7 Proteine und Proteinfaltung

Proteine sind aus Aminosäuren aufgebaute hochmolekulare Polypeptide, die durch Säureamidbindungen, die so genannten Peptid-Bindungen, miteinander verknüpft sind. Die

Bezeichnung ‚Protein‘ wurde von Berzelius geprägt und leitet sich ab von dem griechischen ‚proteuo‘ (ich nehme den ersten Platz ein). Erstmals verwendet wurde die Bezeichnung von Mulder in seinem 1840 erschienenen Lehrbuch.

Die Proteine sind neben den Nukleinsäuren die wichtigsten molekularen Stoffe der tierischen Zelle. Sie sind die Grundbausteine für Enzyme, Hormone, Stütz-, Gerüstbaustoffe sowie Regulationsstoffe und nehmen als Antikörper wichtige Funktionen wahr. Ihr Molekulargewicht liegt zwischen 10.000 und einigen 100.000 Dalton.

Die Funktion eines Proteins wird bestimmt durch die Reihenfolge der vorkommenden Aminosäuren, die auch die Konformation, das heißt die Anordnung der Atome im Raum, festlegt. Grundsätzlich unterscheidet man bei Proteinen eine Primärstruktur von einer Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur. Die Primärstruktur entspricht der Reihenfolge der Aminosäuren einer Polypeptidkette (s. Abb. 2, links). Die Sekundärstruktur beschreibt eine bestimmte Art der Faltung einer Polypeptidkette. Diese Art der Faltung ist durch die Primärstruktur festgelegt und entsteht durch die Ausbildung von Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den $>C=O$ und den HN -Gruppen der Peptidbindungen. Die wichtigsten Sekundärstrukturen sind die α -Helix- und die β -Faltblattstrukturen (s. Abb. 3 und 4). Die Tertiärstruktur entsteht durch Zusammenlagerung der Sekundärstrukturen zu so genannten Domänen (s. Abb. 2, Mitte rechts). Neben Wasserstoffbrückenbindungen spielen hier auch Disulfidbindungen eine wichtige Rolle. Daneben kommen Ionenbindungen zwischen positiv und negativ geladenen Seitenketten sowie hydrophobe Bindungen im Inneren der Polypeptidketten zum Tragen. Schließen sich diese zu globulären Proteinen zusammengefalteten Polypeptidketten zu höheren Aggregaten zusammen, so bezeichnet man diese Aggregate als Quartärstrukturen und die einzelnen Peptidketten, aus denen diese gebildet werden, als Untereinheiten (s. Abb. 2, rechts).

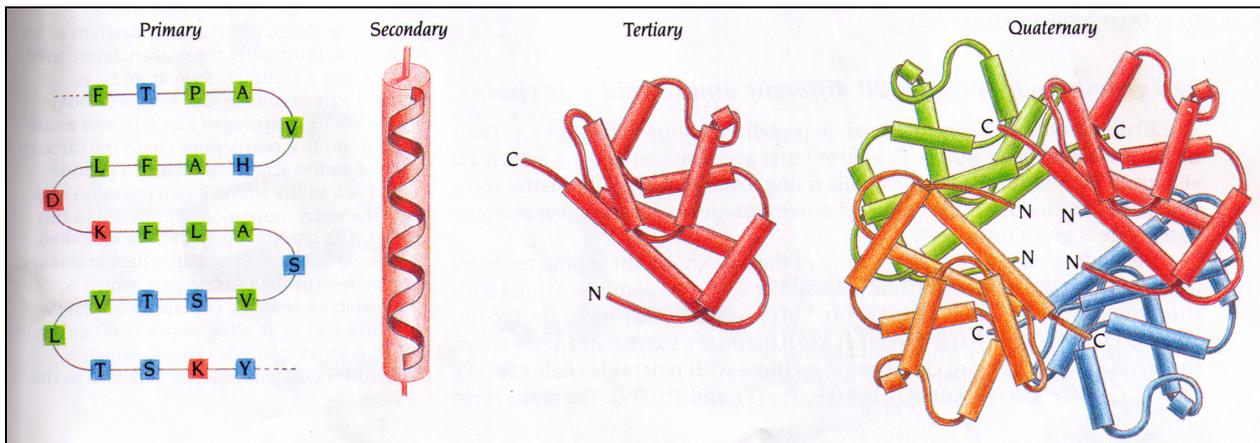


Abb. 2: Primärstruktur (links), Sekundärstruktur (Helices, Faltblätter, Turns, Loops) (Mitte links), Tertiärstruktur (Mitte rechts) und Quartärstruktur (rechts) von Proteinen (Branden, 1991)

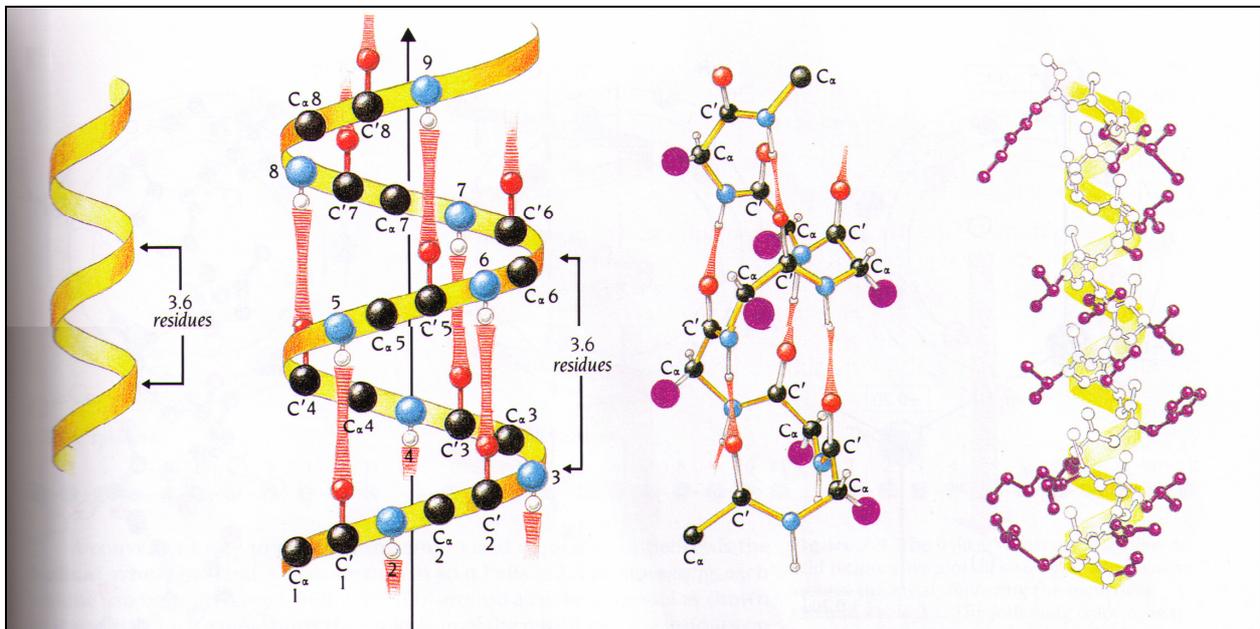


Abb. 3: α -Helix (Branden, 1991)

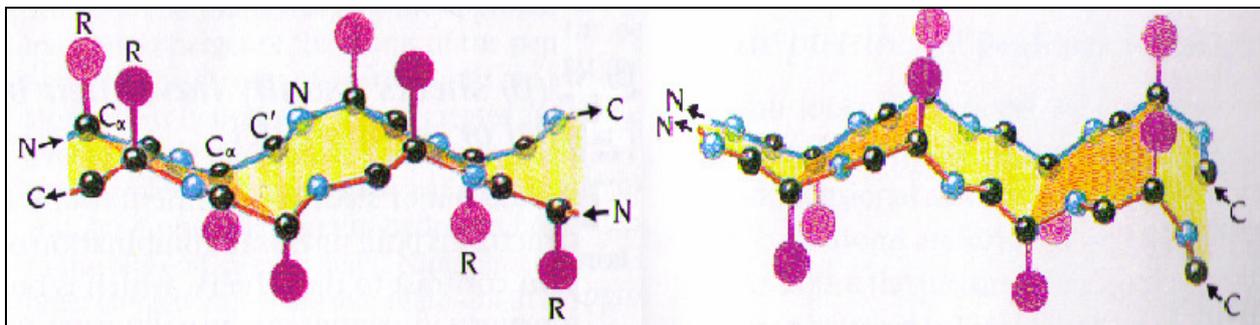


Abb. 4: β -Faltblatt: antiparalleles (links) und paralleles (rechts) β -Faltblatt (Branden, 1991)

Vier antiparallele β -Stränge bilden oft ein so genanntes ‚Greek-Key‘ Motiv, dessen Aufbau einem verbreiteten Ornament der griechischen Kunst, der so genannten Mäanderform, ähnelt (s. Abb. 5). Natürlich ist das ‚Greek-Key‘ Motiv nicht die einzige Möglichkeit, aus vier antiparallelen β -Strängen ein β -Faltblatt zu bilden. Sein häufiges Auftreten in Proteinstrukturen folgt möglicherweise daraus, dass es sich leicht durch Verformung aus einer längeren β -Haarnadel erzeugen lässt; ein Vorgang, der die Faltung des Proteins erleichtern könnte.

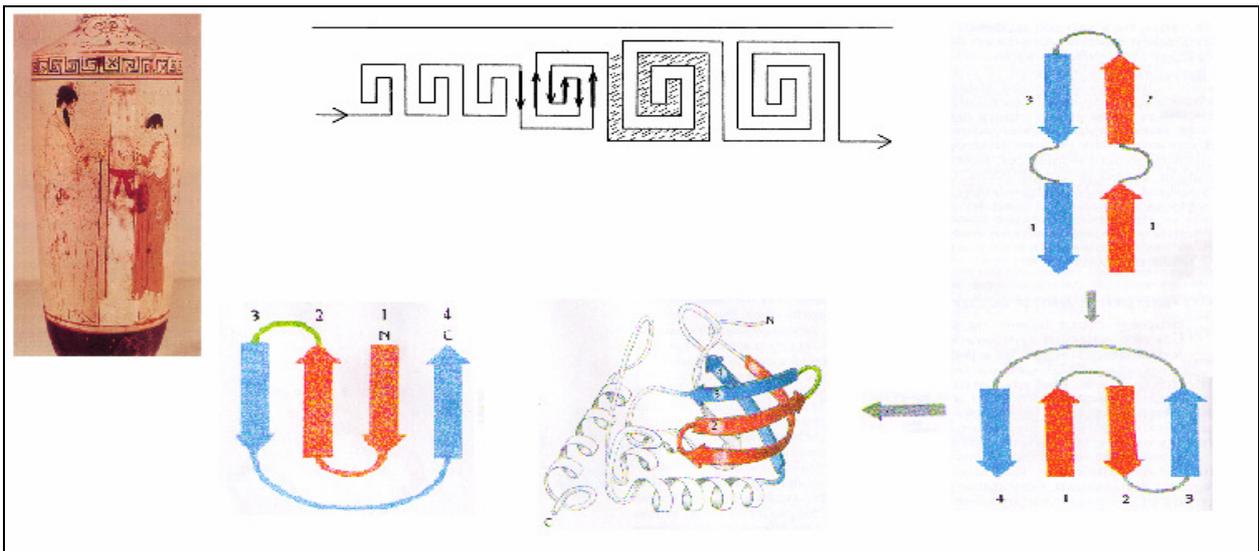


Abb. 5: ‚Greek-Key‘ Motive und ihre Herleitung aus der griechischen Kunst (modifiziert nach Richardson et al., 1992 und Branden, 1991))

2.8 Zusammensetzung der Linse

Als eines der proteinreichsten Organe des Körpers besitzt die Linse bezogen auf ihr Frischgewicht einen Eiweißanteil von ca. 35%. Dieser Anteil setzt sich zum größten Teil aus den so genannten Kristallinen zusammen (Hockwin, 1983), die sich als linsenspezifische Proteine in eine wasserlösliche und eine wasserunlösliche Gruppe aufteilen lassen (Mörner, 1894).

Nach ihrer Molekülgröße und ihrer elektrischen Ladung lässt sich die wasserlösliche Fraktion (water-soluble = ws) der Kristalline in drei große Hauptgruppen, die α -, β - und γ -Kristalline unterteilen. Diese drei Hauptgruppen lassen sich mit Hilfe von IEF, Säulenchromatographie, Immunelektrophorese etc. in weitere Fraktionen zerlegen.

Neben den wasserlöslichen Kristallinen die ca. 90% der Linsenproteine ausmachen existiert noch die Gruppe der wasserunlöslichen (water-insoluble = wi) Kristalline, deren prozentualer Anteil

mit dem Alter zunimmt und je nach Lebensalter einen Anteil von 0,2-9% der Linsenproteine ausmacht (Bours et al., 1987a). Dieser wasserunlösliche Anteil, der früher als Albuminoid bezeichnet wurde, lässt sich zum Teil in Harnstoff lösen (urea-soluble = us). Der harnstofflösliche Teil enthält sowohl die Zytoskelettproteine der Linsenzellen als auch die wasserunlöslichen Kristalline (Hoenders und Bloemendal, 1985). Der harnstoffunlösliche Teil (urea-insoluble = ui) enthält hauptsächlich Membranproteine, die aber in Sodiumdodecylsulfat (SDS) löslich sind.

Neben den oben beschriebenen Linsenproteinen besteht die Linse zum Großteil (60-65%) aus Wasser und enthält des Weiteren noch 1-2% anorganische Bestandteile (Hockwin, 1983).

2.8.1 α -Kristallin

Das α -Kristallin ist eines der Hauptstrukturelemente in der komplexen Proteinmatrix und macht ca. 40% der wasserlöslichen Linsen Kristalline aus (Bloemendal, 1981). Von ihm sind in entscheidendem Maße die Transparenz und somit auch die Refraktion der Linse abhängig.

Natives α -Kristallin besteht in seiner Quartärstruktur aus Polypeptidketten: αA und αB die im Verhältnis 3:1 vorliegen (Horwitz et al., 1999). Chromatographisch lässt es sich in drei Gruppen auftrennen, die durch ihre verschiedenen Molekulargewichte charakterisiert sind (Spector et al., 1971):

α -Low mit einem MG von 600 – 900 kDa,

α -High mit einem MG von 900 – 4000 kDa sowie

α -HM mit einem MG über 10000 kDa.

Alle drei α -Kristalline werden aus jeweils vier identischen Untereinheiten gebildet, die ein Molekulargewicht zwischen 19500 und 22500 Da haben (Van Kamp et al., 1971). Mittels IEF-Elektrophorese in 7M-Harnstoff lässt sich das native α -Kristallin in diese Untereinheiten auftrennen. Die Untereinheiten werden bezeichnet als

$\alpha A1$ und $\alpha A2$ (saure Polypeptidketten) sowie

$\alpha B1$ und $\alpha B2$ (basische Polypeptidketten).

Während $\alpha A2$ und $\alpha B2$ durch eine 14 bzw. 10S m-RNA genetisch determiniert sind (Bloemendal et al., 1985), entstehen $\alpha A1$ und $\alpha B1$ erst nach der Embryonalzeit als postsynthetische Deamidierungsprodukte aus $\alpha A2$ und $\alpha B2$ (Harding und Dilley, 1976; Bloemendal et al., 1985).

Das native α -Kristallin hat einen IP zwischen pH 4,00 und pH 4,85 (Bours, 1975, 1984a).

In Bezug auf die Quartärstruktur des α -Kristallins gibt es verschiedene Modelle, die diskutiert werden. Das zurzeit als das Wahrscheinlichste anzusehende ist das Modell der Micellenstruktur, das Singh et al. 1995 beschrieben haben. Hierbei bilden die Untereinheiten des α -Kristallins eine micellenartige Struktur, bei der die C-terminalen Enden die äußere und die N-terminalen Enden die innere Cavität bilden. Dabei bildet sich im Inneren der Micelle ein molekularer Freiraum.

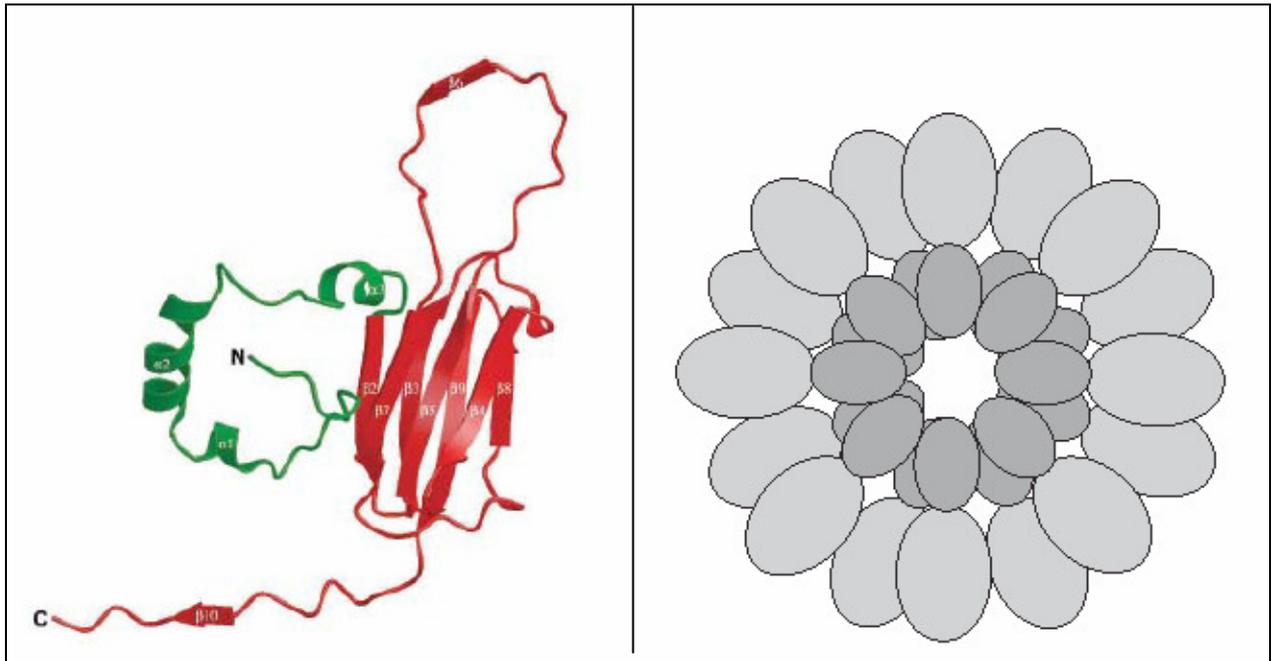


Abb. 6 (links): Sekundärstruktur des α -Kristallins. Die N-terminale Domäne (grün) enthält drei α -Helices, die C-terminale Domäne (rot) besteht aus sieben alternierenden β -Faltblättern sowie zwei einzeln stehenden β -Faltblättern. (Modell nach Augusteyn, 2004)

Abb. 7 (rechts): Eine mögliche Quartärstruktur des α -Kristallins in der Micellen-Form. Die N-terminalen Domänen (dunkelgrau) liegen im Inneren, die C-terminalen Domänen (hellgrau) an der Außenseite der Micelle, in der Mitte liegt der molekulare Freiraum. (Modell nach Augusteyn, 2004)

Kristallographische und spektroskopische Untersuchungen haben gezeigt, dass es sowohl reine α A- als auch reine α B- Micellen gibt. Neben diesen reinen Formen kommen aber auch Mischformen, idealerweise im Verhältnis α A zu α B gleich 3:1, vor (Horwitz et al., 1999).

Durch seine hohe Hitzestabilität (bis 100 °C) (Maiti et al., 1988) kann das α -Kristallin als molekulares Chaperon fungieren (Horwitz, 1992). Als solches schützt es andere Proteine vor

Denaturierung oder dem Einfluss von Säuren und Basen sowie dem Abbau durch proteolytische Enzyme, indem es sie in den molekularen Freiraum in der Mitte der Micelle aufnimmt und so einem Zugriff von außen entzieht. Dabei ist das native α -Kristallin deutlich hitzestabiler als das αA oder αB alleine (Horwitz et al., 1999).

Klemenz et al. zeigten 1991 dass das α -Kristallin kein linsenspezifisches Protein ist – wie lange angenommen wurde – sondern dass das αA auch in Gehirn-, Herz- und Milzgewebe gefunden werden kann. Kurz danach gelang auch der Nachweis von αB in Milz- und Thymusgewebe (Kato et al., 1991; Srinivasan et al., 1992). Eine Überexpression von αB kann ebenfalls bei vielen neurologischen Erkrankungen gefunden werden und es ist bekannt, dass Mutationen des αA - oder αB -Kristallins sowohl Katarakt verursachen können als auch bei der Genese von Myopathien eine Rolle spielen (Horwitz, 2003). In der Linse lässt sich aber die höchste Konzentration des α -Kristallins finden. Im Vergleich dazu ist seine Konzentration in allen anderen Geweben sehr viel niedriger.

2.8.2 β -Kristallin

Das β -Kristallin bildet die größte und heterogenste Gruppe unter den wasserlöslichen Kristallinen (Bloemendal, 1981). In der Chromatographie lassen sich zwei Hauptgruppen unterscheiden (Van Kleef, 1975):

hochmolekulares β_H -Kristallin (MG 100 – 200 kDa; IP pH 5,7 – pH 6,45)

niedermolekulares β_L -Kristallin (MG 40 – 90 kDa; IP pH 6,7 – pH 6,92)

Mittels Isoelektrofokussierung können beide Gruppen weiter aufgetrennt werden. Die dabei entstehenden hochmolekularen β_1 - bis β_8 -Fraktionen finden sich vor allem im Kern, während die niedermolekularen β_9 - bis β_{12} -Fraktionen vor allem im Cortex zu finden sind (Bours und Hockwin, 1977; Bloemendal, 1981). Eine maximale Auftrennung in 28 β -Fraktionen ist in der Isotachophorese möglich (Bours, 1984a; Bours 1984b; Bours 1987). Dies hat aber für das Verständnis der Funktion des β -Kristallins keine Bedeutung und ist somit für die Praxis irrelevant.

Slingsby konnte 1989 den β -Kristallinen mit Hilfe der 2-D-Gelelektrophorese sieben Polypeptide zuordnen. Diese sind:

sauer: βA_1 (MG 23 kDa), βA_2 (MG 23 kDa), βA_3 (MG 25 kDa), βA_4 (MG 23 kDa)

basisch: βB_{1a} (MG 32 kDa), βB_{1b} (MG 31 kDa), βB_2 (MG 26 kDa), βB_3 (MG 27 kDa)

Von diesen lassen sich βB_{1a} und βB_{1b} allerdings nur in hochmolekularen β -Kristallinen finden. Die β -Kristalline werden in ihrer Quartärstruktur aus jeweils zwei Domänen gebildet, die sich aus so genannten ‚Greek-Key‘ Motiven zusammensetzen. Diese wiederum bestehen aus β -Faltblättern in antiparalleler Orientierung (Slingsby et al., 1988).

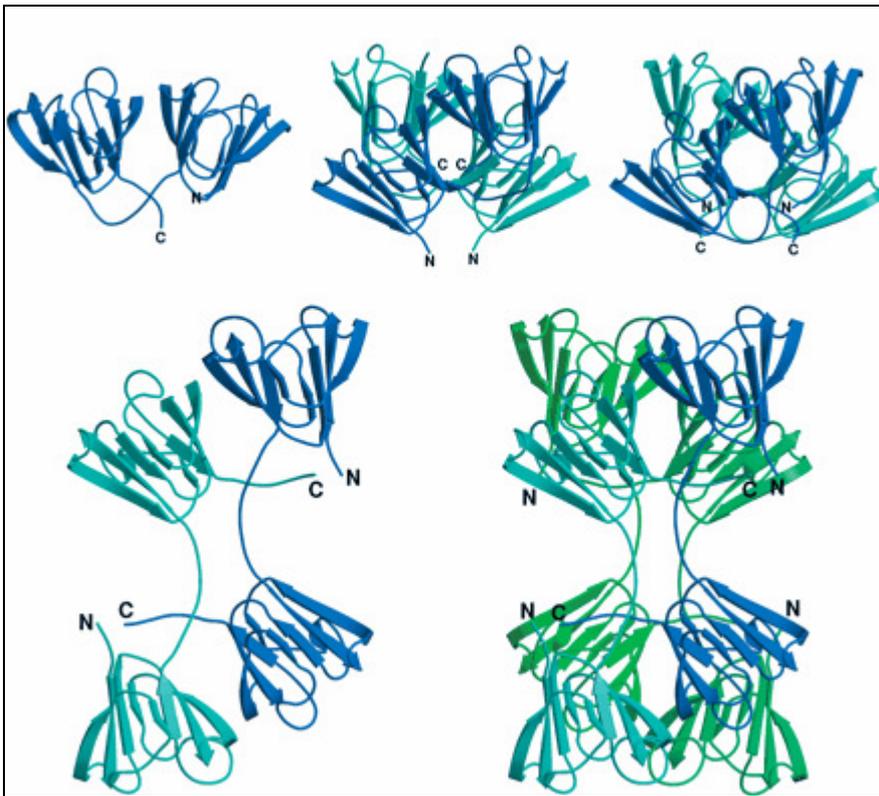


Abb. 8: Die verschiedenen dreidimensionalen Strukturen der β -Kristalline (van Montfort et al., 2003)

Im Gegensatz zu den α - und γ - Kristallinen, deren Konzentration im Alterungsprozess abnimmt, nimmt die Konzentration der β_H -Kristalline mit dem Alter zu (Bours et al., 1991a). Diese Zunahme kommt dadurch zustande, dass niedermolekulares β -Kristallin zu hochmolekularem β -Kristallin aggregiert und hochmolekulare β -Kristalline, wie auch andere wasserlösliche Kristalline, in die wasserunlöslichen Fraktionen eingebaut werden (Bours, 1984b). Im wasserunlöslichen Anteil findet sich allerdings mit steigendem Lebensalter ein Abfall der β -Kristalline, da diese zunehmend an das α -HM-Kristallin gebunden werden (Bours, 1984b; Bours et al., 1991a).

Im Gegensatz zu dem α -Kristallin, welches auch bei Temperaturen bis zu 100 °C nicht denaturiert (Maiti et al., 1988), ist das β -Kristallin weniger hitzestabil, kann aber in Anwesenheit von α -Kristallin vor Denaturierung geschützt werden, indem es in den ‚molekularen Hohlraum‘ in der α -Kristallin-Micelle bindet (Rao et al., 1995).

Eine Sonderstellung in der Gruppe der β -Kristalline nimmt das β_S/γ_S -Kristallin ein. Durch seine Primär- und Tertiärstruktur hat es eine größere Ähnlichkeit mit den monomeren γ -Kristallinen als mit den oligomeren β -Kristallinen (Bessemers et al., 1986) und lässt sich in der Chromatographie auch nur unvollständig von den γ -Kristallinen trennen, verhält sich aber in der Isoelektrofokussierung und in der Elektrophorese wie die β -Kristalline (Van Dam, 1966; Bessemers, 1985; Bessemers et al., 1986). Die Konzentration des β_S/γ_S -Kristallins in der Linse verhält sich genau wie die des β -Kristallins, sein Molekulargewicht liegt bei ungefähr 28 kDa und sein isoelektrischer Punkt zwischen pH 6,85 und pH 7,00.

2.8.3 γ -Kristallin

Die γ -Kristalline sind mit Molekulargewichten zwischen 20 kDa und 24 kDa die kleinsten Kristalline. Sie liegen als Monomere vor und haben im Vergleich zu den anderen Kristallinen die geringste elektrophoretische Beweglichkeit. Ihr isoelektrischer Punkt liegt zwischen pH 7,1 und pH 8,1 (Bours, 1977).

In der Isoelektrofokussierung lassen sich die γ -Kristalline in vier Fraktionen auftrennen, die mit γ_1 bis γ_4 bezeichnet werden.

Grundbausteine der Quartärstruktur der γ -Kristalline sind wie bei den β -Kristallinen die ‚Greek-Key‘ Motive, die auch hier aus antiparallelen β -Faltblättern bestehen. Zwei ‚Greek-Key‘ Motive lagern sich zu einer Domäne zusammen. Zwei sich autonom faltende Domänen bilden dann das native γ -Kristallin.

Bei den zu unterscheidenden Fraktionen der γ -Kristalline findet sich eine 50-60%ige Sequenzhomologie, deren Gemeinsamkeit die vierfache Wiederholung eines bestimmten Sequenzmusters ist, welches für die Konformation der Proteine verantwortlich ist. Das gleiche Wiederholungsmuster wurde auch bei den β -Kristallinen nachgewiesen (Driessen et al., 1981; Inana et al., 1983, Summers et al., 1986, Chirgadze et al., 1987). Die hohe Ähnlichkeit und das Vorkommen gleicher Muster auf Genebene sowohl bei den β - als auch bei den γ -Kristallinen deutet auf ein gemeinsames Urgen hin, welches sich nach zweifacher Genduplikation und Fusion

im weiteren Verlauf auf der einen Seite als Bestandteil der β -Kristalline und auf der anderen Seite als Bestandteil der γ -Kristalline entwickelt hat, weswegen diese beiden Kristallingruppen zu einer β - γ -Superfamilie zusammengefasst werden (Quax-Jeuken et al. 1985, Lubsen et al. 1988, Winstow et al. 1988).

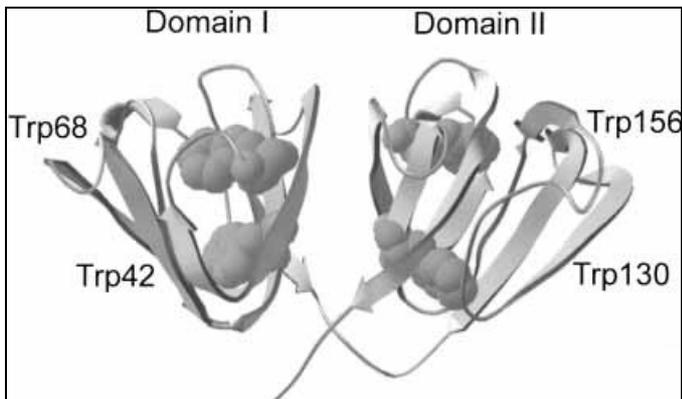


Abb. 9: Die dreidimensionale Struktur des γ -Kristallins (Basak et al., 2003)

Da die Synthese der γ -Kristalline vor allem in der Fetal- und Embryonalzeit abläuft, ist ihre Konzentration im Kern am höchsten (Papaconstantinou, 1965). Im weiteren Verlauf des Lebens nimmt die Synthese immer weiter ab, so dass sich in den Regionen des Cortex die geringsten Konzentrationen der γ -Kristalline finden lassen (Bours und Hockwin, 1976). Während im γ -Kristallin der Kernregion alle vier Fraktionen des γ -Kristallins zu finden sind, kommen im Äquatorbereich nur die Komponenten γ_1 und γ_3 vor, was darauf hindeutet, dass die embryonalen γ -Kristalline anders strukturiert sind als die später synthetisierten γ -Kristalline (Bours und Hockwin 1977). Es wird angenommen, dass die γ -Kristalline eine Rolle bei Redoxreaktionen und Elektronentransfers in den Faserzellen spielen.

Die Konzentration der γ -Kristalline nimmt mit zunehmendem Lebensalter in allen Linsenschichten ab, da sie, wie auch die β -Kristalline, zunehmend an α -HM-Komplexe gebunden werden (Bours et al., 1991a) und mit weiterem Altern in die Fraktion der wasserunlöslichen Kristalline eingehen.

Denaturiert das γ -Kristallin, wird in Anwesenheit von α -Kristallin eine Ausfällung verhindert, indem das γ -Kristallin von dem α -Kristallin inkorporiert wird (Gopalakrishnan et al., 1994).

2.9 Altersabhängige Veränderungen der Linsenproteine

Bestehen die Linsenkrystalline in jüngeren Jahren zum größten Teil aus wasserlöslichen Proteinen, nimmt der Anteil der wasserunlöslichen Krystalline im Laufe des Lebens stetig zu. Da die Krystalline nicht einem proteolytischen Abbau unterliegen wie andere Zellen des Körpers, sondern ihr Alterungsprozess sich in verschiedenen posttranslationalen biochemischen Modifikationen zeigt, die zu einer zunehmenden Wasserunlöslichkeit der Krystalline führen, kommt es zu einer stetigen Zunahme dieser Fraktion. Diese posttranslationalen biochemischen Veränderungen sind u.a. Disulfidbrückenbildungen (Harding, 1969; Zigman und Lerman, 1968), Glycosilierung (Hockwin, 1981), Racemisierung (Hockwin, 1985), Deamidierung und Phosphorylierung (Hockwin, 1981) sowie Oxidation von Eiweißen (Jedziniak et al., 1987). Laufen diese Veränderungen ab, kommt es zunächst zu einer Zusammenlagerung wasserlöslicher Krystalline zu hochmolekularen Krystallinen, die dann im Verlauf weiterer Aggregation zunächst wasserunlöslich aber noch harnstofflöslich und dann schließlich auch harnstoffunlöslich werden (Hoenders und Bloemendal, 1982; Bloemendal et al., 1985). Dieser Prozess findet sich am ausgeprägtesten im Kern der Linse, der den höchsten Anteil der wasserunlöslichen Krystalline und den niedrigsten Anteil der wasserlöslichen Krystalline sowie weniger freies Wasser als die anderen Linsenabschnitte enthält (Bours et al., 1987b).

Die prozentuale Verteilung der einzelnen Krystallingruppen in den verschiedenen Altersschichten der Linse zeigt eine ganz charakteristische Verteilung. Da die γ -Krystalline vor allem in der Embryonalzeit gebildet werden, nimmt ihr Anteil ab, je jünger die Linsenfasern sind (Bindels et al., 1983). Das heißt, der größte Anteil des γ -Krystallins findet sich in den ältesten Linsenschichten (Embryonal- und Fetalkern). Ebenso verhält es sich mit den α -Krystallinen. Deren Abnahme im Verlauf des Alterungsprozesses der Linse ist allerdings nicht durch eine verminderte Syntheseleistung bedingt, sondern liegt an einem erhöhten Einbau in die wasserunlöslichen Krystalline und somit in einer verminderten Löslichkeit dieser Fraktion. Im Gegensatz dazu steigt der Anteil der β -Krystalline im Verlauf des Alterungsprozesses (Bours und Hockwin, 1977). Ebenfalls verändert sich das Verhältnis der niedermolekularen α - und β -Krystalline, die vor allem in älteren Linsenfasern vorkommen, zu den hochmolekularen α - und β -Krystallinen, welche vor allem in jüngeren Linsenfasern zu finden sind (van Kamp und Hoenders, 1973).

Ozaki und Mizuno zeigten 1992, dass dem Alterungsprozess der Linse bei verschiedenen Spezies auf molekularer Ebene zwar der gleiche Mechanismus zugrunde liegen muss, die Alterung der Linse aber je nach Lebenserwartung der Spezies in einer unterschiedlichen Geschwindigkeit abläuft. So zeigt zum Beispiel eine Ratte während ihres ca. zwei- bis dreijährigen Lebens dieselbe Verteilung von Altersveränderungen wie der Mensch während seines sechzig- bis achtzigjährigen Lebens.

3. Material und Methoden

Untersucht wurden die wasserlöslichen und wasserunlöslichen Kristalline in verschiedenen Schichten der Schweinelinse (Schnitt 1-12) sowie im Äquatorbereich (Schnitt 13-18). Mittels Isoelektrofokussierung und 2-D-Elektrophorese konnte eine Trennung der Kristalline nach ihrem isoelektrischen Punkt in der ersten Dimension und ihrem Molekulargewicht in der zweiten Dimension durchgeführt werden. Die Auswertung der Gele erfolgte mit Hilfe des Computerprogramms MELANIE.

3.1 Elektrophorese

Da Proteine aus Aminosäuren zusammengesetzt sind, besitzen auch die Proteine negative und positive Ladungen. Für die negativen Ladungen spielen vor allem Lysin, Histidin und Arginin, für die positiven Ladungen Glutamin- und Asparaginsäure eine Rolle. Wesentlich beim Protein sind allerdings nicht die Einzelladungen der verschiedenen Aminosäuren, sondern die daraus resultierende Gesamtladung.

Setzt man ein geladenes Teilchen einem elektrischen Feld aus, wirken auf dieses verschiedene Kräfte, die eine Bewegung des geladenen Teilchens im elektrischen Feld bewirken. Man unterscheidet eine beschleunigende Kraft F_e sowie eine Reibungskraft F_{fr} , die auf die Ladung q des Teilchens wirken:

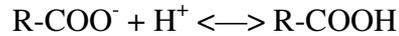
$$F_e = q \cdot e$$

$$F_{fr} = f_c \cdot v$$

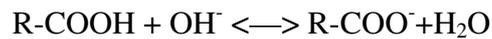
Hierbei ist e die elektrische Feldstärke, v die Wanderungsgeschwindigkeit des Teilchens und f_c der Reibungskoeffizient. Letzterer ist abhängig von der Viskosität des Mediums sowie der Porengröße der Matrix. Ist $F_e = F_{fr}$, so bewegt sich das geladene Teilchen mit einer konstanten Geschwindigkeit im elektrischen Feld. Das Erreichen dieses Zeitpunktes ist substanzspezifisch und hängt von der Mobilität des jeweiligen Teilchens ab.

Neben dem elektrischen Feld spielt auch noch der pH-Wert für die Wanderung der geladenen Teilchen eine Rolle, da die Ladung eines Teilchens von dem pH-Wert seiner Umgebung abhängt (Vesterberg und Svensson, 1966).

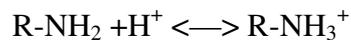
Negativ geladene Proteine erhalten ihre Ladung vor allem durch die Carbonsäure-Reste der Aminosäuren Glutamin- und Asparaginsäure. Gibt man diese Proteine in eine saure Umgebung, so bindet ein Proton an den Carbonsäure-Rest und das Protein wird neutral.



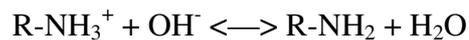
In einer alkalischen Umgebung hingegen sind die Carboxylgruppen negativ geladen.



Bei positiv geladenen Proteinen, deren Ladung vor allem durch die Aminosäuren Arginin, Histidin und Lysin bedingt wird, nehmen die freien Aminogruppen im sauren Milieu ein Proton auf und erhalten dadurch eine positive Ladung.



Im alkalischen Milieu hingegen kommt es zu einer Abspaltung von einem Proton, wodurch die Aminogruppe neutral wird.



3.2 Das Prinzip der Isoelektrofokussierung

Im Jahre 1966 wurde die isoelektrische Fokussierung zum ersten Mal durchgeführt. Die Idee hinter dieser Methode basiert auf der Überlegung, dass jedes Protein einen spezifischen so genannten isoelektrischen Punkt besitzt. Dieser Punkt entspricht dem pH-Wert, bei dem die negative und die positive Ladung eines Proteins genau gleich groß ist. Das heißt, die Nettoladung des Proteins ist an diesem Punkt gleich Null. Ein Protein wandert also in einem angelegten elektrischen Feld durch einen pH-Gradienten genau bis zu dem Punkt, an dem der pH-Wert seinem isoelektrischen Punkt entspricht. Dort ist die Wanderungsgeschwindigkeit des Proteins gleich Null. Die isoelektrische Fokussierung ist also ein sich selbst limitierender Vorgang, der dann beendet ist, wenn alle Proteine an ihrem isoelektrischen Punkt angekommen sind. Während der Trennung der Proteine steigt die angelegte Spannung kontinuierlich an, während die Stromstärke abfällt. Die Beendigung der Trennung wird durch eine nicht mehr weiter absinkende Stromstärke angezeigt.

Seit Einführung der Polyacrylamidgele als Trennmedium sind deutlich schärfere Trennungen möglich, da diese Gele gegenüber den bis dahin verwendeten Agarosegelen den Vorteil haben, dass sie weniger Hintergrundfärbung und eine geringere Elektroendosmose zeigen. Außerdem wird eine Vermischung der Proteine verhindert und dadurch, dass es zu keinerlei Reaktionen

zwischen den Polyacrylamidgelen und den Proteinproben kommt, kann die Wanderung der Proteine ungestört ablaufen. Ein weiterer Vorteil ist, dass auch Gele mit sehr hohen Harnstoffkonzentrationen hergestellt werden können, die eine optimale Auftrennung auch wasserunlöslicher Proteine gewährleisten.

Um in den Gelen den zur isoelektrischen Fokussierung benötigten pH-Gradienten aufzubauen, werden den Gelen Puffer verschiedener pH-Bereiche zugesetzt. Diese ordnen sich von selbst ihrer Ladung nach an, so dass in dem Gel ein pH-Gradient entsteht, in dem die Proteine bis zu dem pH-Wert wandern können, der ihrem isoelektrischen Punkt entspricht.

3.3 Das Prinzip der Zweidimensionalen- (2-D-) Elektrophorese

Shapiro, Viñuela und Maizel entwickelten 1967 die Elektrophorese mit Sodiumdodecylsulfat (SDS), mit deren Hilfe Proteine anhand ihres Molekulargewichts aufgetrennt werden können. Durch das SDS, welches als anionisches Detergenz die Eigenladung der Proteine überdeckt, entstehen Micellen mit einer konstant negativen Ladung pro Masseneinheit. Das heißt: Die Ladung der Proteine spielt im weiteren Verlauf für die Auftrennung keine Rolle mehr. Einzig die Größe der Proteine ist der entscheidende Faktor, bis wohin diese durch das Porenwerk des Trenngels im Verlauf der Trennung wandern.

Im Jahre 1975 kombinierten O'Farrel und Klose die isoelektrische Fokussierung mit der SDS-Elektrophorese zur Zweidimensionalen- (2-D-) Elektrophorese. Mit dieser Methode können Proteine in der ersten Dimension nach ihrem isoelektrischen Punkt und somit nach ihrer Ladung und in der zweiten Dimension nach ihrem Molekulargewicht aufgetrennt werden.

3.4 Aufarbeitung der Schweinelinsen

3.4.1 Präparation

Zunächst wurde die vordere Augenkammer durch einen limbusnahen Schnitt eröffnet und anschließend die Cornea vollständig entfernt. Mit Hilfe einer gebogenen Präparationsschere wurden die Zonulafasern, an denen die Linse aufgehängt ist, vorsichtig durchtrennt, so dass die Linse dann einschließlich ihrer Kapsel mit einer anatomischen Pinzette unterfasst und vom Glaskörper abgehoben werden konnte. Durch vorsichtiges Rollen auf trockenem Filterpapier

wurden Glaskörper- und Zonularfaserreste von der Linse entfernt und die Linsen dann bei $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ eingefroren, um sie anschließend mittels Mikroschnitttechnik schneiden zu können.

3.4.2 Mikroschnitttechnik

Durch die Mikroschnitttechnik ist es möglich, dünne Schnitte der Linse zu untersuchen, und so ein möglichst genaues Abbild der in den einzelnen Altersschichten der Linse vorliegenden Proteine zu bekommen.

Um die Äquatoren gesondert untersuchen zu können, wurde zunächst die Linsenmitte mit einem Trepan, der einen Innendurchmesser von 8 mm hatte, ausgestanzt. Die Äquatoren wurden in Reagenzgläsern gesammelt. Der ausgestanzte Linsenzylinder wurde mit dem Trepan in einem Schneideblock festgeschraubt, der eine konstante Temperatur von $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ hatte. Ein Kolben drückte nun den Linsenzylinder von unten millimeterweise nach oben, so dass der Linsenzylinder mit einem Messer in 0,5 mm dicke Scheiben geschnitten werden konnte. Je nach Dicke der Linse konnten so 10-12 Scheiben pro Linse gewonnen werden, die dann auf Bechergläser verteilt wurden. In dieser Weise wurde mit allen Linsen verfahren, so dass am Ende 12 Bechergläser (Schnitt 1-12), die jeweils Schnitte einer bestimmten Linsenschicht enthielten, sowie 6 Bechergläser (Schnitt 13-18) mit Äquatoren zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung standen.

3.4.3 Homogenisierung und Aufarbeitung mit Aqua Bidest

Nachdem die Linsen mit Hilfe des Mikrotom geschnitten worden waren, wurden die Schnitte der einzelnen Linsenschichten in Aqua Bidest mittels Ultraschall homogenisiert.

3.4.4 Zentrifugierung

Nach der Homogenisierung mittels Ultraschall wurden die einzelnen Proben über eine Stunde bei $32.000 \cdot g$ zentrifugiert. So wurde eine Trennung der in den Proben enthaltenen Proteine in einen wasserlöslichen Teil (im Überstand) sowie das Sediment, welches die wasserunlöslichen Anteile enthält, erreicht. Der Überstand wurde bei $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ eingefroren und das Sediment so lange aufgeschwemmt und erneut zentrifugiert, bis der Überstand, durch Kontrollmessungen bestätigt, frei von Kristallinen war. Das Sediment wurde dann ebenfalls bei $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ eingefroren.

3.5 Herstellung der Trenngele und Isoelektrofokussierung

3.5.1 IEF-Gele

Zur Herstellung der IEF-Gelplatten musste zunächst mit Hilfe zweier Glasplatten, von denen eine mit Dichlordimethyl-Silan 10% silikonisiert war, sowie einem 0,5 mm dicken Gummiband eine Polymerisationskammer gebaut werden.

Zu diesem Zweck wurde auf die nicht-silikonisierte Glasplatte die Kunststofffolie, auf der später das gegossene Gel haften sollte, aufgelegt. Um eine Kammer für die Gelflüssigkeit zu schaffen, wurde auf die Kunststofffolie ein, diese an drei Seiten begrenzendes, 0,5 mm dickes Gummiband aufgelegt. Abgedeckt wurde das Ganze mit der silikonisierten Glasplatte, deren silikonisierte, hydrophobe Seite dem Gel zugewandt lag. Die ganze Konstruktion wurde dann mit Hilfe von Metallklammern so fixiert, dass die Gelflüssigkeit nicht hinauslaufen konnte.

Die Lösung für ein Gel besteht aus:

- n 4 ml Acrylamid-Stammlösung
- n 16 ml Aqua Bidest
- n 20 µl APS-Lösung (40%ig)
- n 10 µl TEMED

Die APS-Lösung und das TEMED dürfen erst kurz vor dem Gießen des Geles hinzugegeben werden, da diese beiden Lösungen die Polymerisation der Acrylamidlösung in Gang setzen.

Die Acrylamidlösung wurde mit Hilfe einer Pumpe bis 5mm unter den oberen Rand der Glasplatten luftblasenfrei eingefüllt und anschließend mit 60%igem Isopropanol überschichtet. Danach wurden die Kammern zunächst 30 min bei Raumtemperatur stehen gelassen und dann, zur vollständigen Polymerisation, für 15 min bei 60 °C im Brutschrank erwärmt.

Nach 15minütiger Erwärmung und anschließender Entfernung der Metallklammern wurden die Polymerisationskammern in ein kaltes Wasserbad gelegt und die Glasplatten vorsichtig von der nun polymerisierten Gelplatte gelöst.

Um Rückstände zu entfernen, wurde die Gelplatte anschließend in drei Waschgängen à 10 min in Aqua Dest gespült und dann, um die Gelplatte „geschmeidig“ zu halten, 10 min in 1,5%iger Glycerin-Lösung gewaschen. Anschließend wurde sie bei Raumtemperatur über Nacht trocknen gelassen.

Um die trockenen Gele für die Isoelektrofokussierung vorzubereiten, mussten diese zunächst rehydratisiert werden. Dies erfolgte je nach Fragestellung in zwei unterschiedlichen Lösungen, welche aus folgenden Komponenten bestehen:

a) Rehydratationslösung für native Gele: (Rehydratationszeit 1 Stunde)

- n 2 g Sorbitol
- n 1 ml Ampholine (pH 3 - 10)
- n mit Aqua Bidest auf 20 ml auffüllen

b) Rehydratationslösung für denaturierende Gele: (Rehydratationszeit 2 Stunden)

- n 2 g Sorbitol
- n 8,4 g 7M Urea
- n 1 ml Ampholine (20 µl pH 3,5-5 plus 500 µl pH 5-8)
- n mit Aqua Bidest auf 20 ml auffüllen

Zur Durchführung der Gelelektrophorese wurde die Elektrophoresekammer mit 1,5 ml Kerosin benetzt und dann die rehydratisierte Gelplatte luftblasenfrei aufgelegt. Überschüssiges Kerosin wurde mit Filterpapier entfernt. Anschließend wurden in gleicher Anzahl wie die Anzahl der zu laufenden Proben halbe Probenplättchen auf das Gel gelegt und pro Plättchen 7,5 µl der jeweiligen Probe aufgetragen. Sodann wurde das Elektrophoresegerät mit den Einstellungen 2000 Volt, 14 mA und 14 Watt gestartet. Nach 15 min Laufzeit wurden die Probenplättchen wieder entfernt und anschließend für 75 min fokussiert. Die Gesamtzeit für die Fokussierung betrug 1,5 Stunden.

Nach erfolgter elektrophoretischer Trennung wurden die Gelplatten zunächst mit Aqua Dest von der Rückseite abgespült, um die dort haftenden Kerosinreste vollständig zu entfernen, und anschließend für 15 min in 20 %iger Trichloressigsäure fixiert. Danach folgten drei Waschgänge à 10 min in Aqua Dest um die aufgetrennten Proteine mit CBB R 25 anzufärben und anschließend die überflüssige Färbelösung wieder auswaschen zu können. Die dazu benötigten Lösungen setzten sich wie folgt zusammen:

a) Färbelösung: (Einwirkzeit: 30 min bei 60 °C oder über Nacht bei Raumtemperatur)

- n 100 ml Stammlösung (1 g CBB R 240 gelöst in 1 l Methanol)
- n 100 ml 20%ige Essigsäure

b) Entfärbelösung: (Einwirkzeit: Bis der Hintergrund klar ist)

- n 100 ml 100%ige Essigsäure

- n 300 ml Methanol
- n 600 ml Aqua Dest

Um die auf den IEF-Gelplatten aufgetrennten Proben für die zweidimensionale Trennung mit Hilfe der SDS-Gelelektrophorese benutzen zu können, entfielen die Fixierung und die Färbung der Gelplatten. Stattdessen wurden die einzelnen Bahnen, auf denen die Proteine der jeweiligen Proben aufgetrennt worden waren, aus der Gelplatte herausgeschnitten, so dass die einzelnen Proben getrennt weiter verarbeitet werden konnten. Diese Gelstreifen wurden entweder sofort in der SDS-Gelelektrophorese weiterverarbeitet, oder bis dahin bei -80 °C eingefroren.

3.5.2 SDS-Gele

Zur Herstellung der SDS-Gele, auf denen im Anschluss an die Auftrennung der Proben in der IEF-Gelelektrophorese die Trennung der einzelnen Proteinfractionen in der zweiten Dimension erfolgen sollte, wurden folgende Grundlösungen benötigt:

a) Acrylamid-Stammlösung:

- n 30% Acrylamid
- n 0,8% Bis-Acrylamid
- n gelöst in 100 ml Aqua Dest

b) SDS-Laufpuffer:

- n 30,28 g Tris-Base
- n 144,2 g Glycin
- n 10 g SDS
- n gelöst in 1 l Aqua Bidest
- n ist 10fach konzentriert und muss vor Gebrauch verdünnt werden (100 ml Laufpuffer mit Aqua Bidest auf 1 l auffüllen)

c) SDS-Probepuffer:

- n 950 µl Laemmli Sample-Buffer (als fertige Lösung gekauft)
- n 50 µl 2-Mercaptoethanol

d) SDS-Sammelgelepuffer:

- n 6,06 g Tris-Base
- n 4 ml 10%ige SDS-Stammlösung
- n mit Aqua Bidest zunächst auf 80 ml auffüllen

- n mit Salzsäure auf pH 6,8 einstellen
- n anschließend mit Aqua Bidest auf 100 ml auffüllen

e) SDS-Trenngelpuffer (4x):

- n 18,71 Tris-Base
- n 4 ml 10%ige SDS-Stammlösung
- n mit Aqua Bidest zunächst auf 80 ml auffüllen
- n mit Salzsäure auf pH 8,8 einstellen
- n anschließend mit Aqua Bidest auf 100 ml auffüllen

Um ein SDS-Gel gießen zu können, musste zunächst die Gelkammer (ähnlich wie bei der IEF-Gelelektrophorese), bestehend aus zwei Glasplatten, einem Gummiring, der als Abdichtung dient, und Fixierklammern zusammengesetzt werden. In diese Kammer wurde dann das Trenngel gegossen, welches sich wie folgt zusammensetzte: (Mengenangaben sind für 4 Trenngele)

- n 20 ml Aqua Bidest
- n 15 ml 4x Trenngelpuffer
- n 25 ml Acrylamid-Stammlösung
- n 300 µl 10%ige APS-Lösung
- n 30 µl TEMED

Nach dem Gießen und Überschichten mit 2 ml 60%igem Isopropanol wurde das Ganze über Nacht zum Polymerisieren bei Raumtemperatur stehengelassen.

Nach abgeschlossener Polymerisation des Trenngels konnte über das Trenngel, nach sorgfältiger Entfernung des Isopropanols, das Sammelgel gegossen werden. Dieses setzte sich wie folgt zusammen: (Mengenangaben sind für 4 Sammelgele)

- n 13 ml Aqua Bidest
- n 5 ml 4x Sammelgelpuffer
- n 2 ml Acrylamid-Stammlösung
- n 120 µl 10%ige APS-Lösung
- n 40 µl TEMED

Nach dem Gießen wurde das Sammelgel ebenfalls mit 60%igem Isopropanol überschichtet. Die Polymerisationszeit für das Sammelgel betrug etwa 15 min.

Nach diesen 15 min konnte das noch nicht verdunstete Isopropanol sorgfältig entfernt, die Fixierklammern gelöst und der Gummiring entfernt werden. Anschließend wurden die

Glasplatten, zwischen denen sich das SDS-Gel befand, in die Elektrophoresekammer Biometra eingesetzt.

Über das Sammelgel wurde nun jeweils ein IEF-Gelstreifen, der jeweils eine Probe enthielt aufgelegt, nachdem dieser wie folgt umäquilibriert wurde:

- n 10 min in ÄSL 1
- n 15 min in 10 ml ÄSL 2 + 100 mg DTT
- n 15 min in 10 ml ÄSL 2 + 480 mg Jodacetamid

Die dazu benötigten Lösungen setzten sich wie folgt zusammen:

a) Tris 1M Stammlösung:

- n 12,114 g Tris
- n in zunächst 80 ml Aqua Bidest gelöst
- n mit 1M Salzsäure auf pH 6,8 einstellen
- n mit Aqua Bidest auf 100 ml auffüllen

b) ÄSL 1: (pH 6,8)

- n 12,8 ml Tris 1M Stammlösung
- n 36 g Urea
- n 4 mg EDTA
- n 10 mg Bromphenolblau
- n 35 ml 87%ige Glycerin-Lösung
- n pH-Wert kontrollieren und eventuell mit 1M Salzsäure korrigieren
- n mit Aqua Bidest auf 100 ml auffüllen

c) ÄSL 2: (pH 6,8)

- n 10 ml ÄSL 1
- n 200 mg SDS
- n pH-Wert kontrollieren und eventuell mit 1M Salzsäure korrigieren

Eingebettet wurde dieser IEF-Gelstreifen in flüssige Agarose. Rechts neben den Gelstreifen wurde ein Kontrollmarker (LMW-SDS-Marker) eingefüllt. Anschließend wurde die Gelelektrophorese gestartet. Bis zum Erreichen des Trenngels lief das Gerät mit 30 mA, dann wurde auf 50 mA umgestellt.

Nach erfolgter Elektrophorese wurden die Gele mit den wasserlöslichen Kristallinen mit Roti-Blue und die Gele mit den wasserunlöslichen Kristallinen mit Silbernitrat-Lösung gefärbt.

3.6 Auswertung der Gele

Die Auswertung der Gele erfolgte mit Hilfe des Computerprogramms MELANIE (Medical Electrophoresis Analysis Interactive Expert System) Version 4 der Firma Genebio (Schweiz). Dieses Programm kann nach Digitalisierung der Gele die einzelnen Protein-Spots auf den Gelen ausmessen und ihre genaue Lage bestimmen, indem es ihnen Koordinaten zuteilt. Dadurch können mehrere Gele miteinander verglichen werden und die einzelnen Spots bezüglich u.a. Größe, Volumen und prozentualem Volumen in Bezug auf das Volumen der gesamten Spots eines Geles verglichen werden. Das Volumen wird aus der optischen Dichte der Pixel eines Spots und dessen Fläche auf dem Gel berechnet. Um die Gele mit MELANIE auswerten zu können, müssen diese zunächst eingescannt werden, und dann, da das Programm farbige Bilder nicht verarbeiten kann, in eine Schwarz-Weiß-Datei umgewandelt werden. Bei der vorliegenden Arbeit wurden die Gele vor ihrer Auswertung in eine tif-Datei umgewandelt. Da die multiplen Arbeitsschritte vor der Endauswertung der Gele für die Qualität der Endbilder natürlich nicht sehr förderlich war, wurde jedes Bild nach der Auswertung von Hand überprüft und gegebenenfalls nachbearbeitet.

3.7 Das Software-System MELANIE

Das verwendete Computerprogramm MELANIE (Medical Electrophoresis Analysis Interactive Expert System) Version 4 der Firma Genebio (Schweiz) zeigt ein weites Angebot von Funktionen auf, die der Analysierung des Gels dienlich sind. Bei der vorliegenden Arbeit wurde nur ein Teil der multiplen Funktionen verwendet: Editierung der Proteinspots auf dem Gel, Änderung der Farbtintensität der Gele zur besseren Erkennung auch von blassen Proteinspots, Nummerierung der gefundenen Proteinspots, um einen Vergleich verschiedener Gele eines Schnitts miteinander zu ermöglichen, sowie Auswertung der Gele hinsichtlich Fläche, Volumen und Prozentvolumen der einzelnen Spots sowie Überprüfung der Korrelation verschiedener Gele eines Schnitts zur Verifikation der Reproduzierbarkeit der Analysen.

Funktionen wie z.B. das Erstellen eines idealisierten Gels aus mehreren vergleichbaren Gelen sowie dreidimensionale Darstellung der Spots eines Gels, sind weitere Möglichkeiten, die das Programm bietet.

Im Folgenden sollen die Arbeitsschritte, die zur Auswertung der Proteinspots eines Gels mittels MELANIE nötig sind, kurz erläutert und anhand von Beispielbildern verdeutlicht werden.

Zunächst müssen die Gele mit Hilfe eines Scanners in Computerdateien umgewandelt werden. Dies geschieht, indem die reflektierten Lichtsignale, die beim Beleuchten der Bildvorlage durch den Scanner entstehen, pixelweise durch Analog-Digital-Wandlung in Digitalsignale umgewandelt werden.

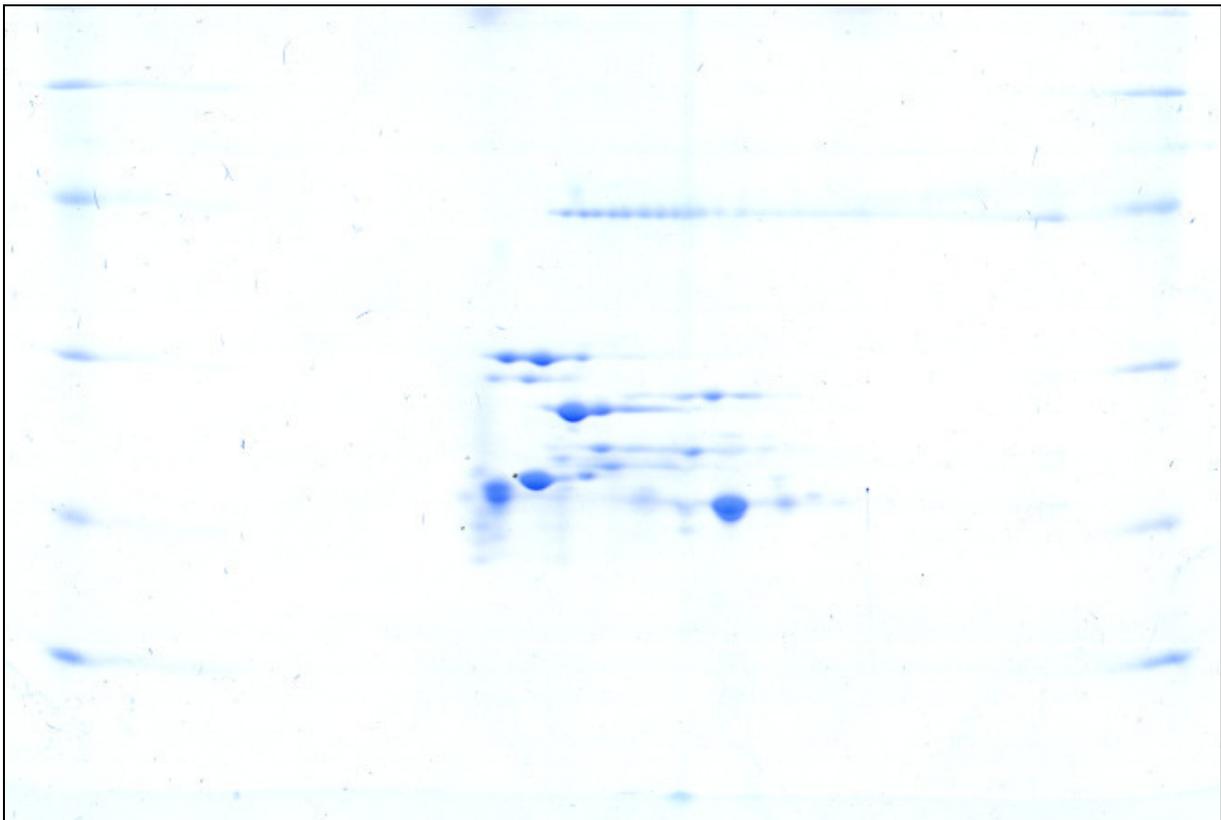


Abb. 10: Eingescanntes Gel (2-D-SDS-Page; Färbung: Kolloidale Coomassie-Färbung Roti-Blue, Firma Roth)

Die Spots auf den Gelen sind in der Regel durch die verwendeten Proteinfärbungen farbig. Damit das Computerprogramm die Gele überhaupt bearbeiten kann, da es mit Grauwerttiefen arbeitet, müssen die Bilder nach dem Einscannen in Schwarz-Weiß-Dateien (zum Beispiel tif-Dateien) umgewandelt werden.



Abb. 11: Eingesanntes Gel (2-D-SDS-Page) nach Umwandlung in eine tif-Datei

Nach diesem Schritt sind zunächst die Grundlagen für eine Auswertung der Gele mittels MELANIE geschaffen.

Das Programm detektiert nun Spots auf dem Gel, indem es deren Pixeldichte, deren Grauwerttiefe und deren Fläche auf dem eingescannten Gel berechnet. Dies geschieht mittels Planimetrie, das heißt der Flächeninhaltsberechnung in der Ebene, und mittels Densitometrie, das heißt der Bestimmung der Farbdichte, also der Farbmenge pro Flächeneinheit.

Da die Grauwerttiefe, das heißt die Anzahl der Helligkeitsstufen zwischen Schwarz und Weiß, eng mit der Qualität des verwendeten Scanners zusammenhängt, wurden alle Gele mit dem selben Scanner eingescannt.

Da das Programm keine Unterscheidung zwischen Proteinspots und zum Beispiel Verunreinigungen auf den Gelen treffen kann, müssen alle Gele von Hand nachdetektiert werden. Dabei gibt es sowohl die Option, von MELANIE detektierte Spots zu löschen, zu verkleinern oder zu vergrößern sowie Spots zusammenzufassen oder zu teilen und nicht detektierte Flächen als Spots hinzuzufügen.

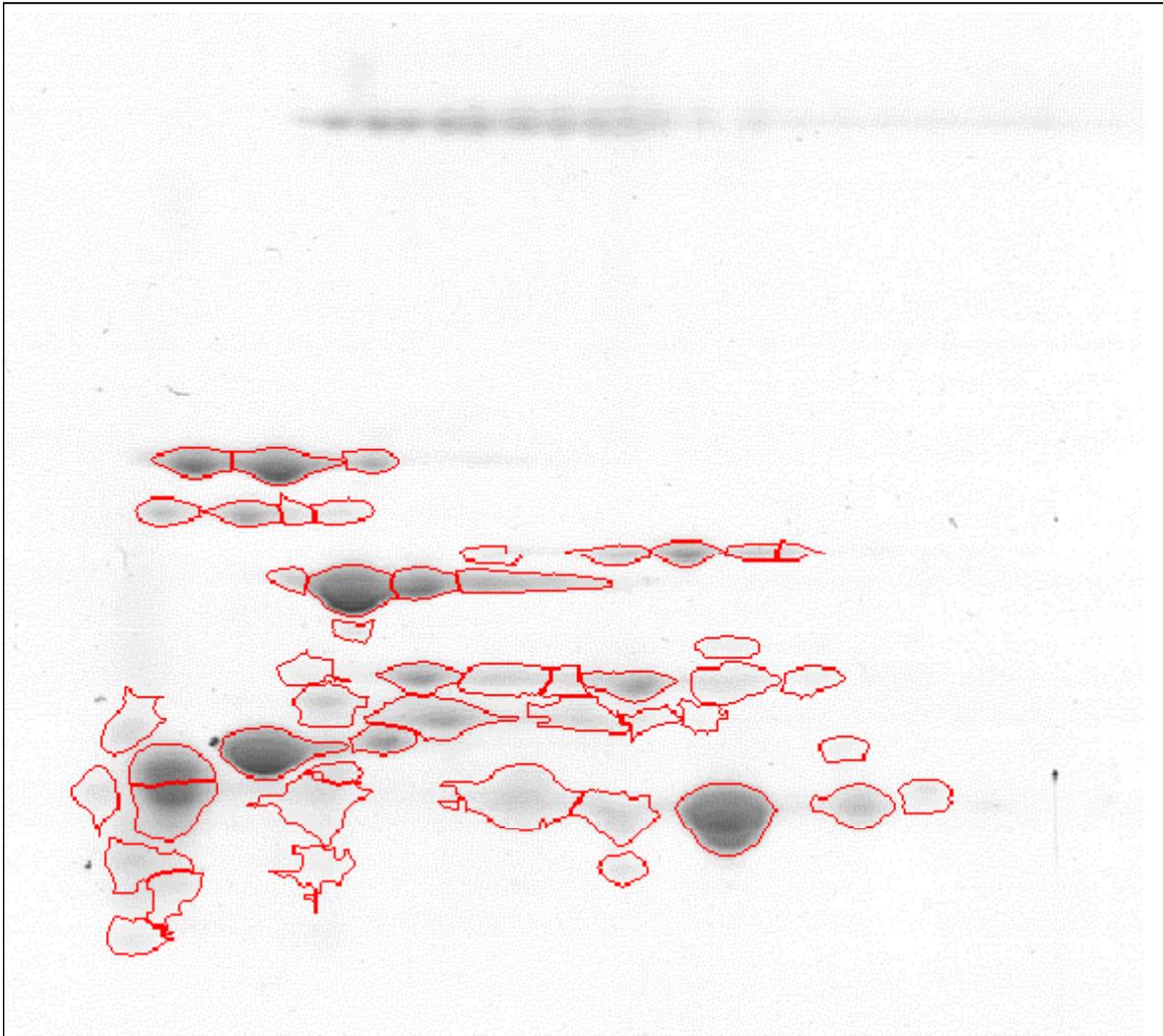


Abb. 12: Editiertes Gel (2-D-SDS-Page), die editierten Spots sind umrandet

Ist dies geschehen, kann das Computerprogramm aus den gewonnenen Informationen die Fläche („Area“) des Spots berechnen und das Volumen („Vol“) des Spots bestimmen. Dieses errechnet sich als dreidimensionaler Parameter aus der Fläche des Spots, dessen Pixeldichte und der Grauwerttiefe.

In der vorliegenden Arbeit wurden jeweils mehrere Gele eines Schnittes angefertigt, um die Reproduzierbarkeit der angewandten Trennverfahren überprüfen zu können. Um Aussagen über die Reproduzierbarkeit treffen zu können, mussten diese Gele hinsichtlich der Proteinspots miteinander verglichen werden. Auch dies erfolgte mit Hilfe von MELANIE. Den einzelnen Proteinspots werden von dem Computerprogramm willkürlich Nummern („Spot-IDs“) zugeordnet. Vom Untersucher mussten dann charakteristischen Spots auf den zu vergleichenden

Gelen so genannte ‚Landmarks‘ zugeordnet werden. Das heißt, ein bestimmter Proteinspot bekam auf allen zu vergleichenden Gelen zum Beispiel die ‚Landmark‘ mit der Nummer 6. Je mehr solcher Markierungen gesetzt wurden, desto zutreffender war die Bildung der Proteinpaare auf den Gelen, wobei sich ab einer bestimmten Anzahl von ‚Landmarks‘ keine signifikante Verbesserung der Zuordnungssicherheit der Proteinpaare durch das Computerprogramm mehr zeigte.

Waren diese ‚Landmarks‘ gesetzt, konnte das Computerprogramm die Gele miteinander vergleichen und so genannte ‚Pair-Reports‘ erstellen, aus denen ersichtlich war, welcher Spot auf dem einen Gel, welchem Spot auf den anderen Gelen entspricht. Durch die Bestimmung der Korrelation der verschiedenen Gele eines Schnittes, die im Idealfall 1 betragen würde, konnte die Reproduzierbarkeit des verwendeten Verfahrens überprüft werden.

4. Ergebnisse

4.1 Gele

4.1.1 IEF-Gelelektrophorese

In den Versuchen wurden von den Schweinelinsen zunächst IEF-Gelelektrophoresen erstellt, in denen die Proteine der einzelnen Schnitte nach ihrem pH-Wert entlang eines pH-Gradienten aufgetrennt wurden. In den folgenden Darstellungen sind die Bezeichnungen der Schnitte (S1-S12) horizontal angegeben, wobei die Schnitte 1 und 12 der Cortex-Region und Schnitt 6 der Kernregion entsprechen. ‚Eq‘ bezeichnet die Äquatorregion. Der pH-Gradient ist in der vertikalen Ebene zu sehen. ‚REF‘ bezeichnet einen Referenzmarker, der angibt in welcher Höhe des Gels welcher pH-Wert zu liegen gekommen ist.

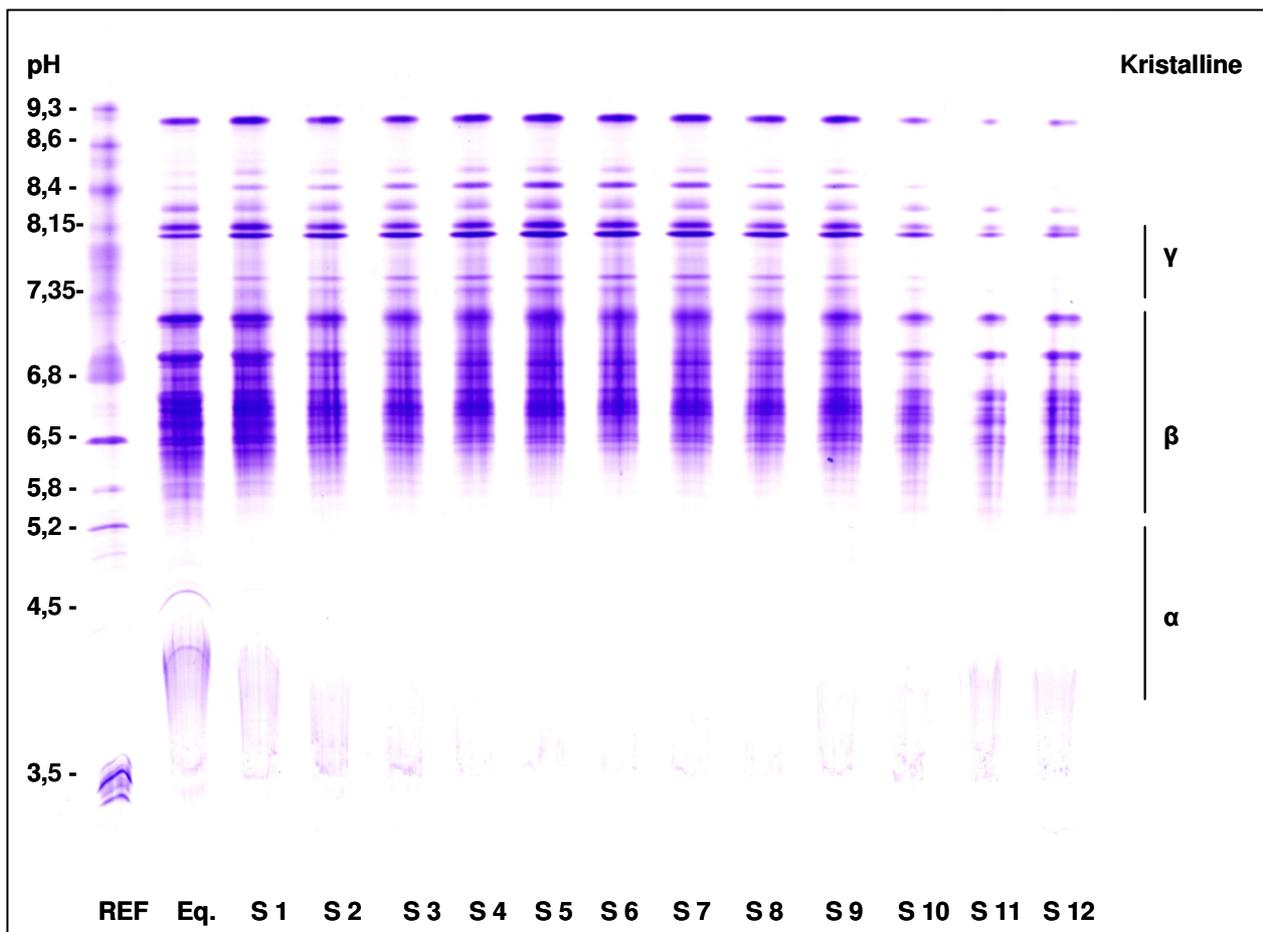


Abb. 13: IEF-Gelelektrophorese (nativ) der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse

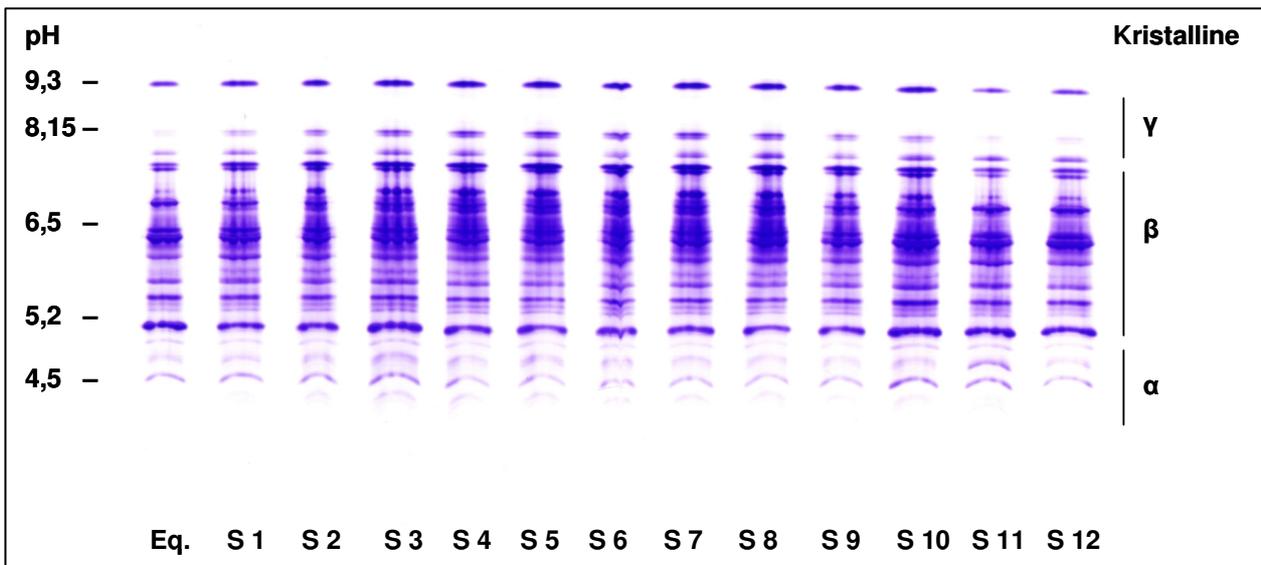


Abb. 14: IEF-Gelelektrophorese (in Urea) der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse

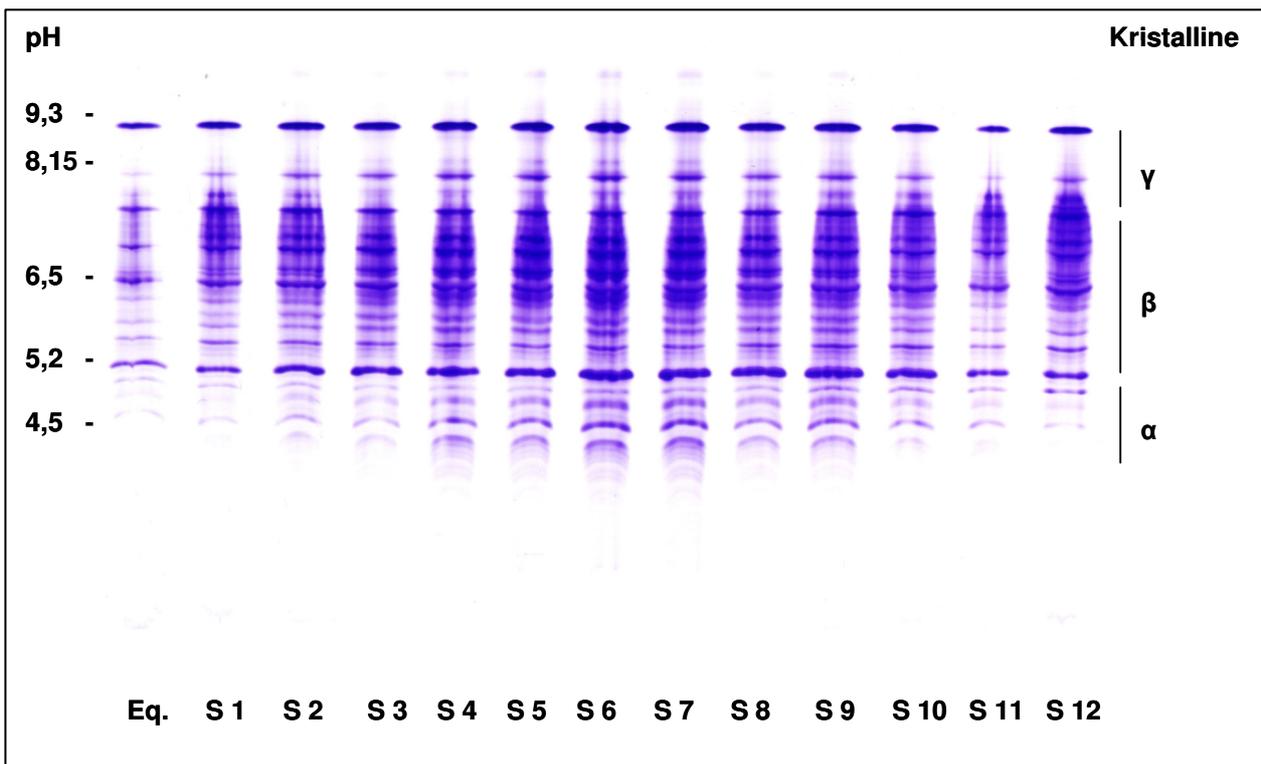


Abb. 15: IEF-Gelelektrophorese (in Urea) der wasserunlöslichen Proteine der Schweinelinse

4.1.2 2-D-SDS-Gele der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse

Nach Auftrennung der Proteine der einzelnen Schnittebenen entlang eines pH-Gradienten erfolgte die Auftrennung in der zweiten Ebene bezüglich ihres Molekulargewichts in der 2-D-SDS-Gelelektrophorese.

Zu diesem Zweck wurde der IEF-Gelelektrophoresestreifen des einzelnen Schnittes am oberen Rand der Gelplatte aufgelegt und dann in einem Polyacrylamid-Gel elektrophoretisch aufgetrennt. Die anschließende Färbung der wasserlöslichen Proteine erfolgte mit der kolloidalen Coomassie-Färbung Roti-Blue der Firma Roth.

Obwohl von jedem Schnitt mehrere Gele angefertigt wurden, ist hier zur Dokumentation nur jeweils ein Gel pro Schnittebene dargestellt, da sich gezeigt hat, dass die jeweiligen Gele eines Schnittes eine sehr hohe Ähnlichkeit aufweisen.

Die Gele stellen sich wie folgt dar: Meist auf der rechten Randseite ist der Marker zu erkennen, der das Molekulargewicht der Spots festlegt – bei versehentlicher Auftragung zum Teil auch auf der linken Randseite. Auf der horizontalen Ebene am unteren Rand der Bilder ist die Angabe über den pH-Wert, welcher nicht linear zu lesen ist, da sich durch nicht beeinflussbare Unregelmäßigkeiten in der Netzstruktur der Polyacrylamidgele eine regelmäßige Ausbildung des pH-Gradienten nicht garantieren lässt. In der Regel ist der pH-Gradient von links (saurerer pH) nach rechts (basischerer pH) zu lesen, wobei auch hier in Einzelfällen aufgrund von Fehlern beim Einscannen der Gele die Bilder spiegelverkehrt zu lesen sind, d.h. von rechts nach links.

„Schnitt“ 1-18 bezeichnet um welchen Schnitt es sich handelt, und die in Klammern gesetzte Zahl hinter der Schnittbezeichnung gibt an, um welches Gel des Schnittes es sich handelt, da von den einzelnen Schnittebenen der Linse bis zu sieben Gele gegossen wurden, um eine Reproduzierbarkeit der Untersuchungen dokumentieren zu können. Für die vorliegende Arbeit wurden nur die technisch besten Gele zur Dokumentation ausgewählt.

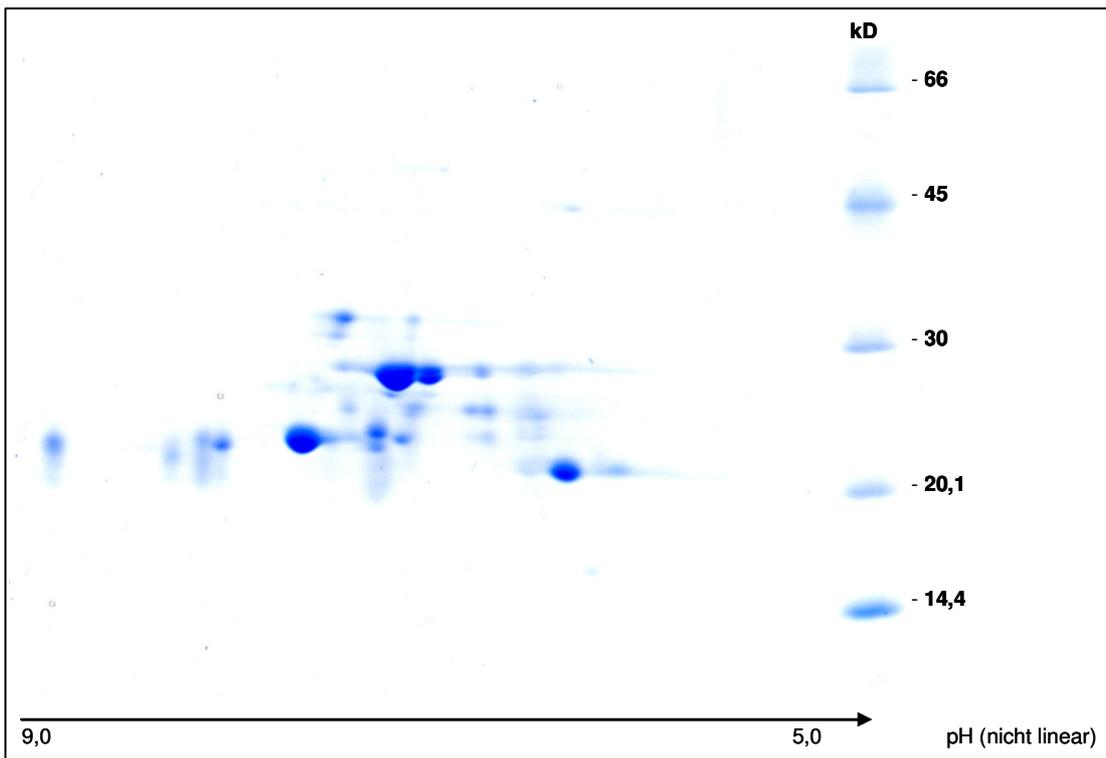


Abb. 16: 2-D-SDS-Page der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 1 (5)

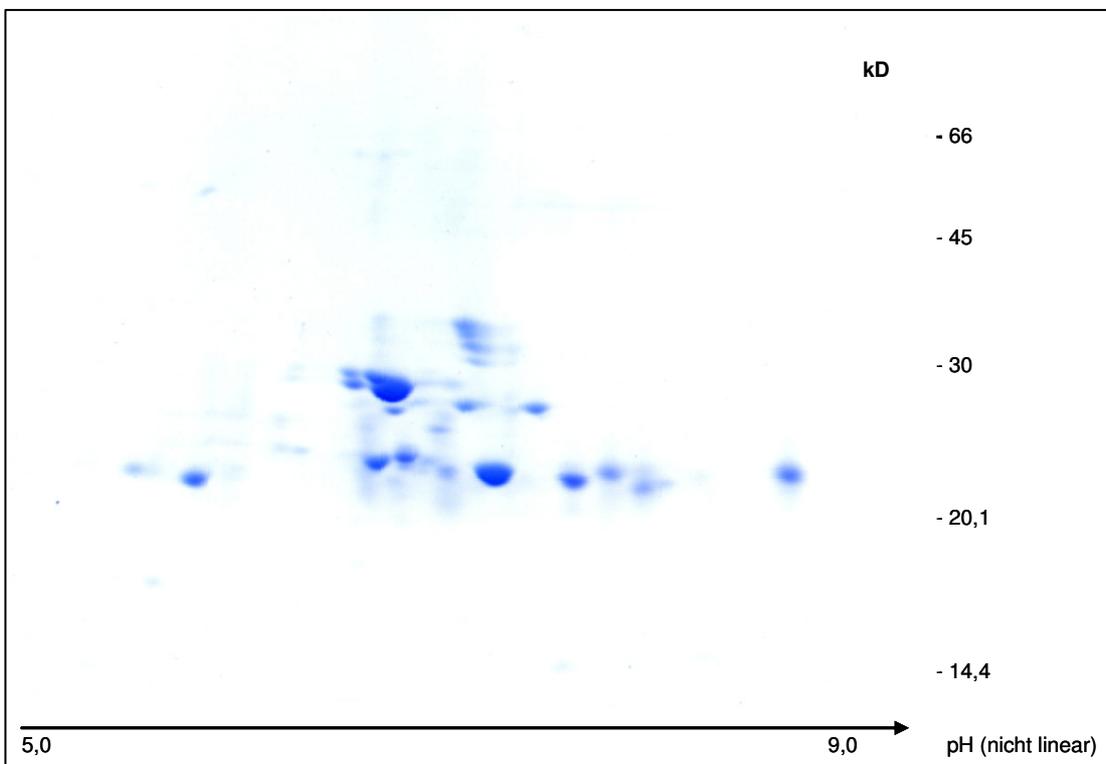


Abb. 17: 2-D-SDS-Page der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 2 (3)

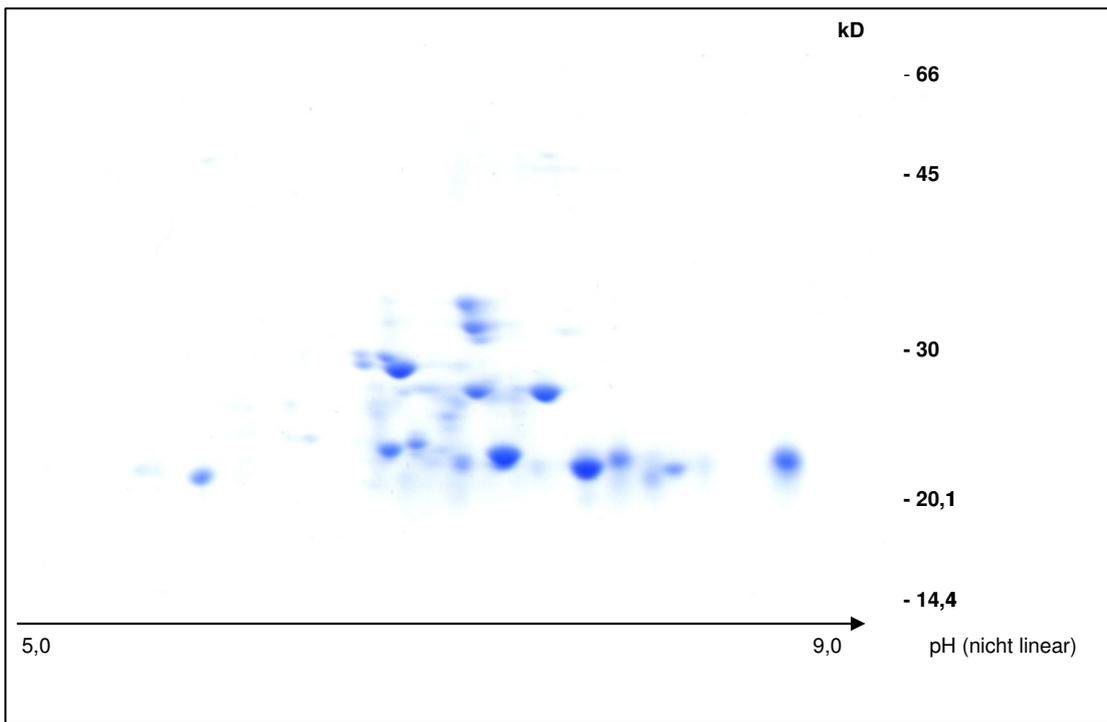


Abb. 18: 2-D-SDS-Page der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 3 (3)

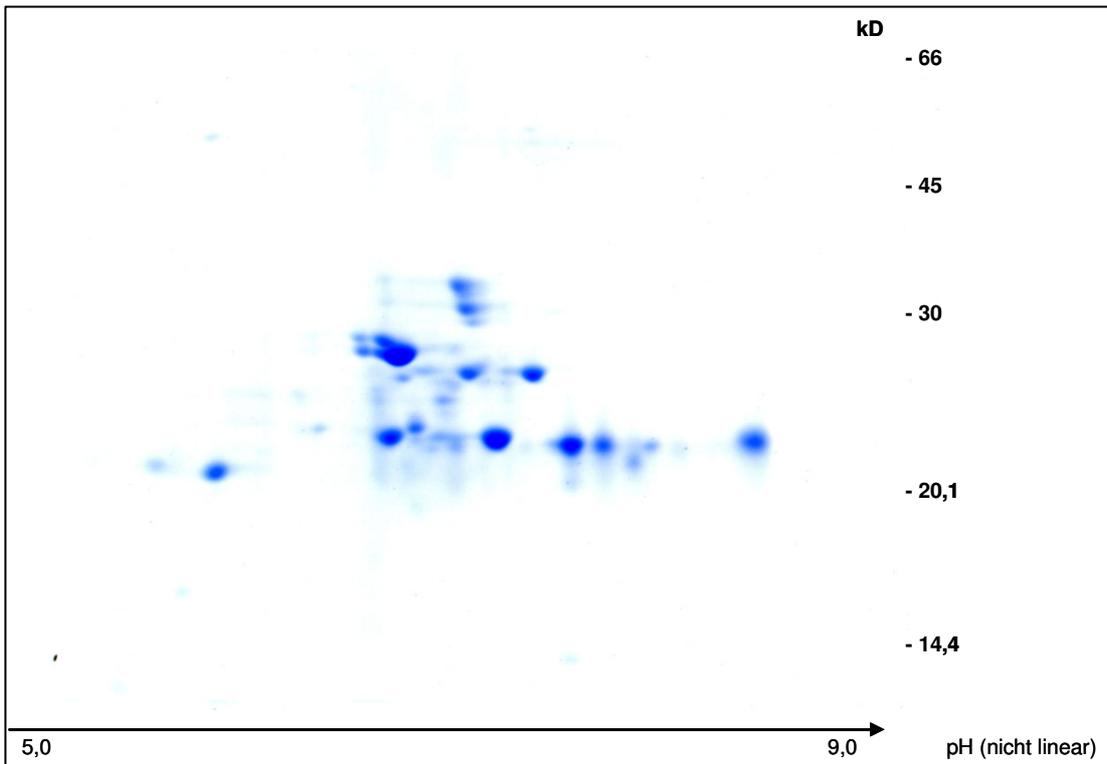


Abb. 19: 2-D-SDS-Page der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 4 (3)

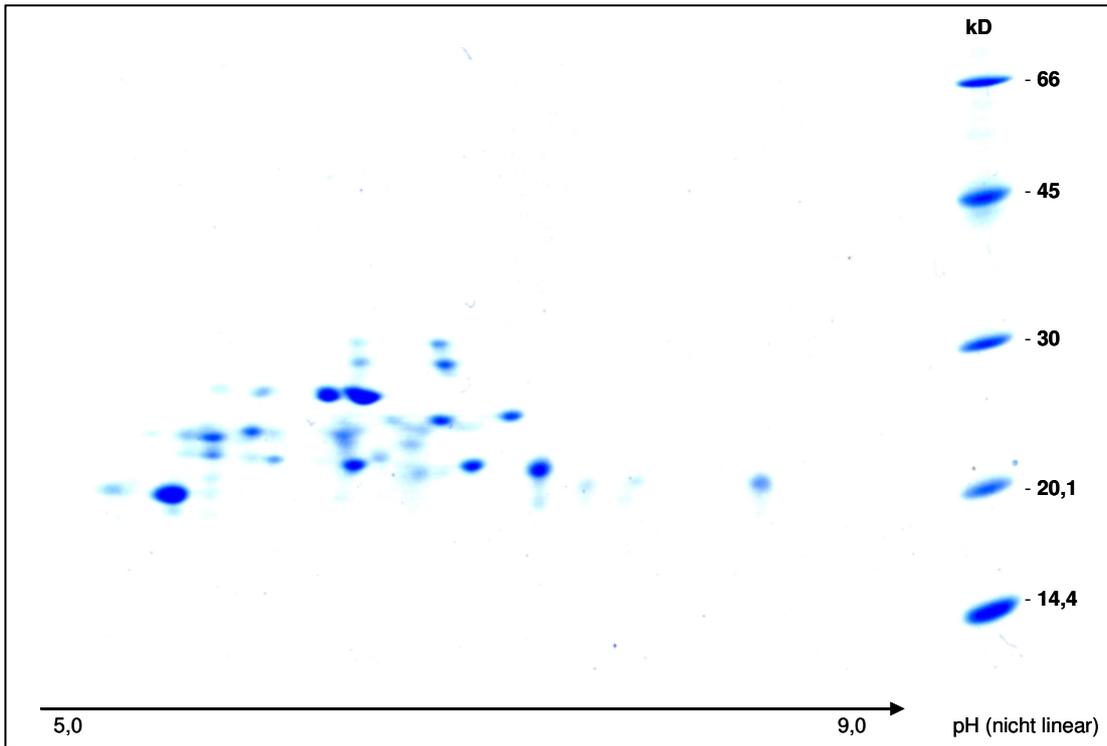


Abb. 20: 2-D-SDS-Page der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 5 (1)

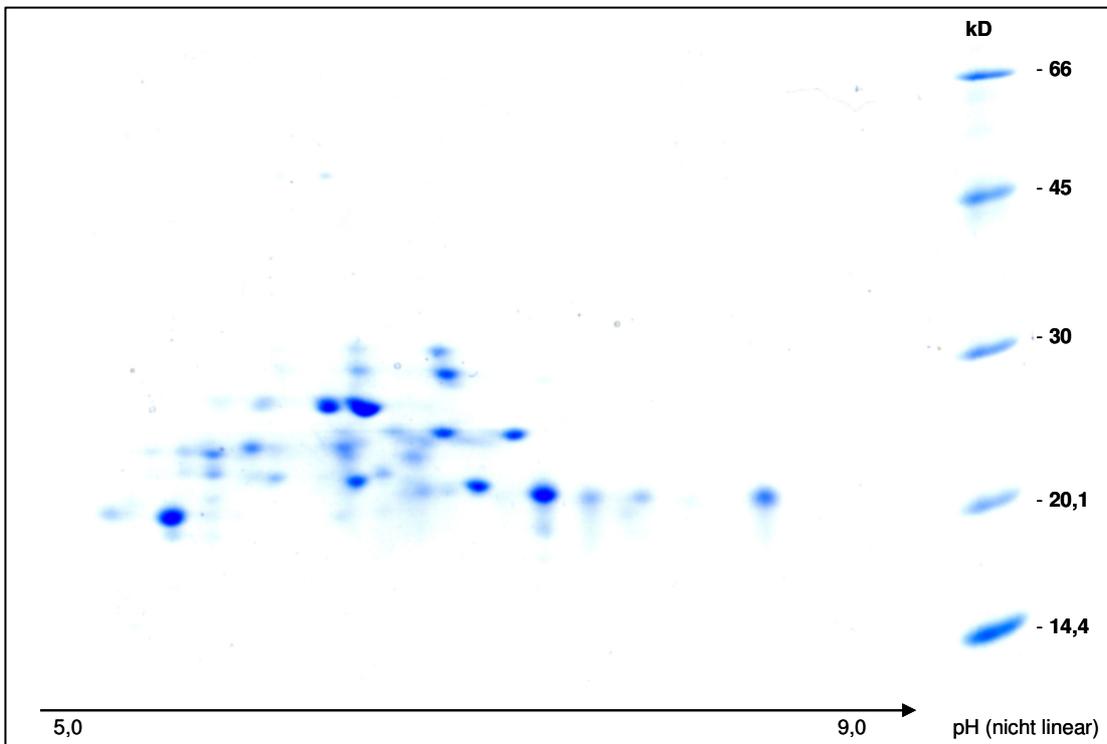


Abb. 21: 2-D-SDS-Page der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 6 (1)

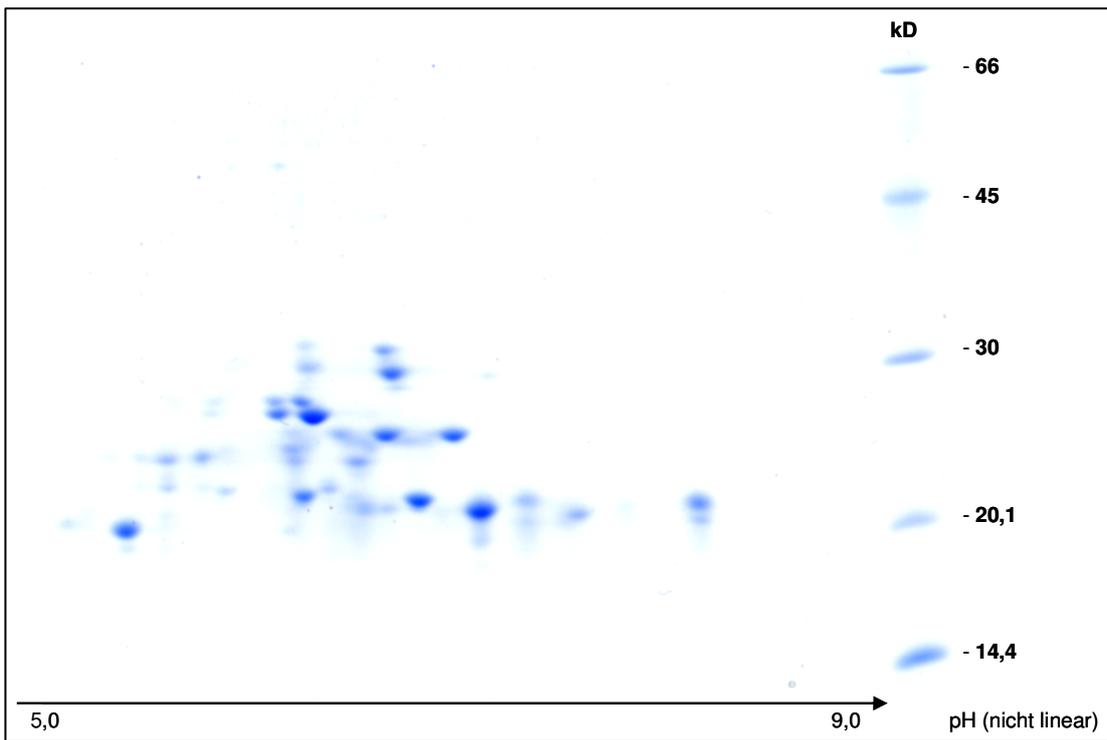


Abb. 22: 2-D-SDS-Page der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 7 (1)

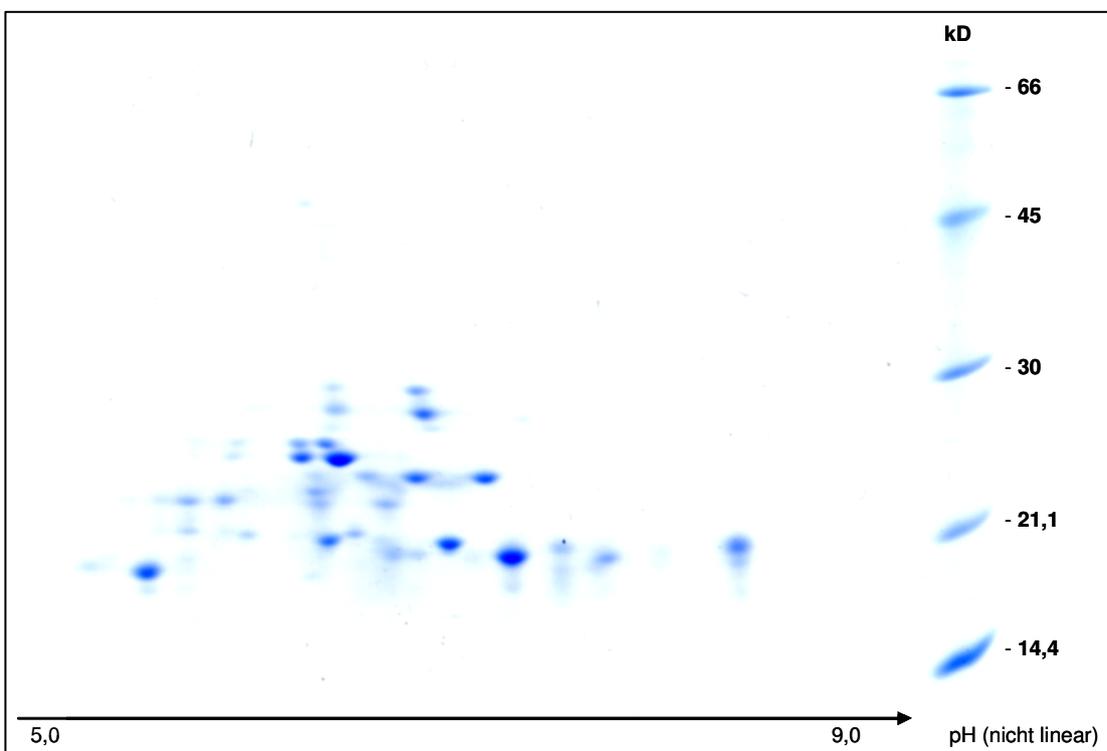


Abb. 23: 2-D-SDS-Page der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 8 (1)

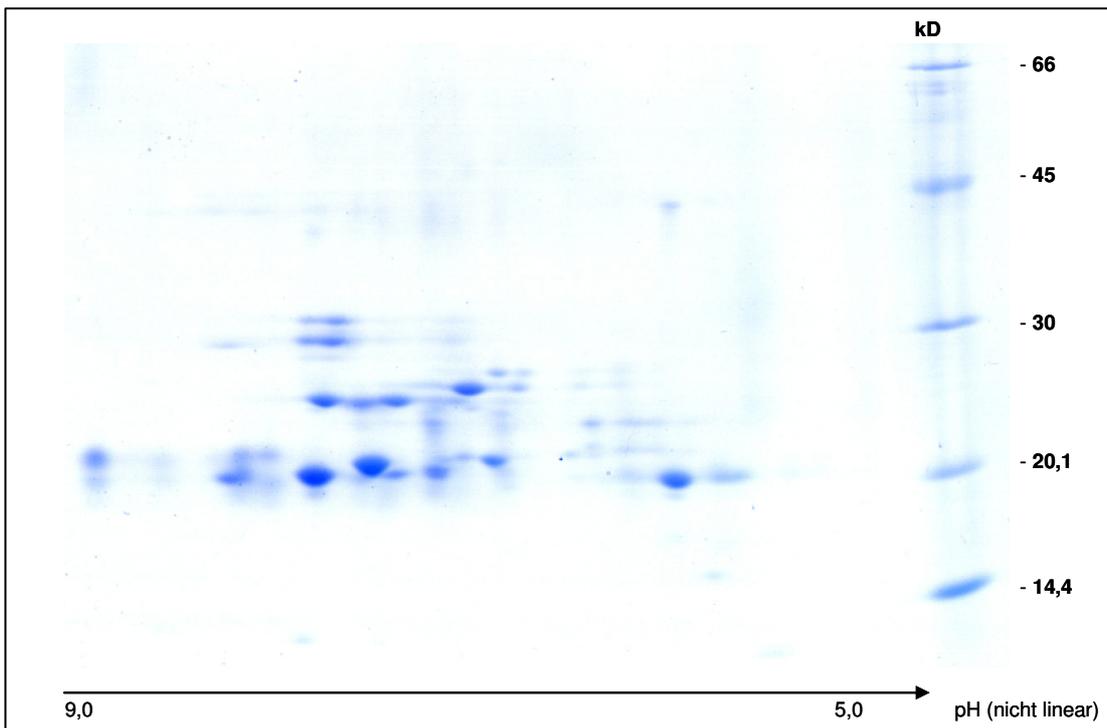


Abb. 24: 2-D-SDS-Page der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 9 (1)

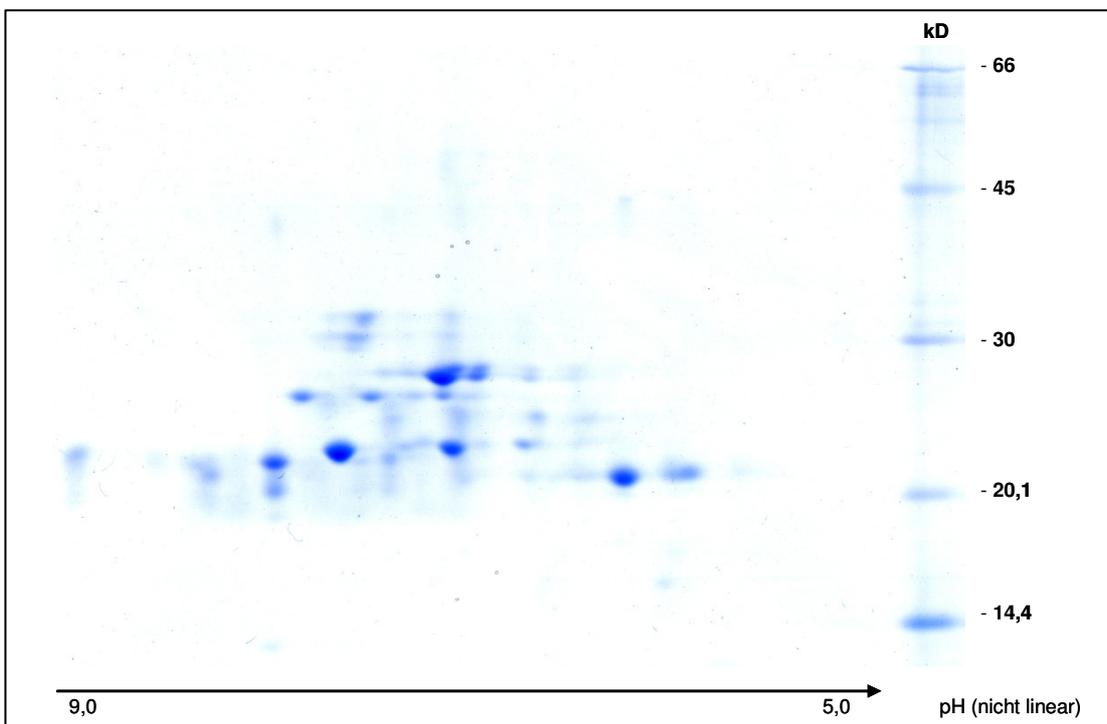


Abb. 25: 2-D-SDS-Page der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 10 (3)

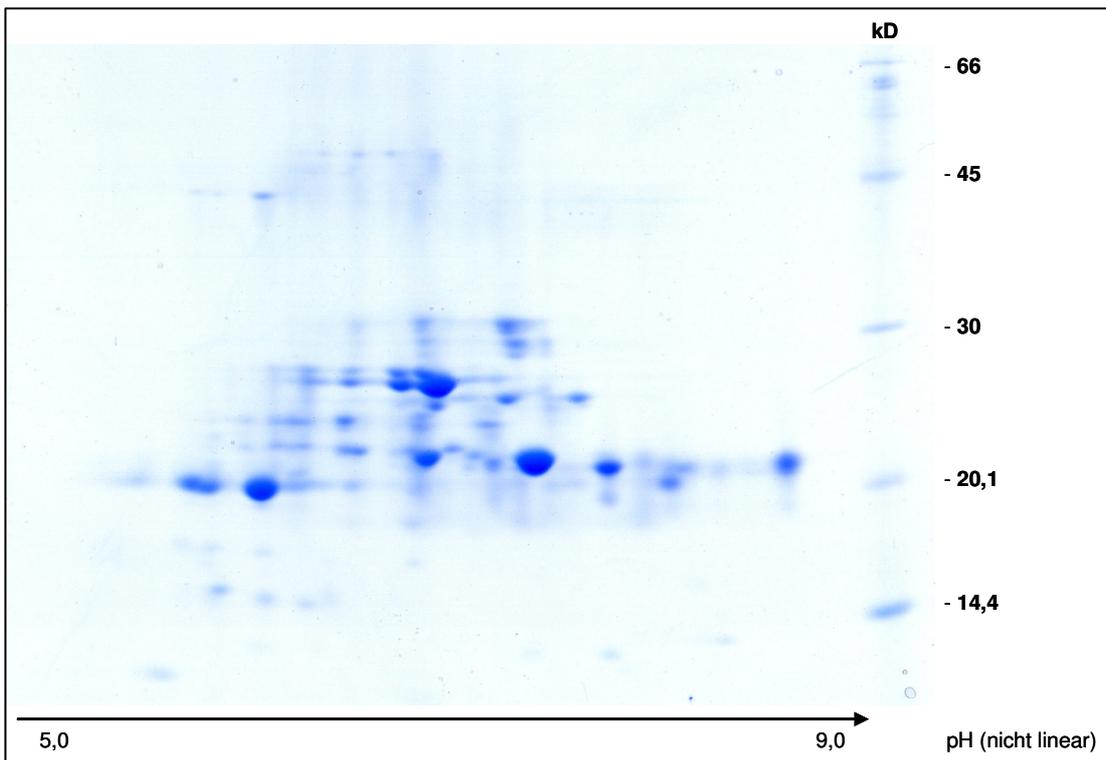


Abb. 26: 2-D-SDS-Page der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 11 (4)

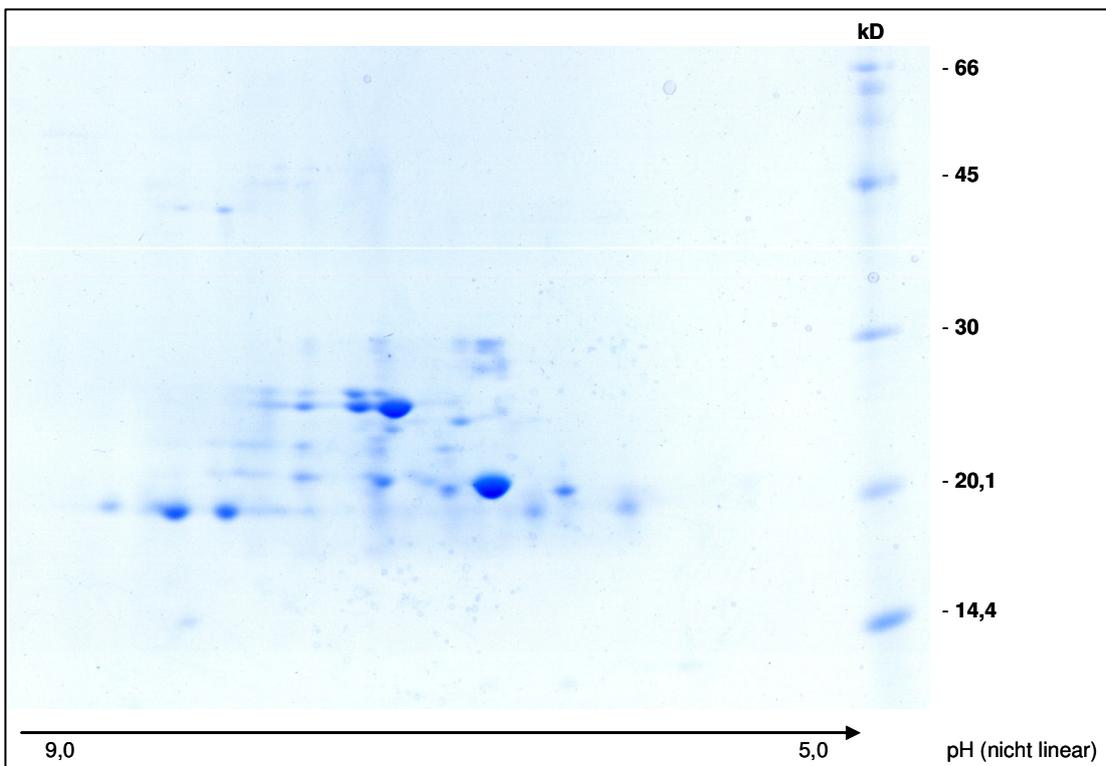


Abb. 27: 2-D-SDS-Page der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 12 (4)

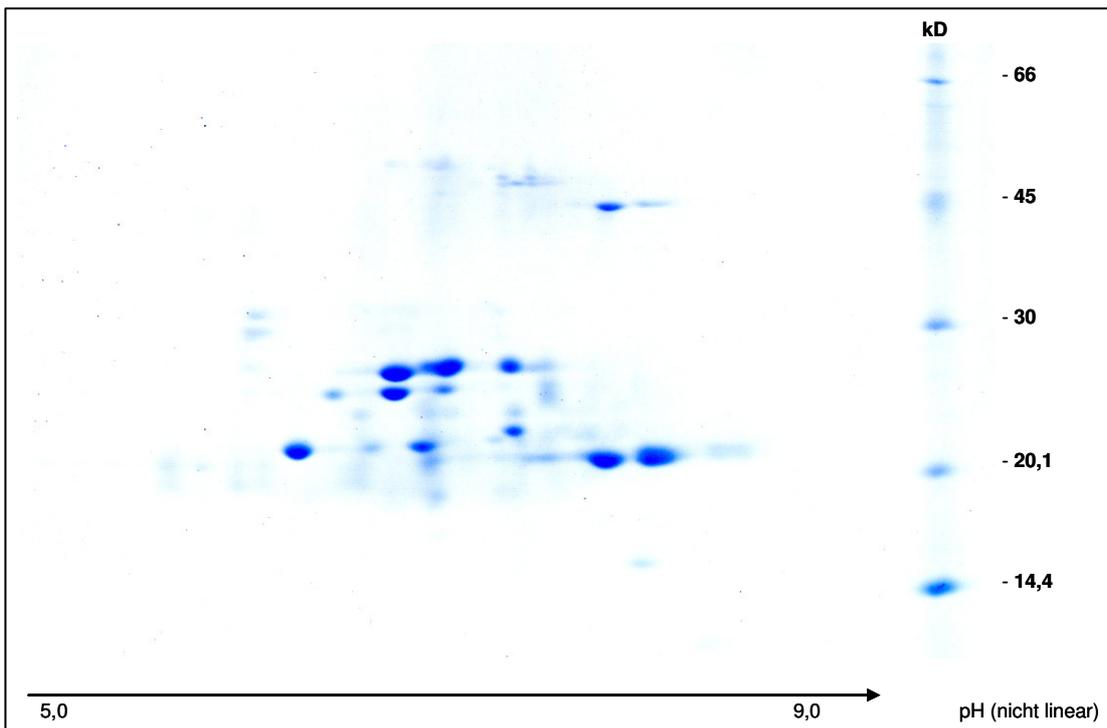


Abb. 2.28: 2-D-SDS-Page der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 18 (5)

4.1.3 2-D-SDS-Gele der wasserunlöslichen Proteine der Schweinelinse

Auch hier erfolgte nach Auftrennung der Proteine entlang eines pH-Gradienten die Auftrennung in der zweiten Ebene – analog zum Verfahren bei den wasserunlöslichen Proteinen – nach dem Molekulargewicht.

Die Polyacrylamid-Gele wurden nur, da sich mit dem bei den wasserlöslichen Proteinen verwendeten Färbemedium keine zufrieden stellende Anfärbung der Proteine erreichen ließ, statt mit kolloidaler Coomassie-Färbung Roti-Blue der Firma Roth mit einer Silber-Färbung (PlusOne Silver Staining Kit, Protein) der Firma Amersham angefärbt.

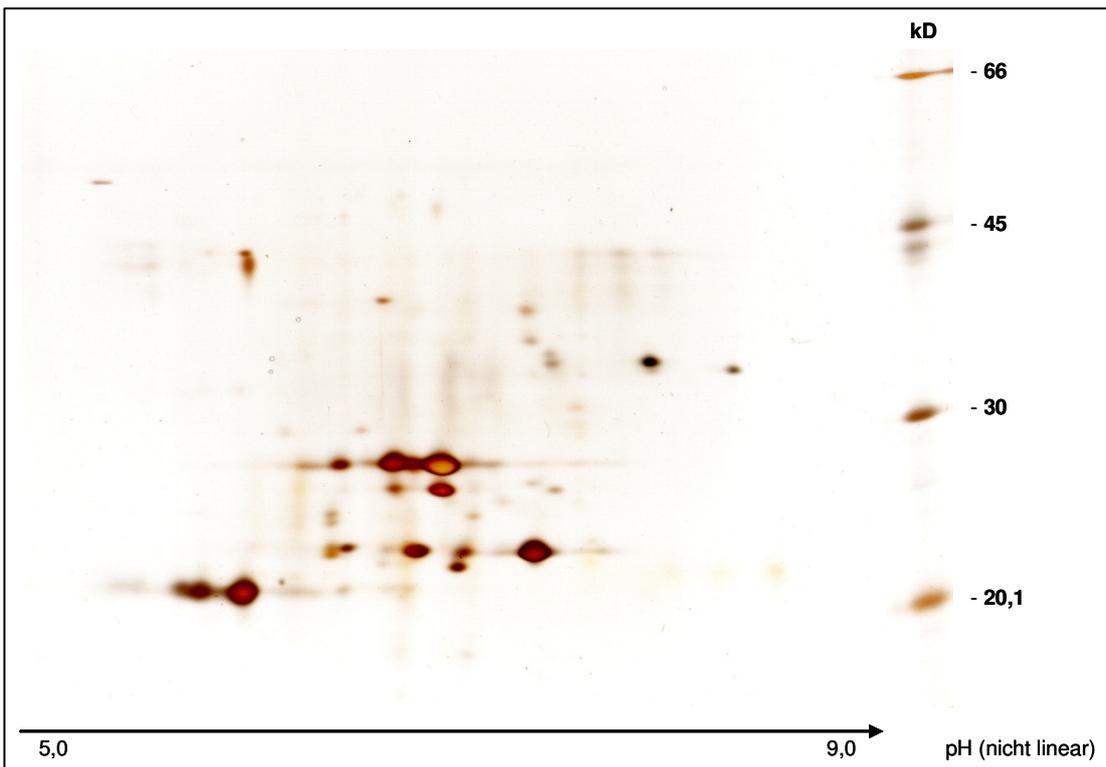


Abb. 29: 2-D-SDS-Page der wasserunlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 1 (4)

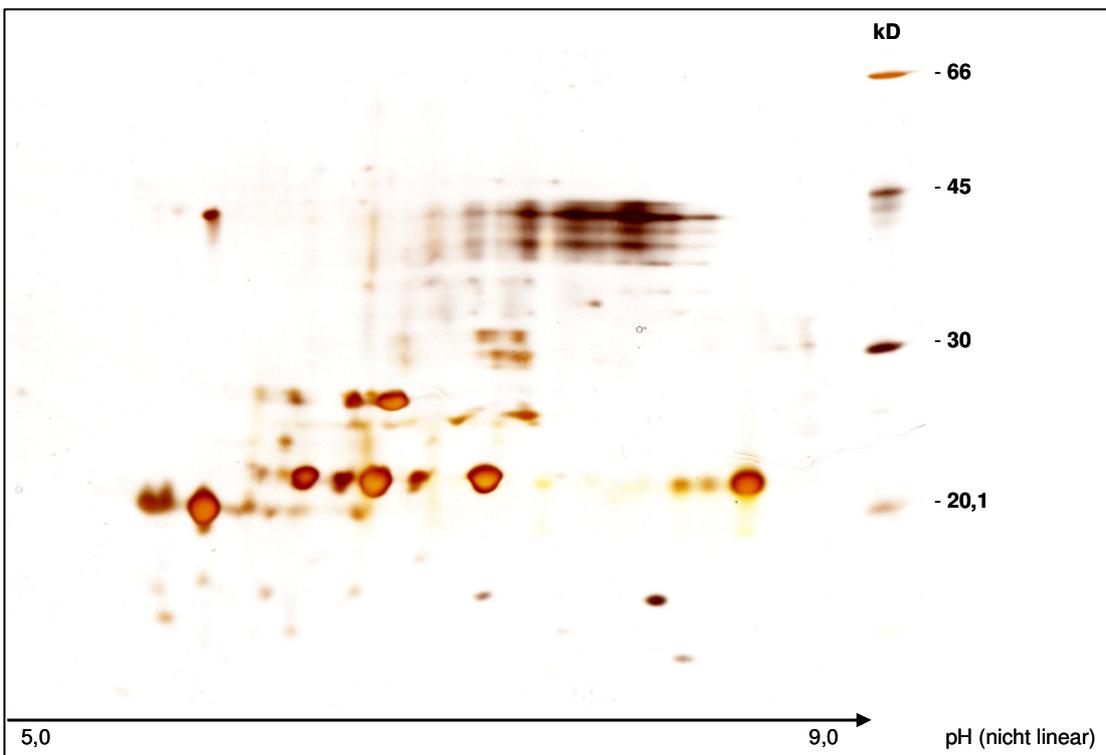


Abb. 30: 2-D-SDS-Page der wasserunlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 3 (1)

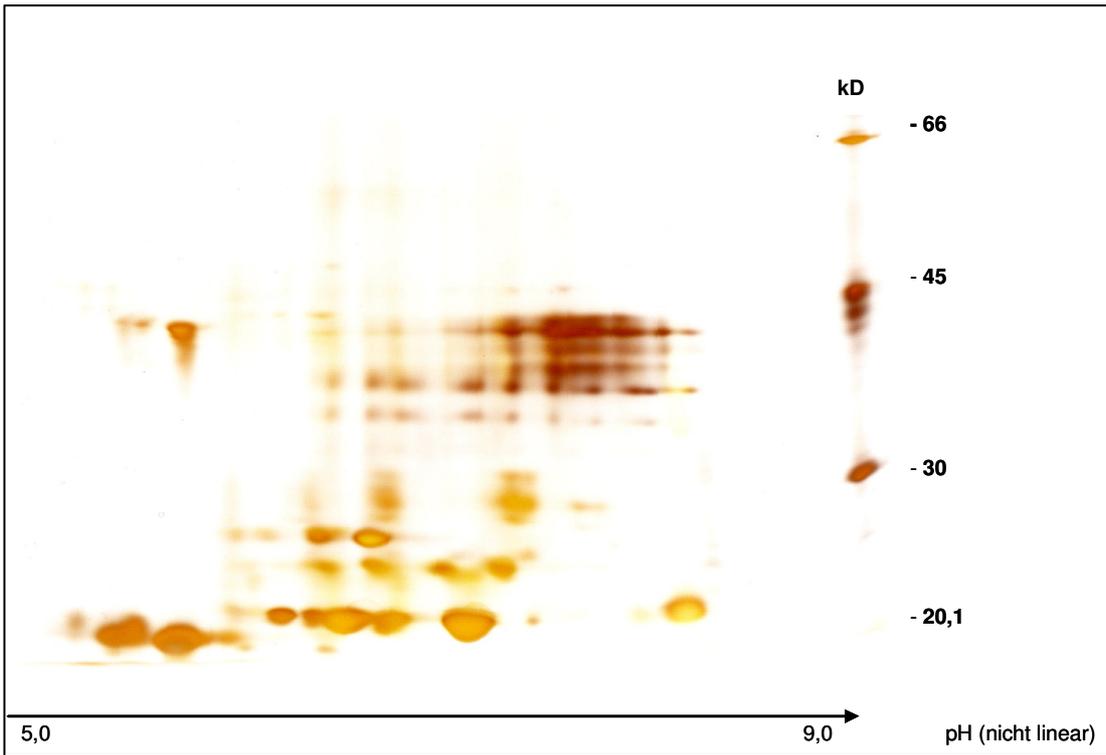


Abb. 31: 2-D-SDS-Page der wasserunlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 5 (1)

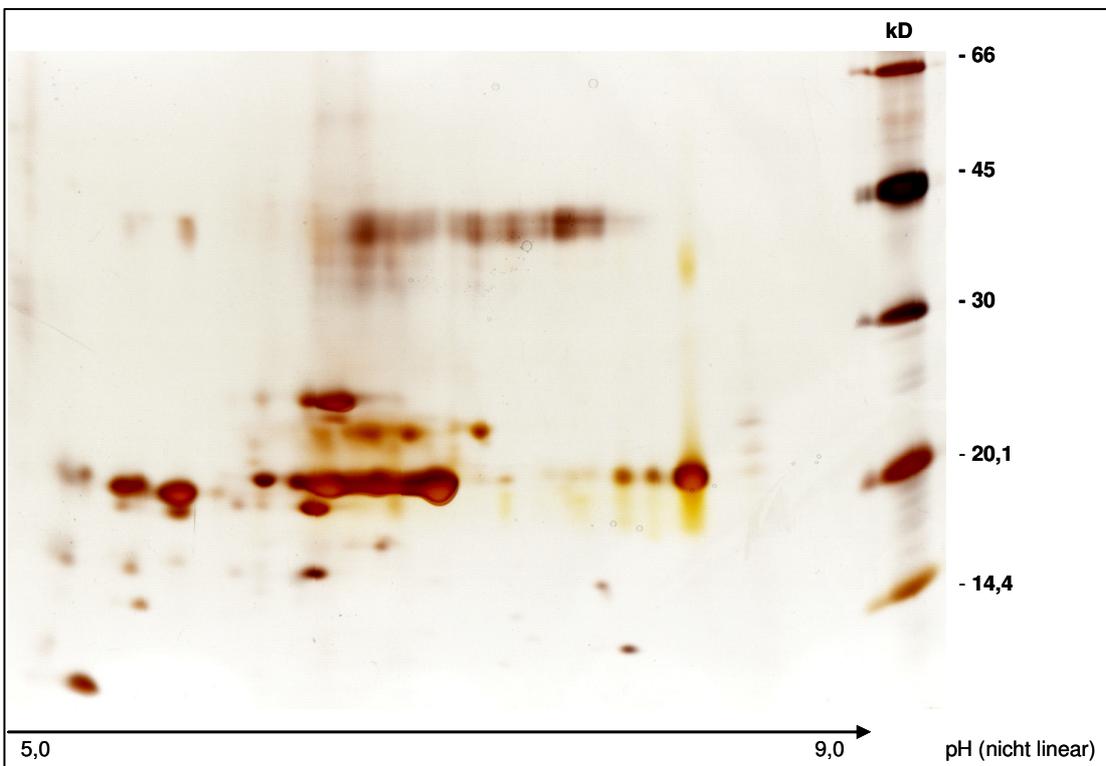


Abb. 32: 2-D-SDS-Page der wasserunlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 7 (7)

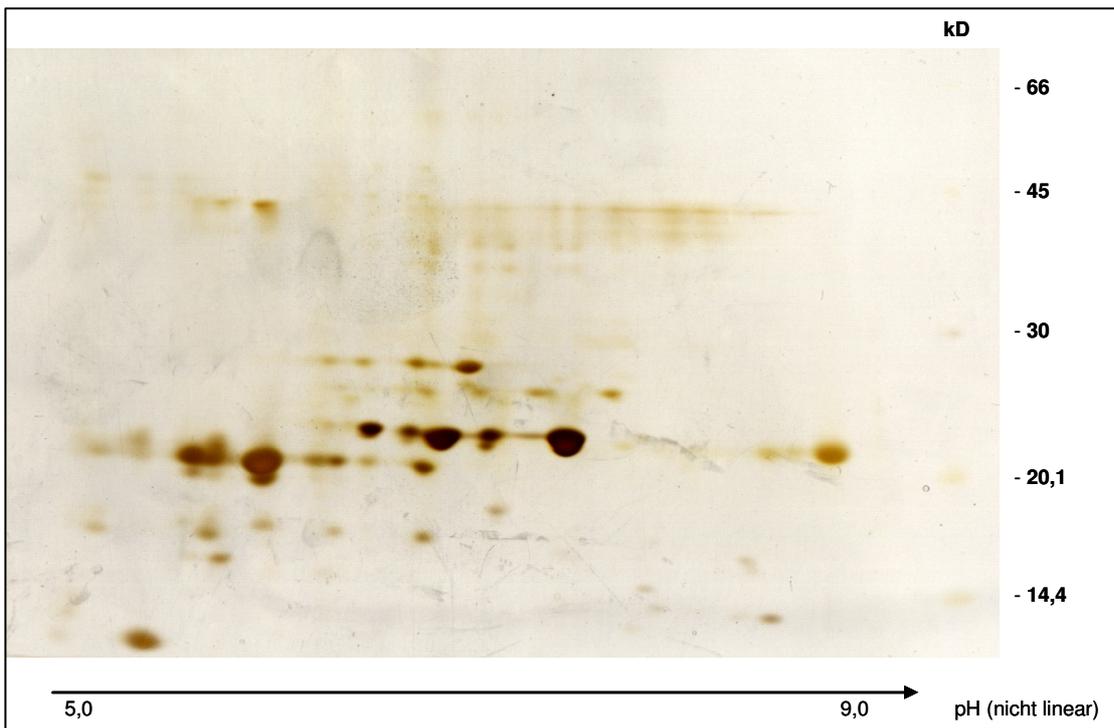


Abb. 33: 2-D-SDS-Page der wasserunlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 9 (4)

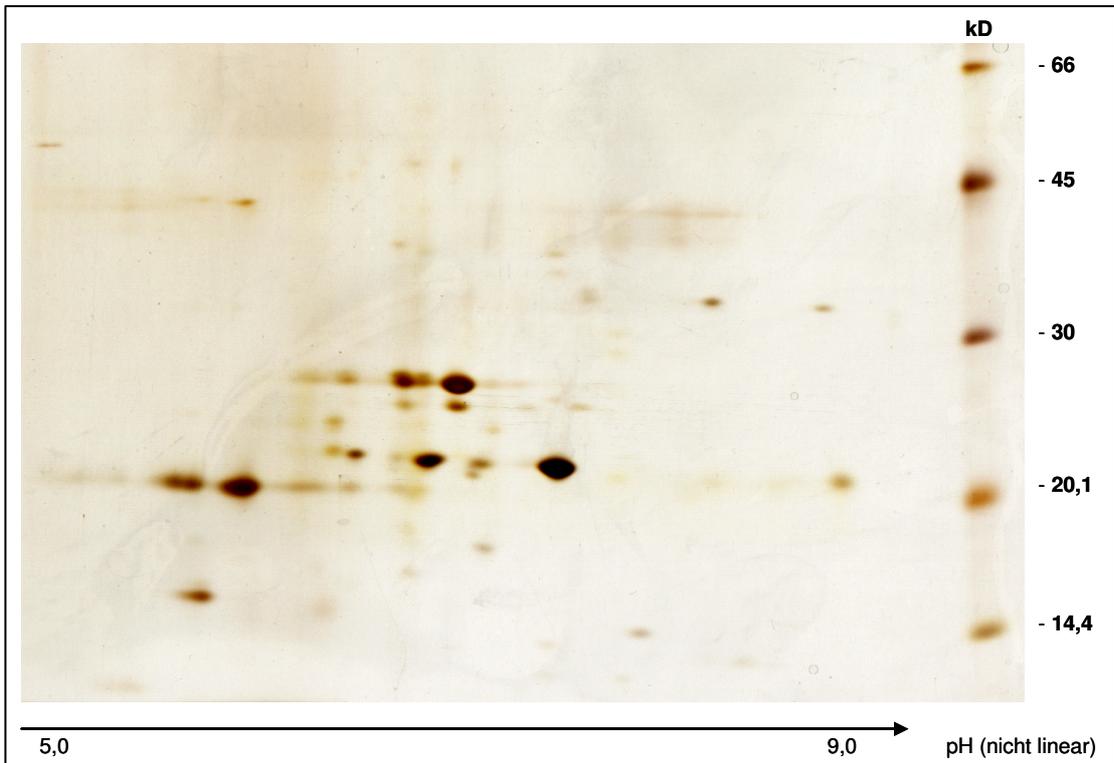


Abb. 34: 2-D- SDS-Page der wasserunlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 12 (4)

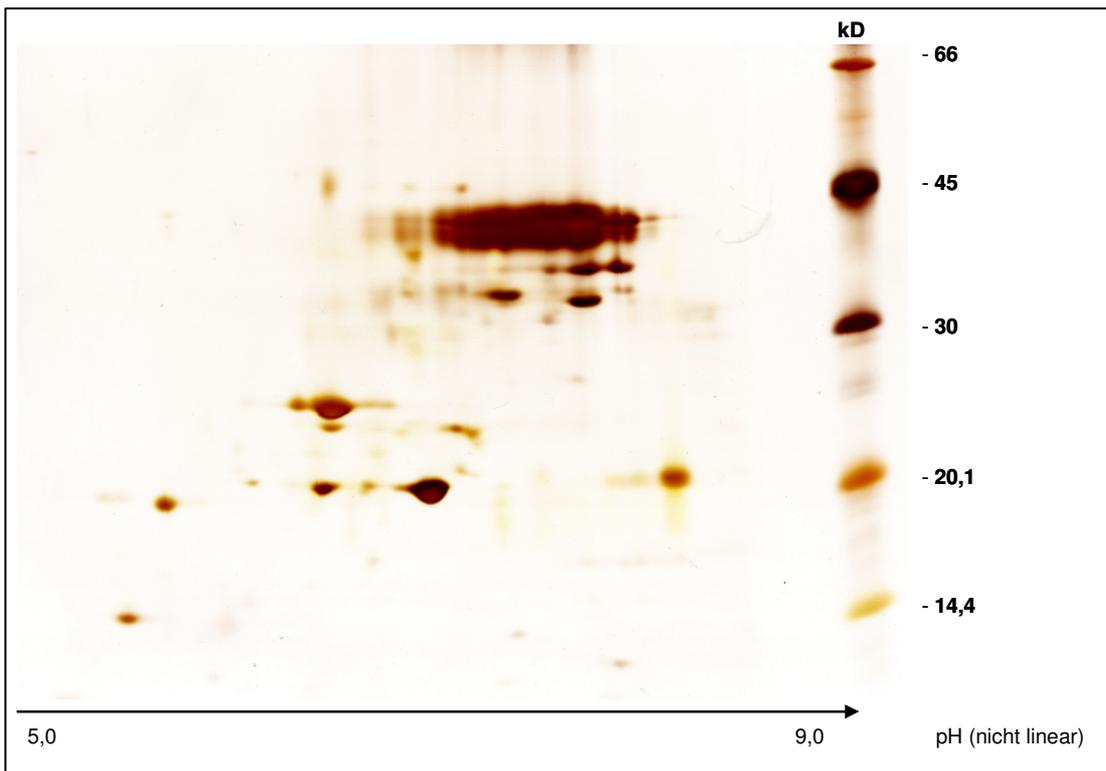


Abb. 35: 2-D-SDS-Page der wasserunlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 18 (7)

4.2 2-D-SDS-Page mit Zuordnung der Kristallinfraktionen

Am Beispiel eines Geles der wasserunlöslichen Linsenproteine soll im Folgenden aufgezeigt werden, wo die einzelnen Kristalline auf dem 2-D-Page zu liegen kommen.

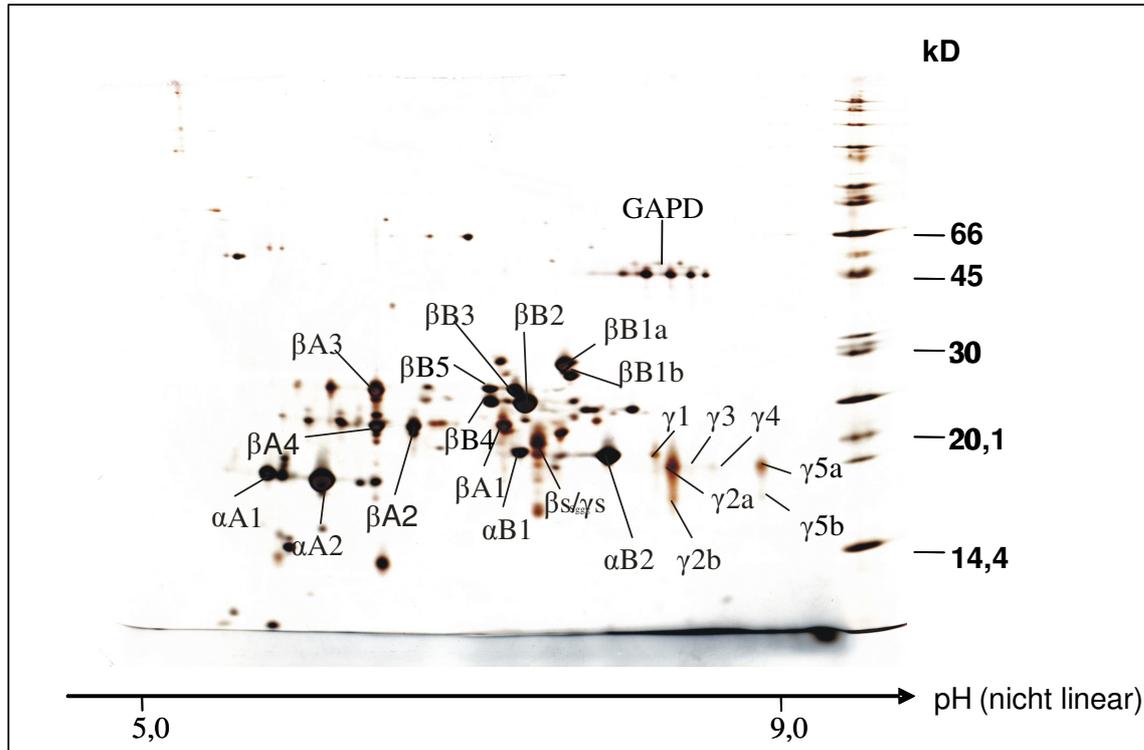


Abb. 36: 2-D-SDS-Page der wasserunlöslichen Kristalline der Schweinelinse: Kristallinzuzuordnung

4.3 Spot-IDs

Um die Gele hinsichtlich des Vorkommens einzelner Spots, der Fläche der Spots und dem prozentualen Anteil der Fläche einzelner Spots an der Gesamtfläche aller Spots auf dem jeweiligen Gel miteinander vergleichen zu können und die Reproduzierbarkeit der angewandten Methode darstellen zu können, mussten den einzelnen Proteinspots auf den Gelen Kennziffern, sogenannte IDs, zugeordnet werden, d.h. Zahlen, die einen bestimmten Spot auf einem bestimmten Gel kennzeichnen. Dies wurde durch das Computerprogramm MELANIE vorgenommen und war bezüglich der zugeordneten Zahlen nicht beeinflussbar. Wohl zu beeinflussen war die Detektierung der einzelnen Spots, die das Programm vorgenommen hatte. Diese waren von Hand zu überarbeiten und gegebenenfalls hinsichtlich der Größe und Genauigkeit zu korrigieren. Auch konnten Spots, die das Programm als einen Spot detektiert hatte, in zwei oder mehrere Spots getrennt werden, oder zwei detektierte Spots zu einem zusammengefasst werden. Des Weiteren wurden detektierte Spots, die eindeutig als Verunreinigung auf dem Gel erkenntlich waren, gelöscht.

4.3.1 Spot-IDs der wasserlöslichen Linsenproteine des Schweins

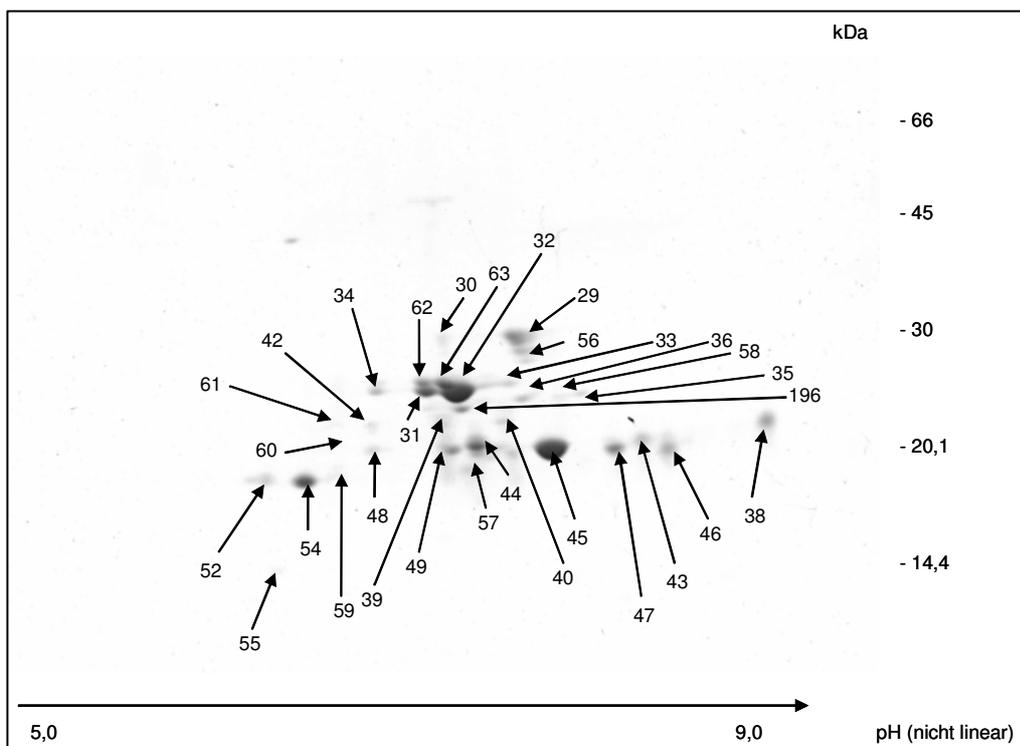


Abb. 37: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 01 (3): Spot-IDs

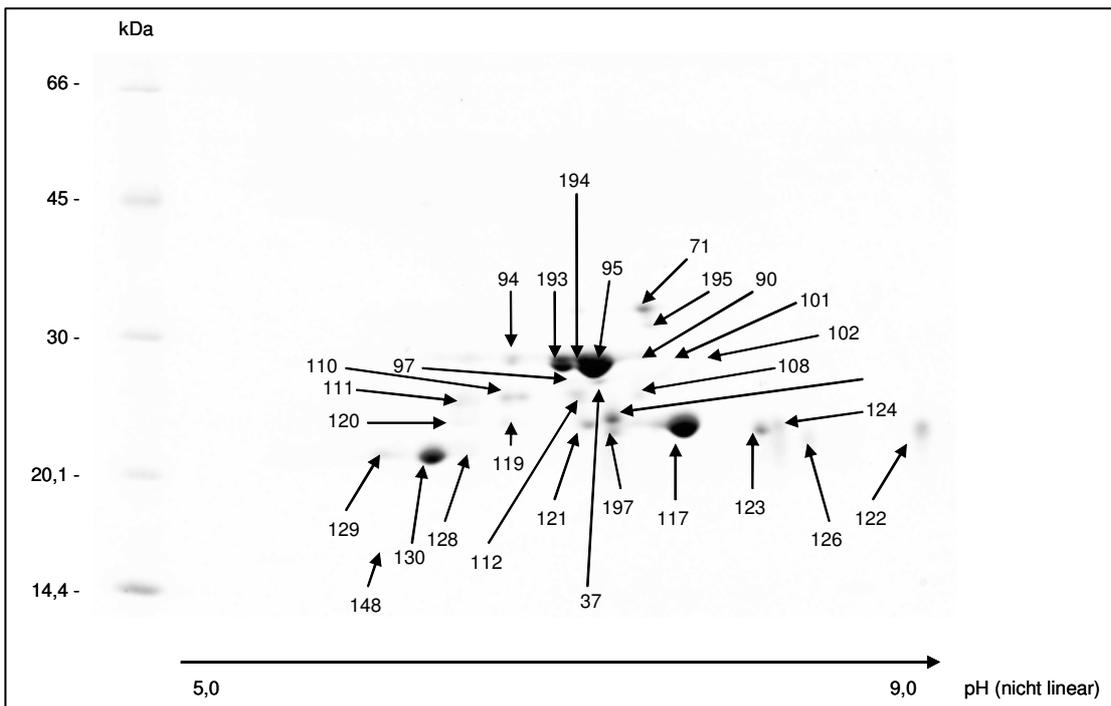


Abb.38: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 01 (5): Spot-IDs

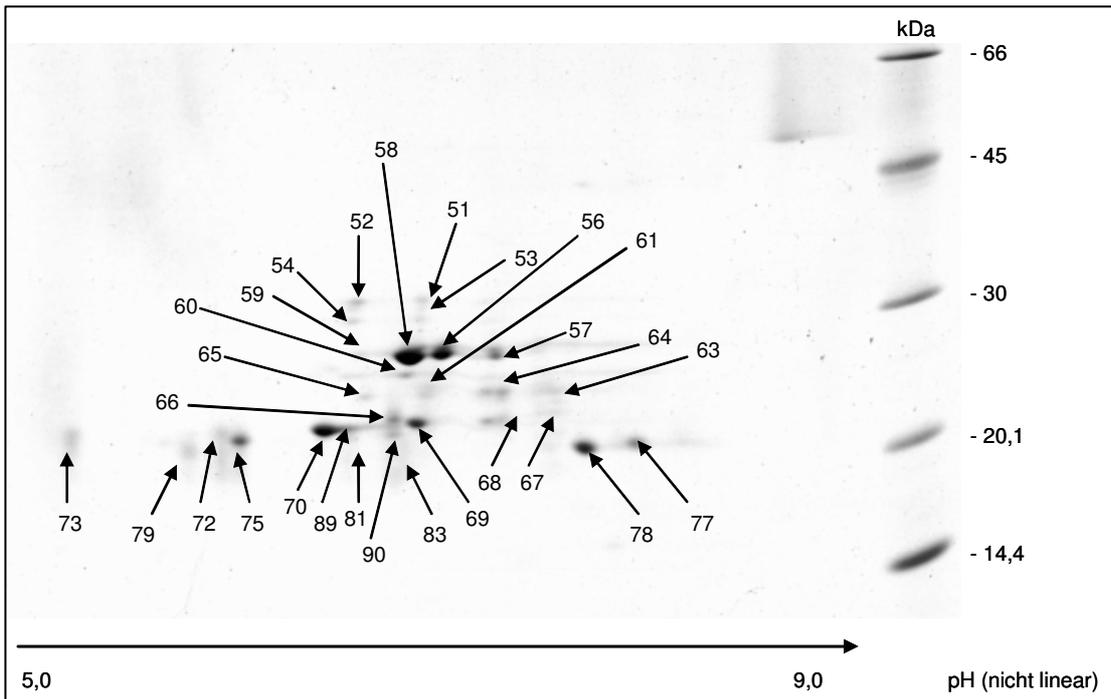


Abb.39: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 02 (5): Spot-IDs

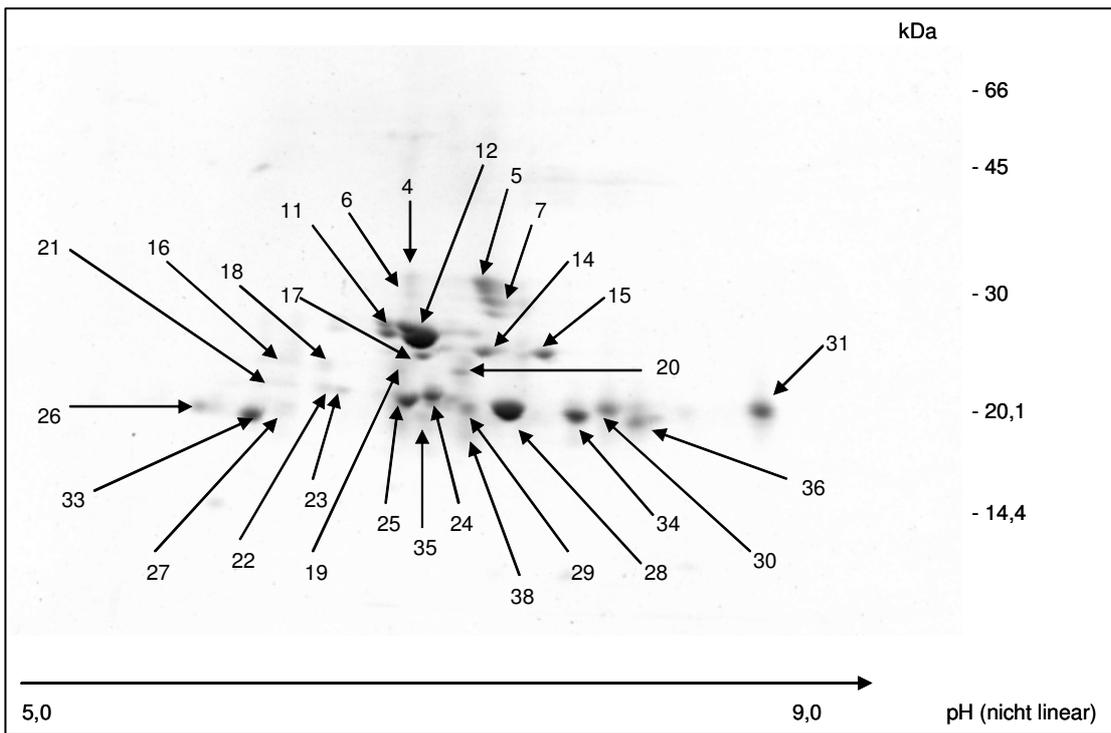


Abb.40: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 03 (3,7): Spot-IDs

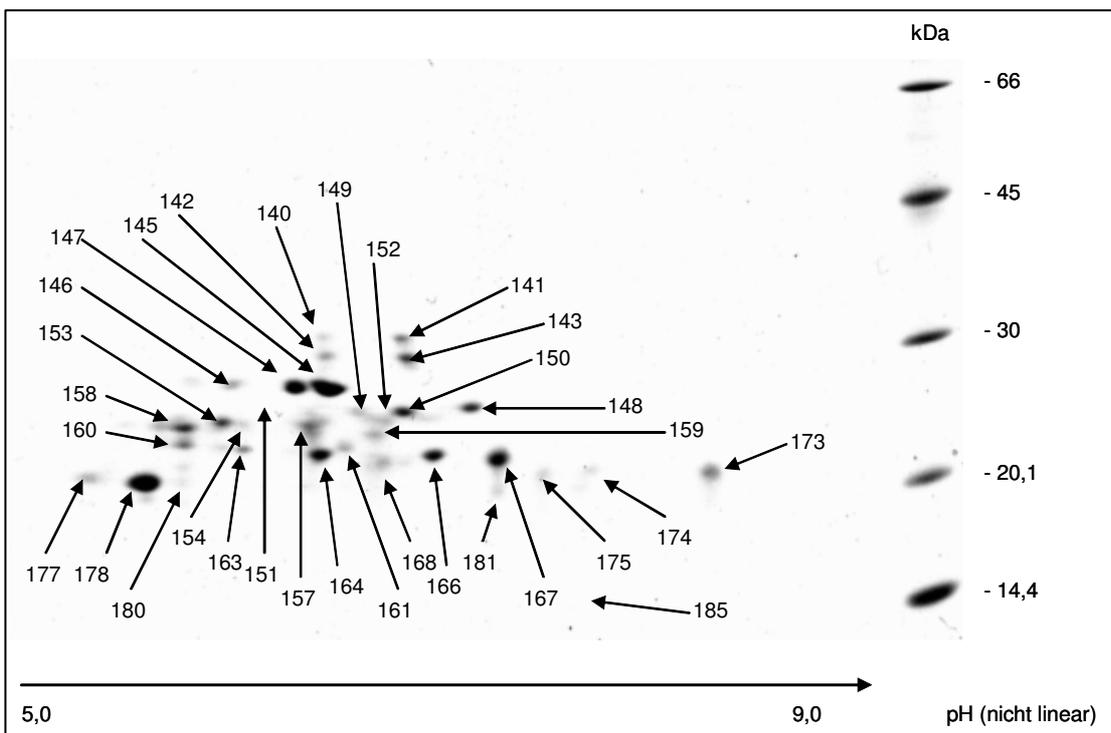


Abb.41: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 05 (1): Spot-IDs

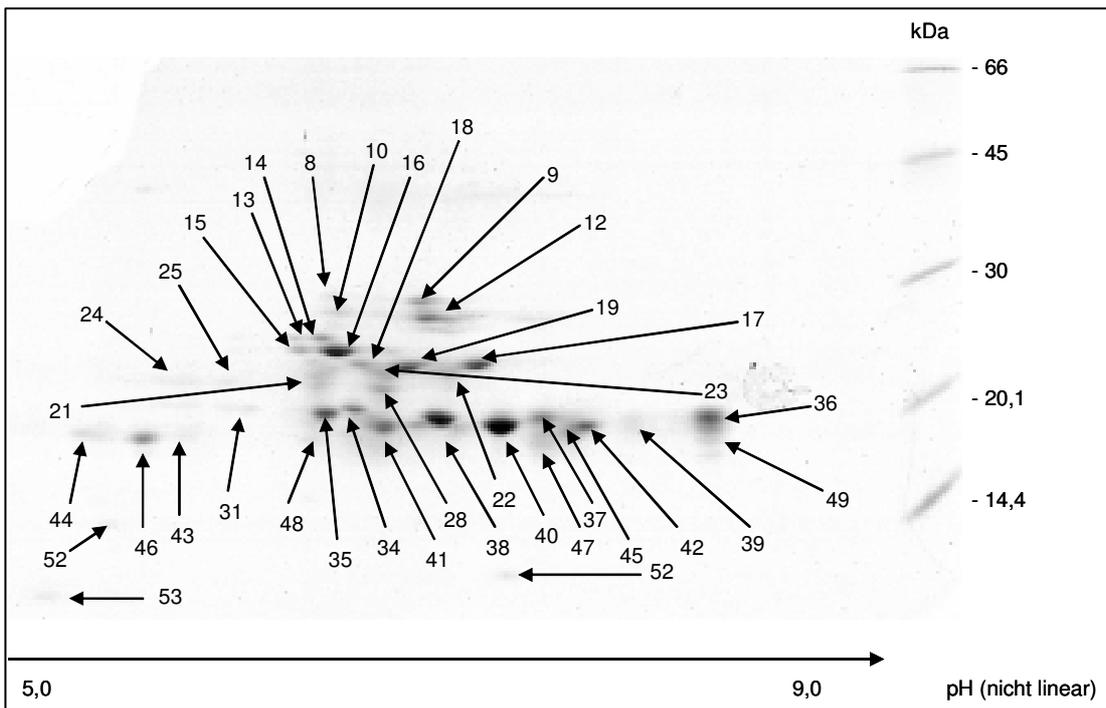


Abb.42: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 05 (3): Spot-IDs

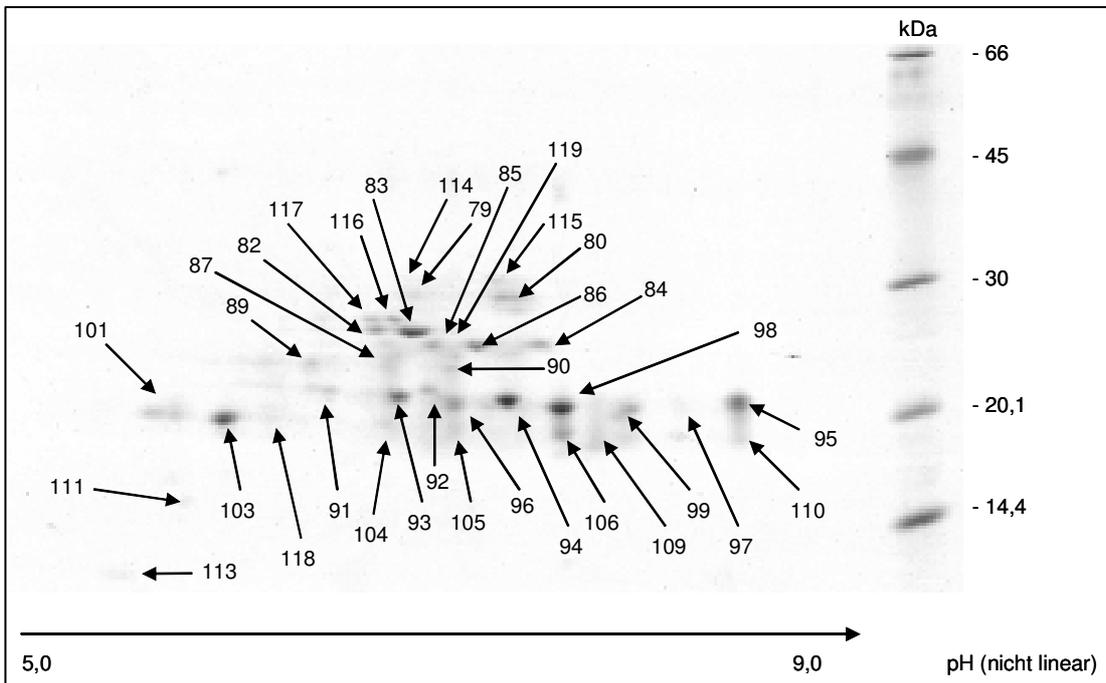


Abb.43: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 05 (4): Spot-IDs

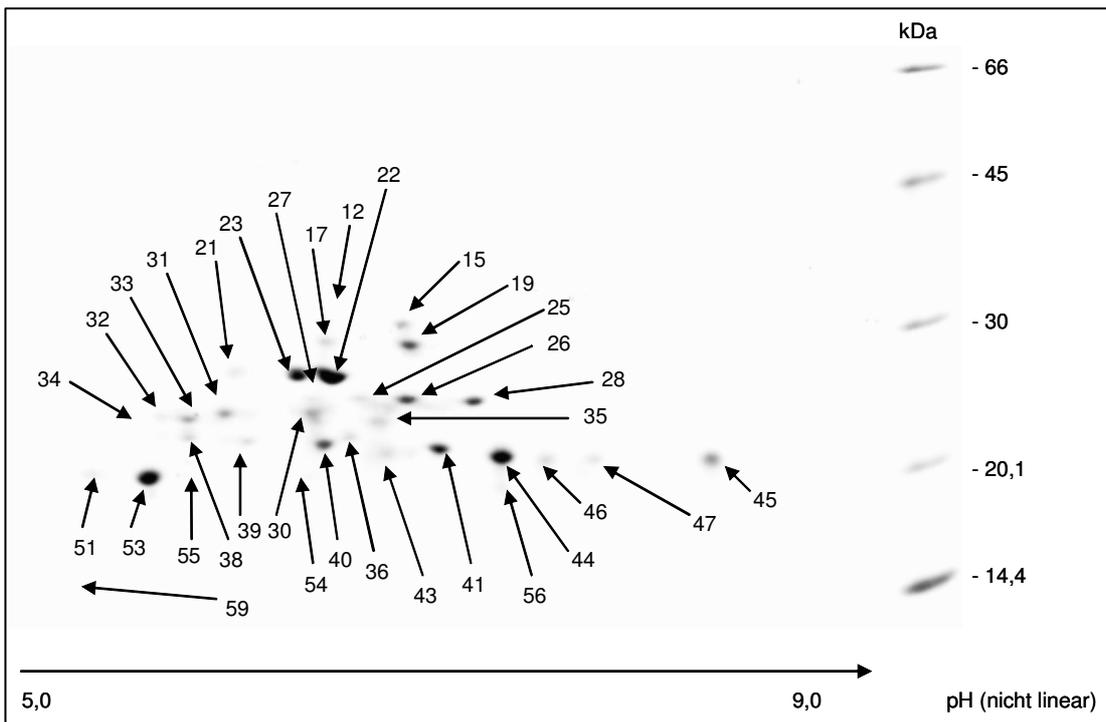


Abb.44: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 06 (1): Spot-IDs

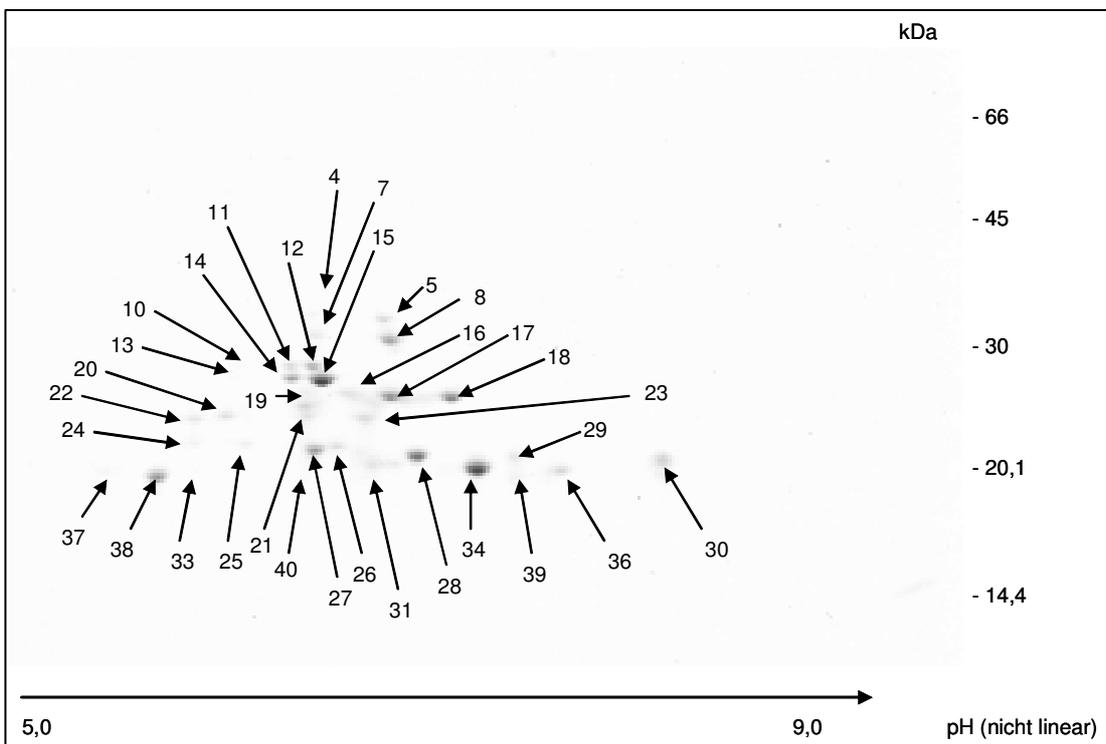


Abb.45: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 06 (2): Spot-IDs

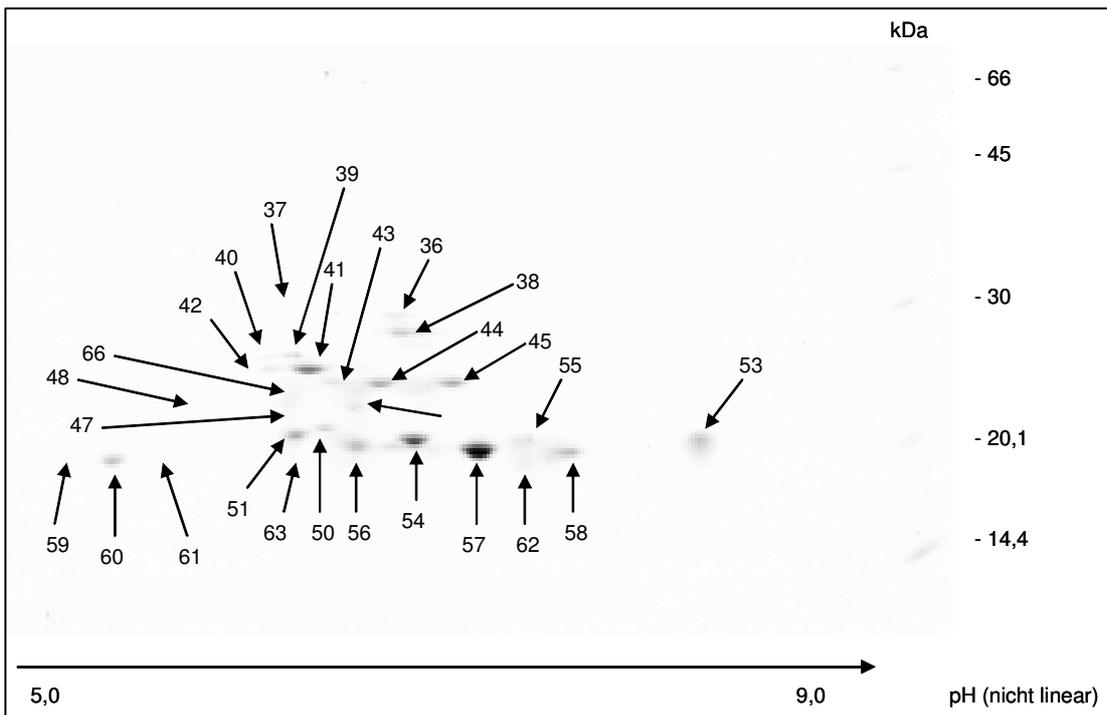


Abb.46: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 06 (3): Spot-IDs

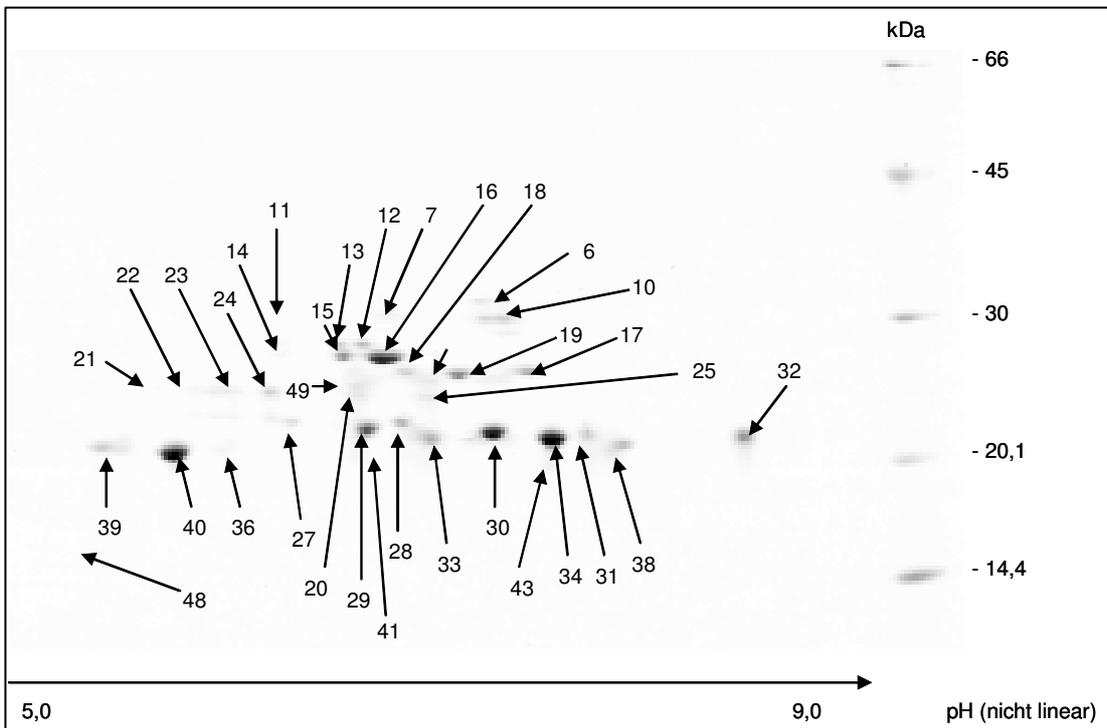


Abb. 47: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 06 (4): Spot-IDs

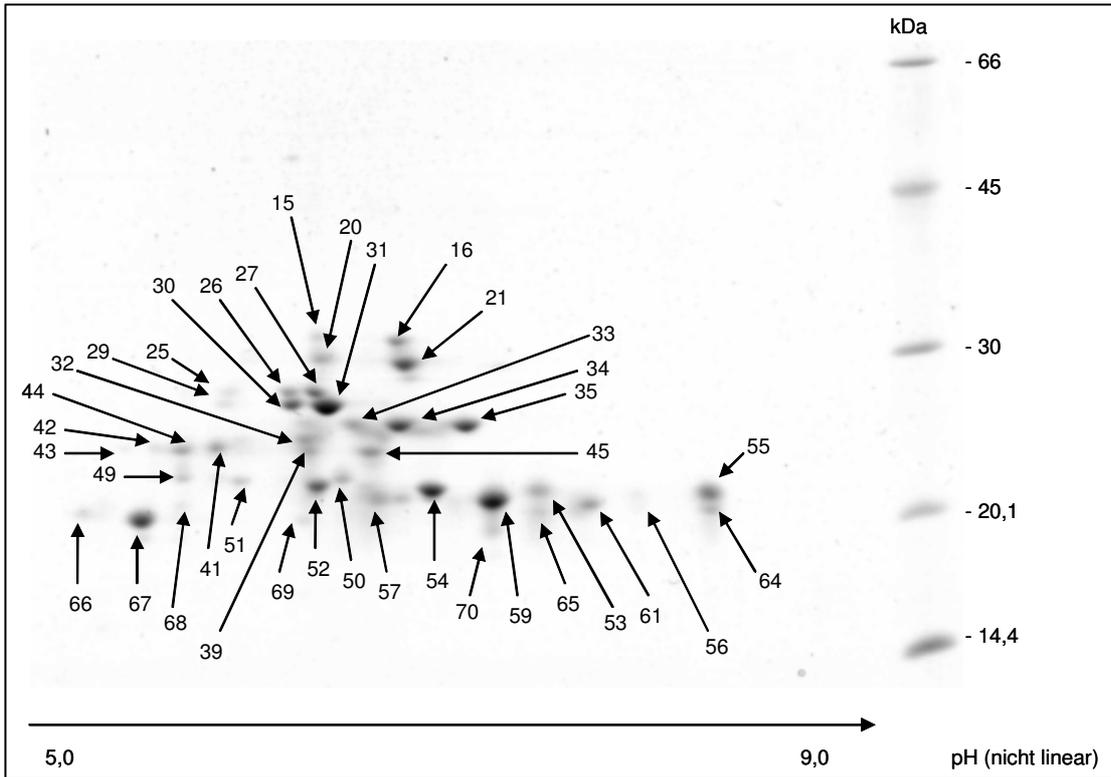


Abb.48: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 07 (1): Spot-IDs

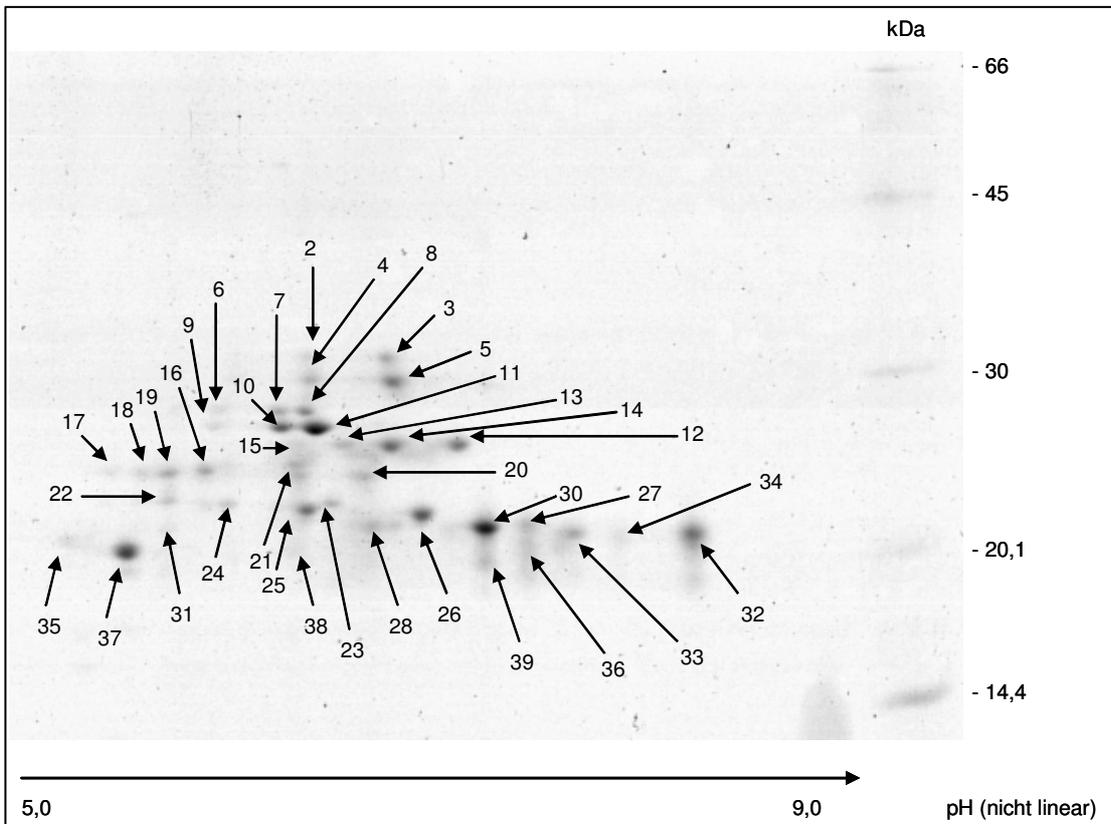


Abb.49: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 07 (2): Spot-IDs

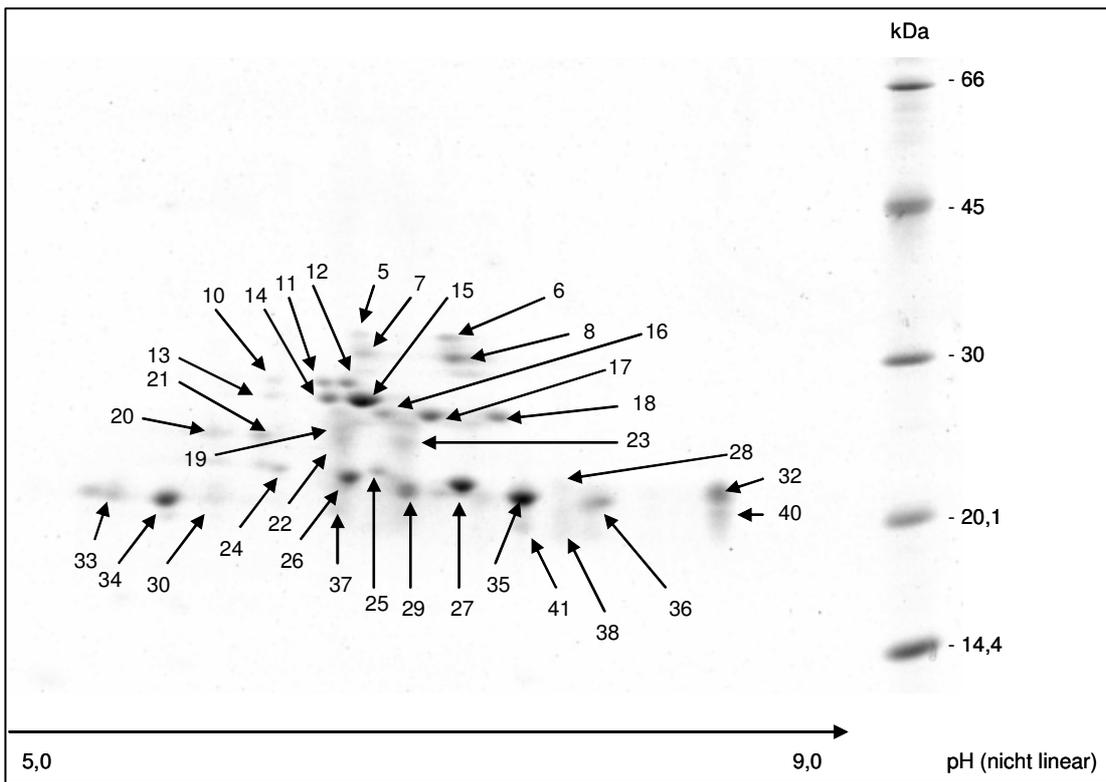


Abb.50: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 07 (4): Spot-IDs

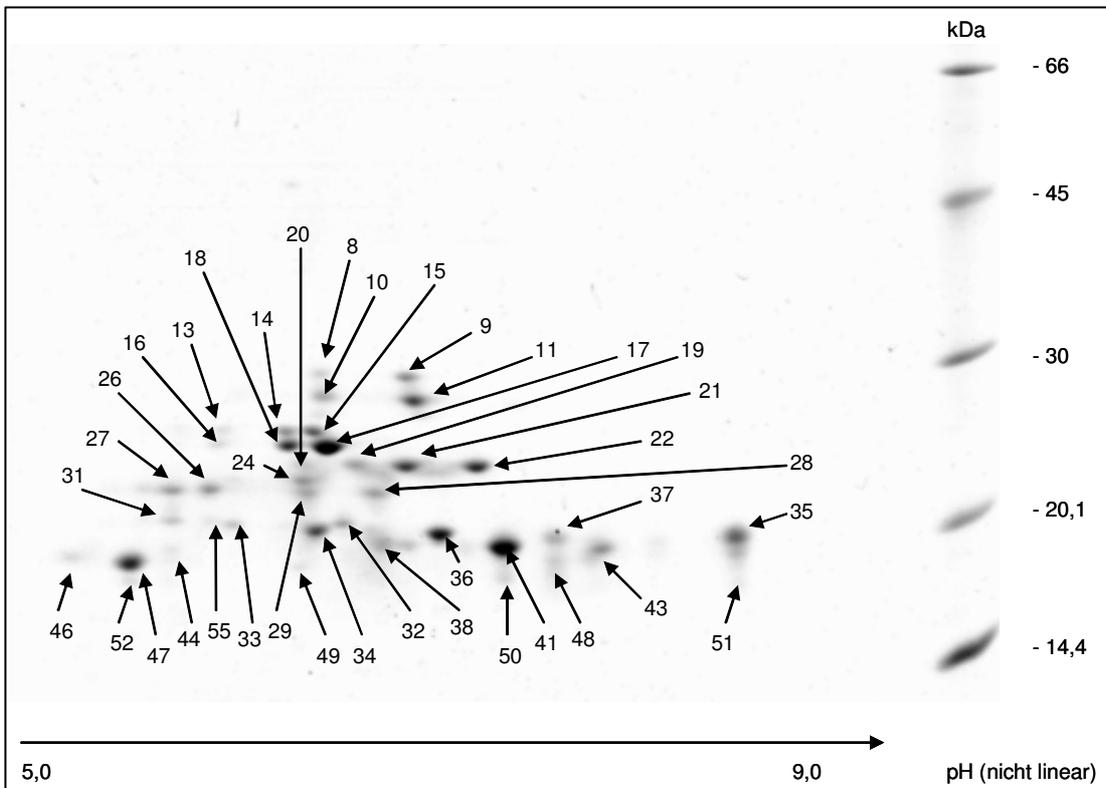


Abb.51: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 08 (1): Spot-IDs

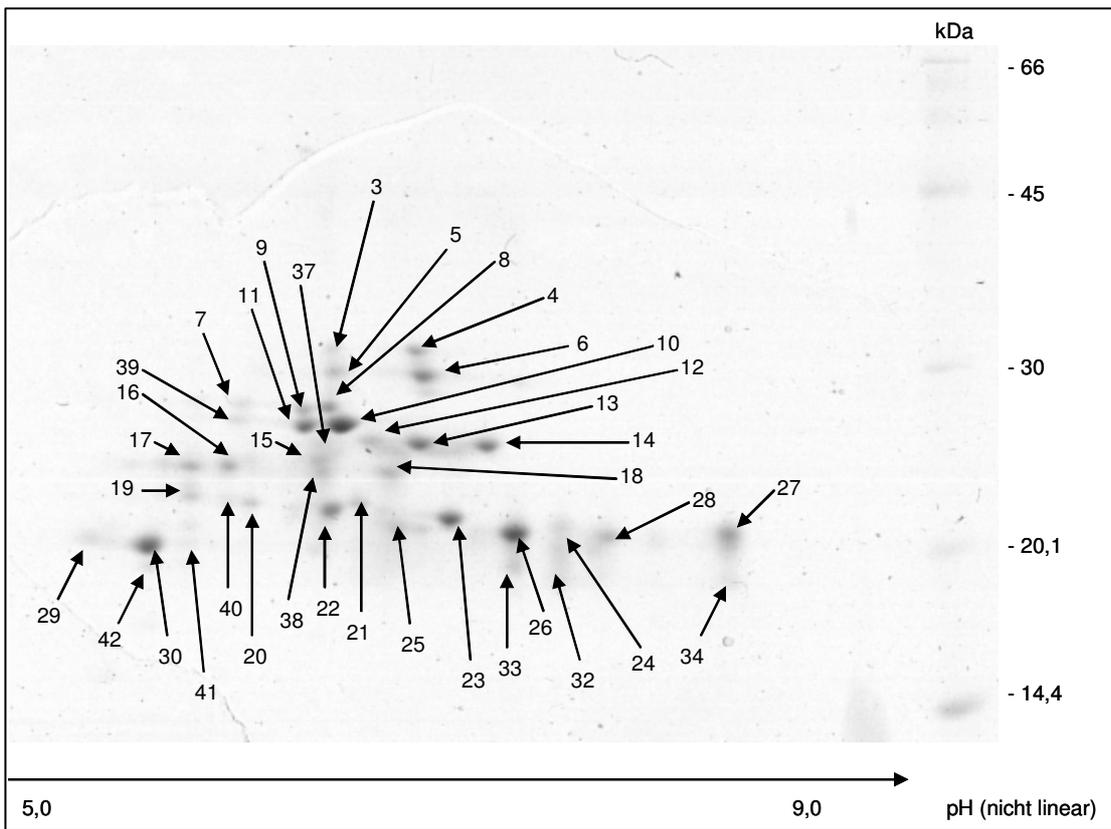


Abb.52: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 08 (2): Spot-IDs

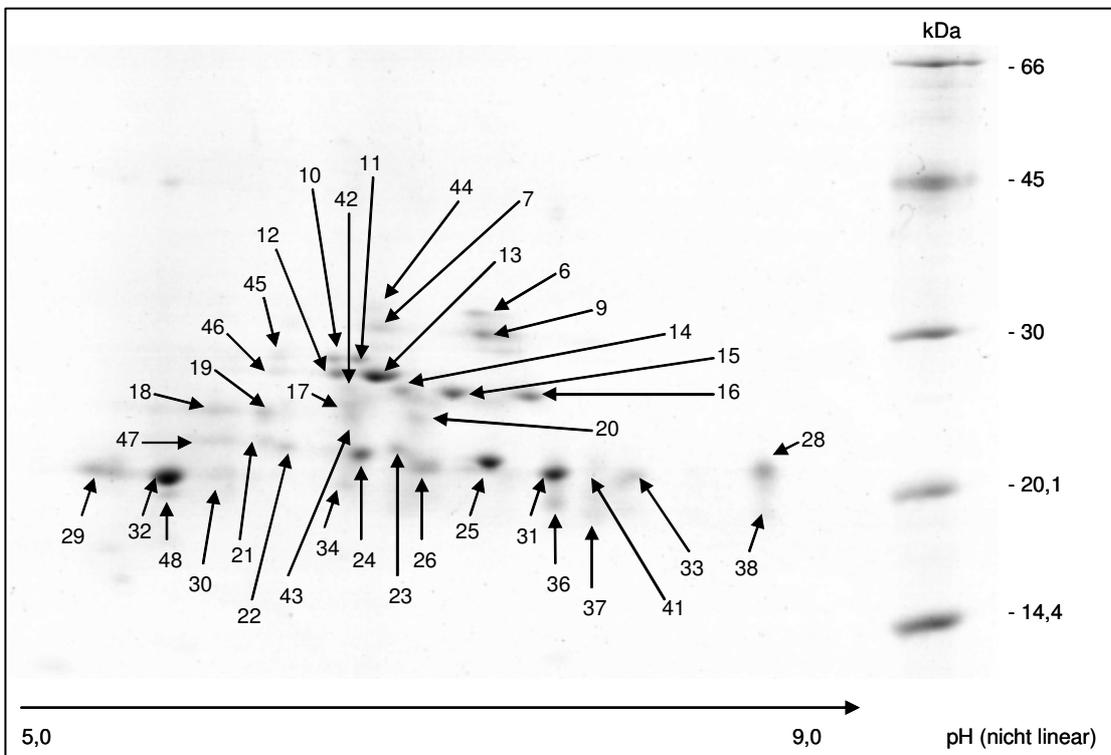


Abb.53: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 08 (4): Spot-IDs

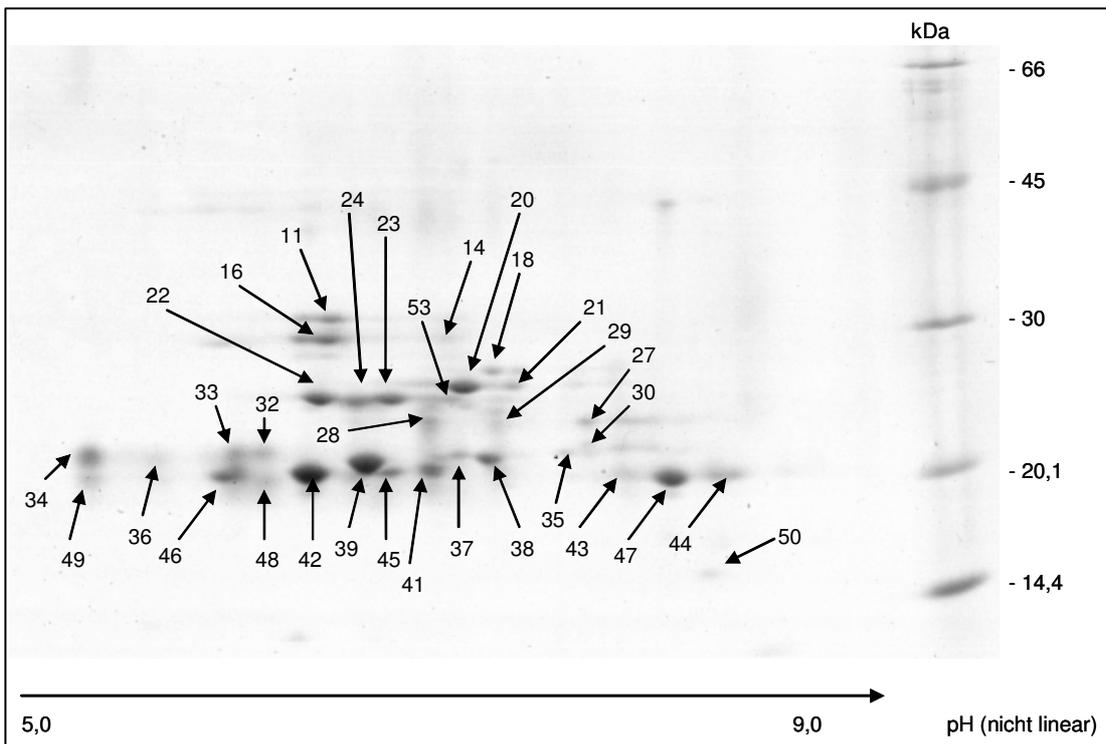


Abb.54: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 09 (1): Spot-IDs

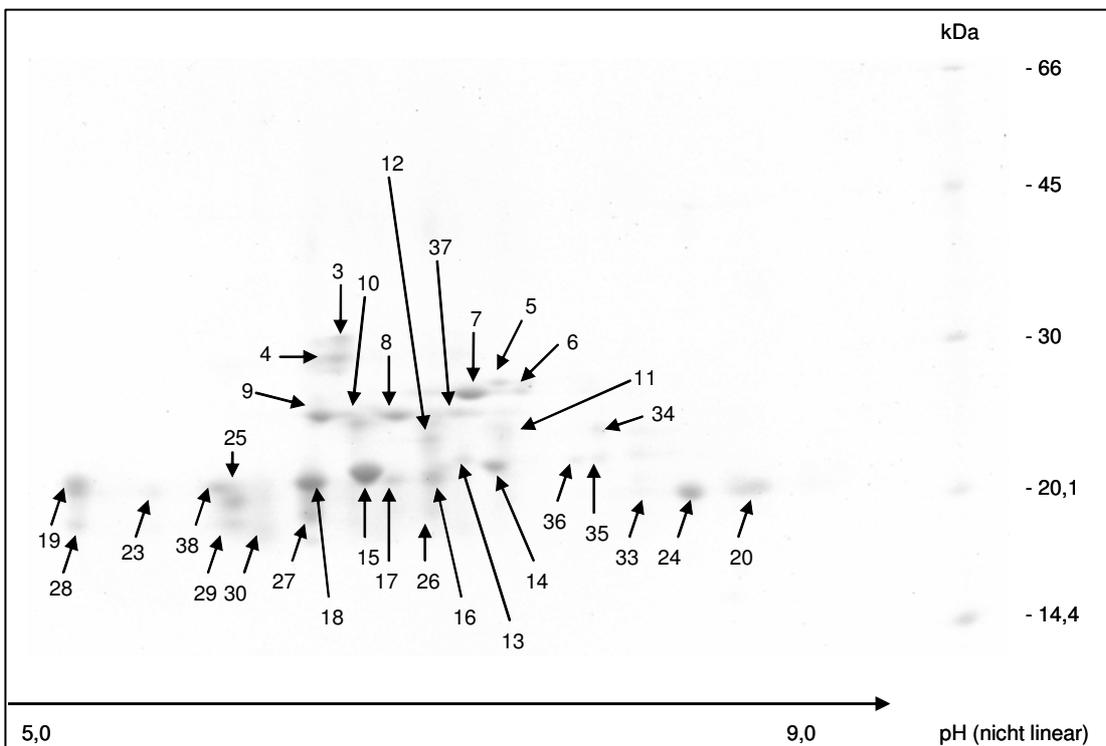


Abb.55: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 09 (2): Spot-IDs

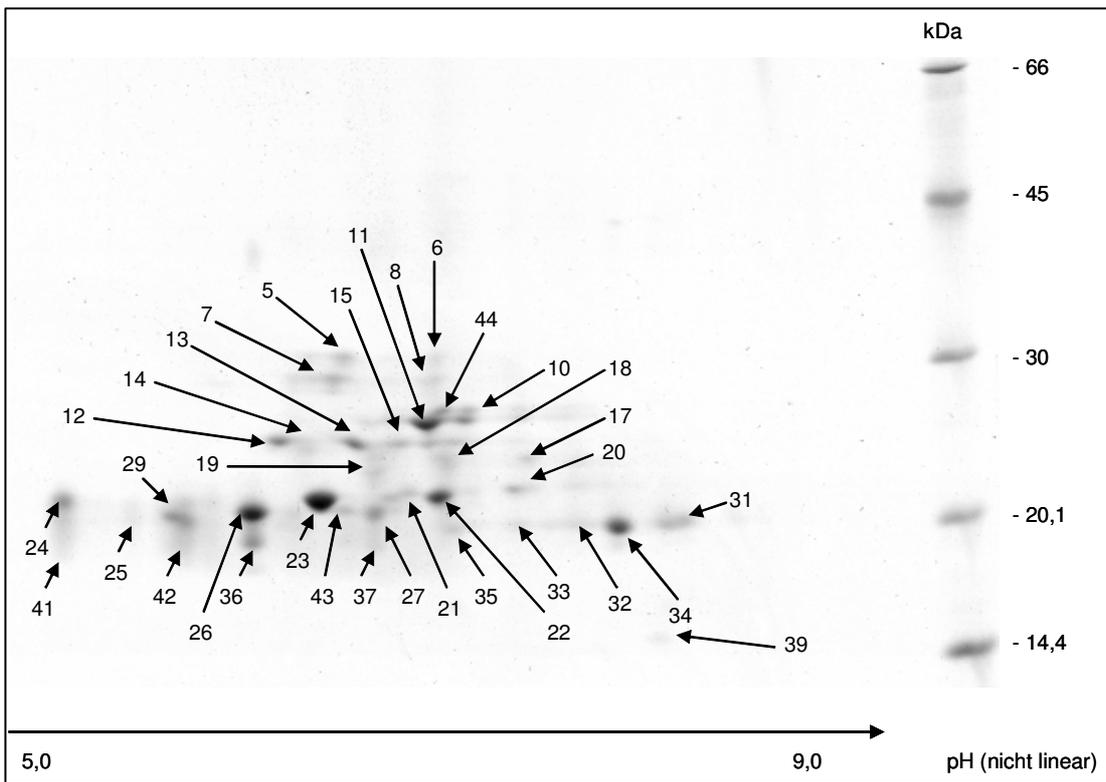


Abb.56: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 09 (3): Spot-IDs

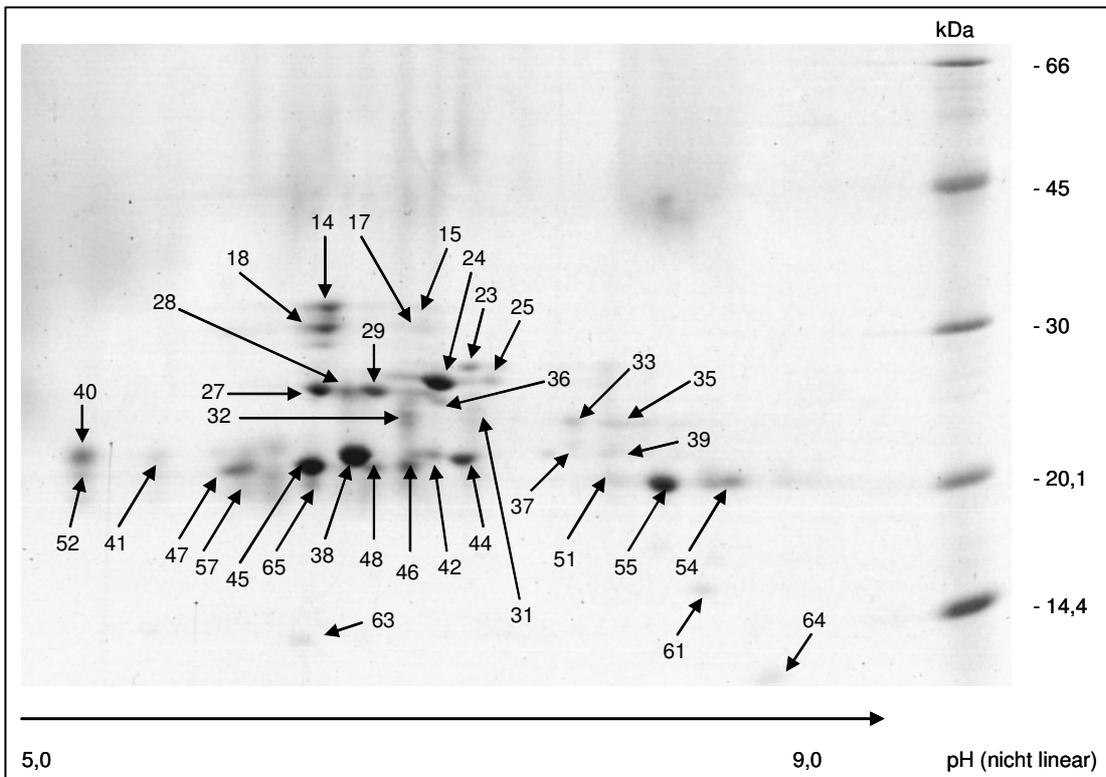


Abb.57: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 10 (1): Spot-IDs

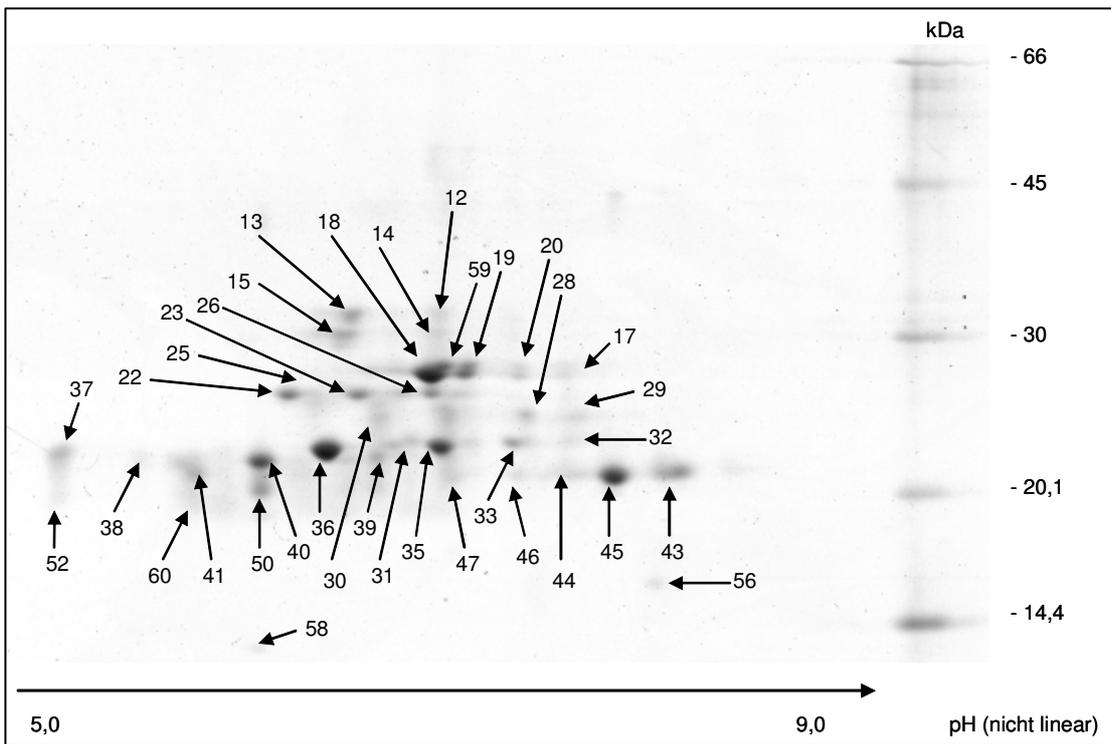


Abb.58: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 10 (3): Spot-IDs

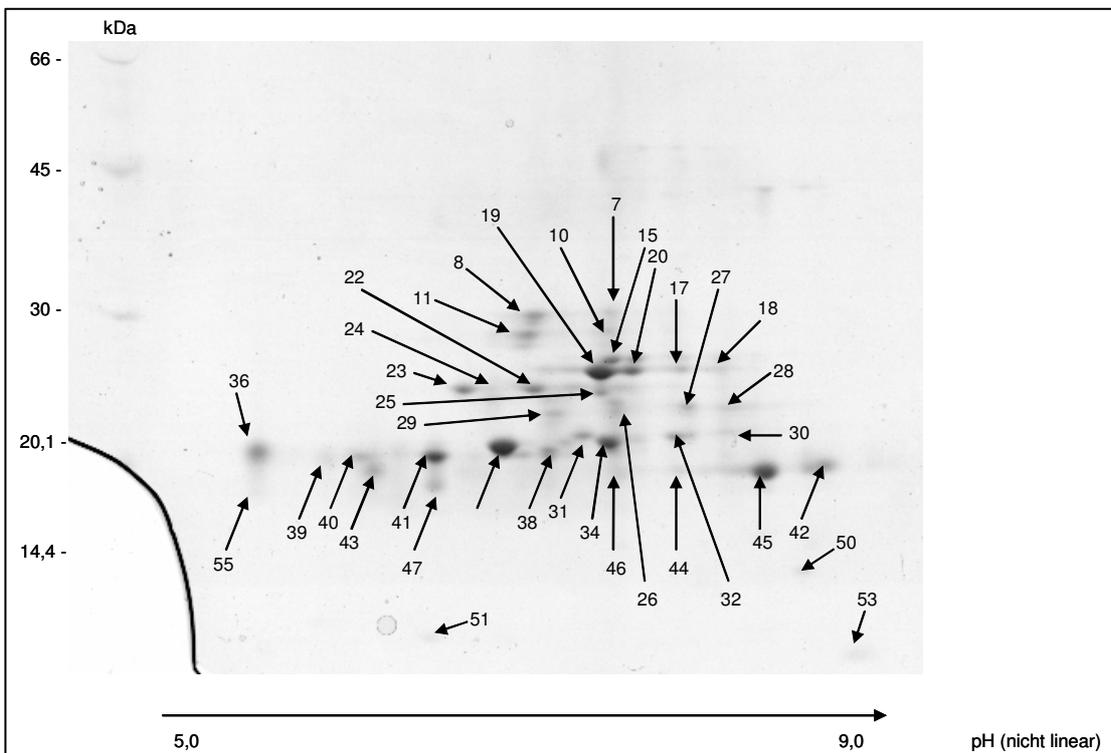


Abb.59: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 10 (4,1): Spot-IDs

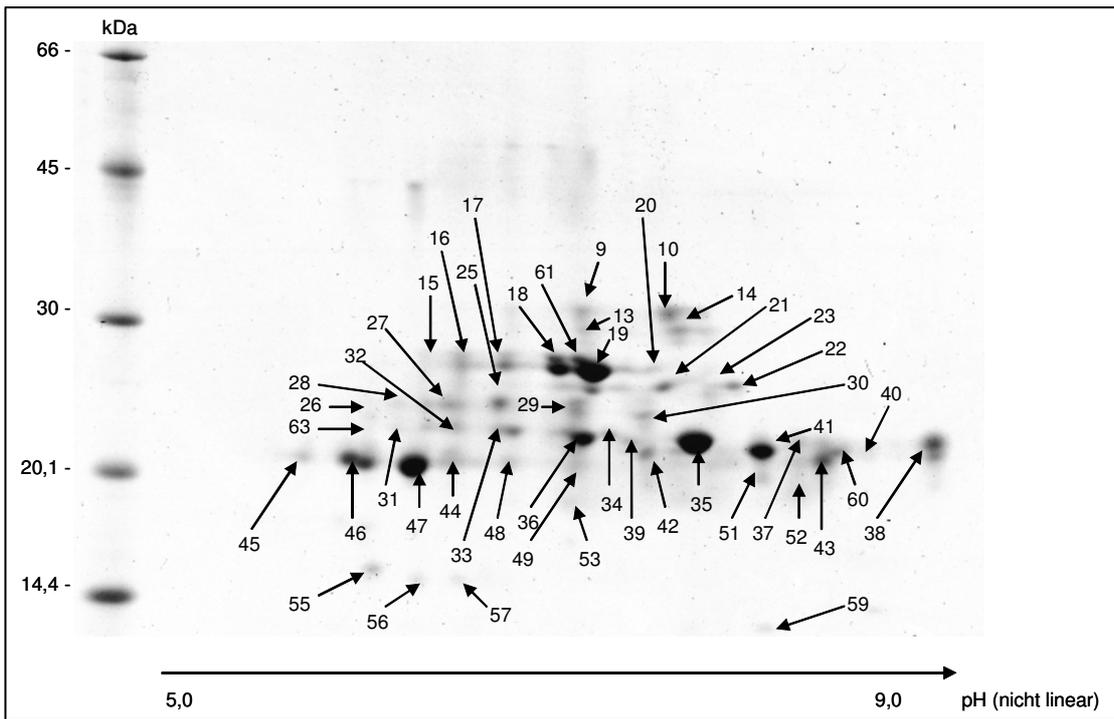


Abb.60: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 11 (3,1): Spot-IDs

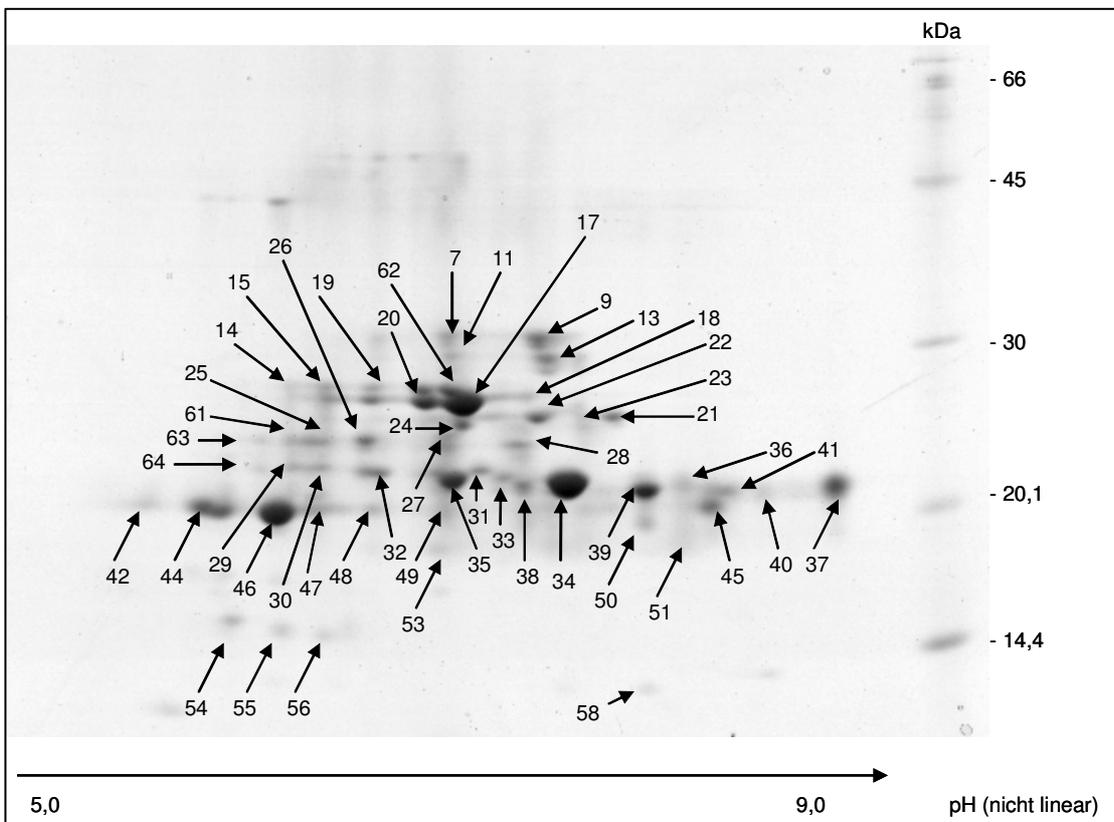


Abb.61: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 11 (4): Spot-IDs

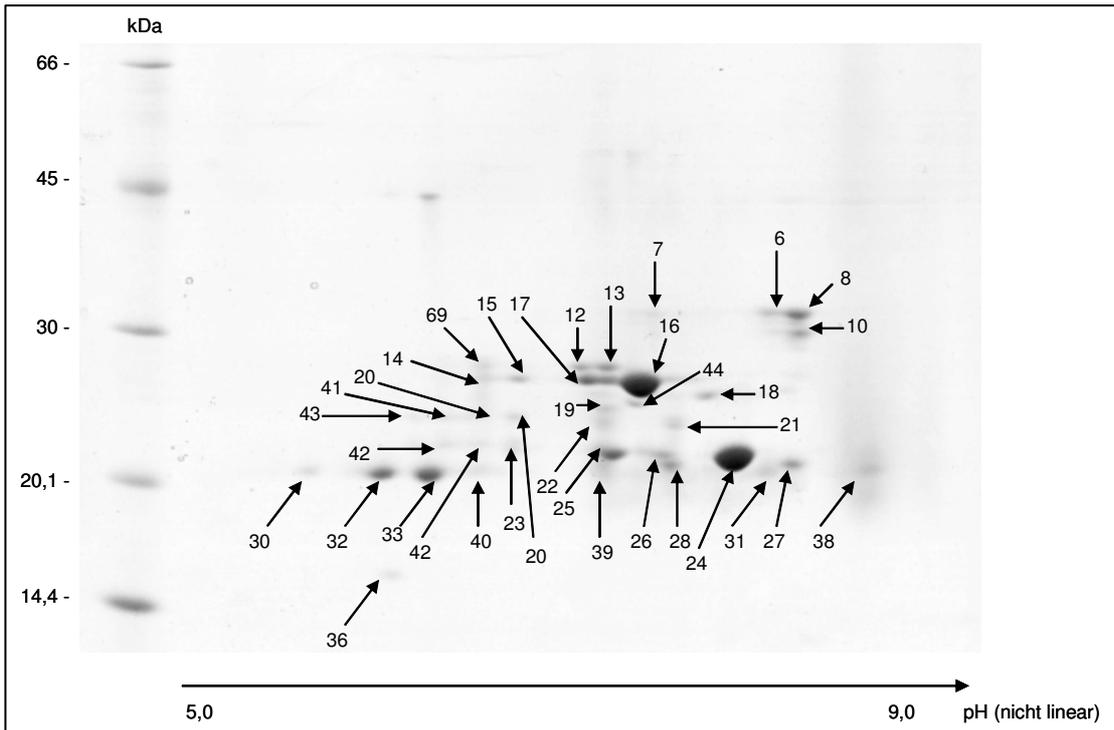


Abb.62: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 12 (1,1): Spot-IDs

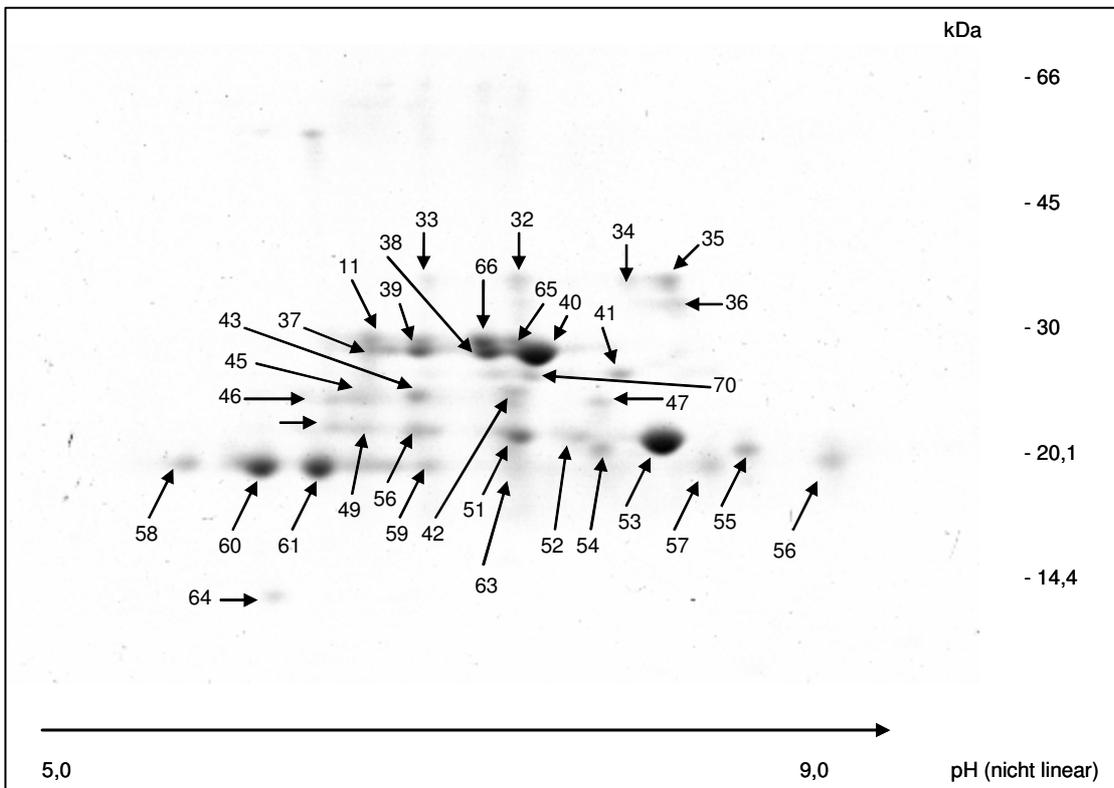


Abb.63: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 12 (3,1): Spot-IDs

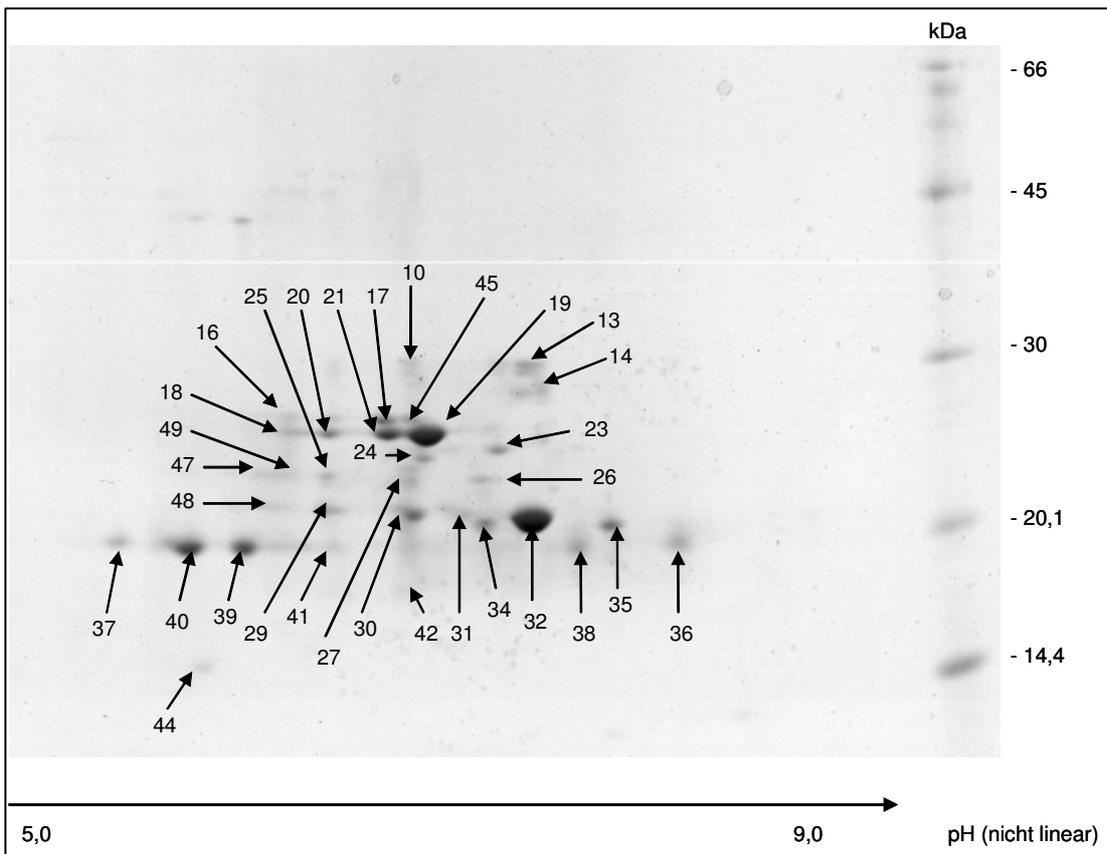


Abb.64: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 12 (4): Spot-IDs

An dieser Stelle sollten nun die Abbildungen ‚Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 18 (5) und 18 (6): Spot-ID‘ folgen. Leider sind diese aufgrund eines nicht mehr zu behebbenden Festplattenfehlers, der plötzlich bei der Auswertung der Gele entstanden war, nicht mehr vorhanden. Die Tabellen mit den Werten der Spots und die Darstellung der Korrelation der Gele konnten allerdings rechtzeitig auf ein externes Speichermedium übertragen werden und sind im Anhang zu finden.

4.3.2 Spot-IDs der wasserunlöslichen Linsenproteine des Schweins

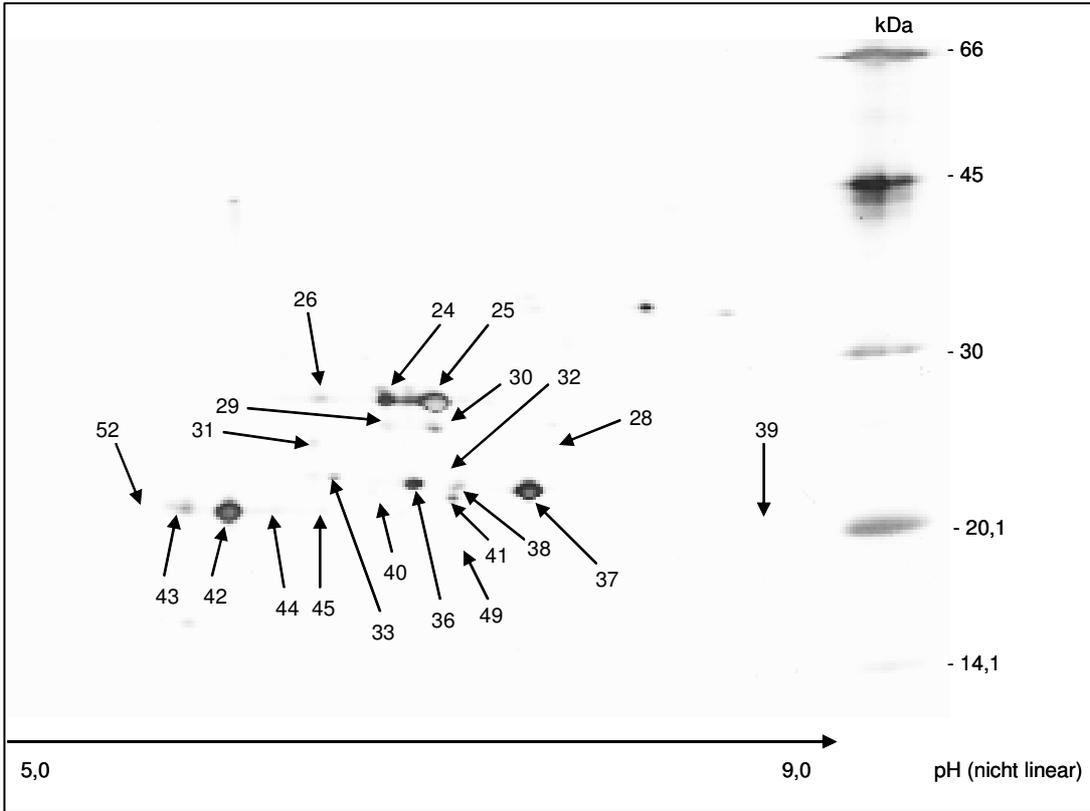


Abb.65: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 01 (2): Spot-IDs

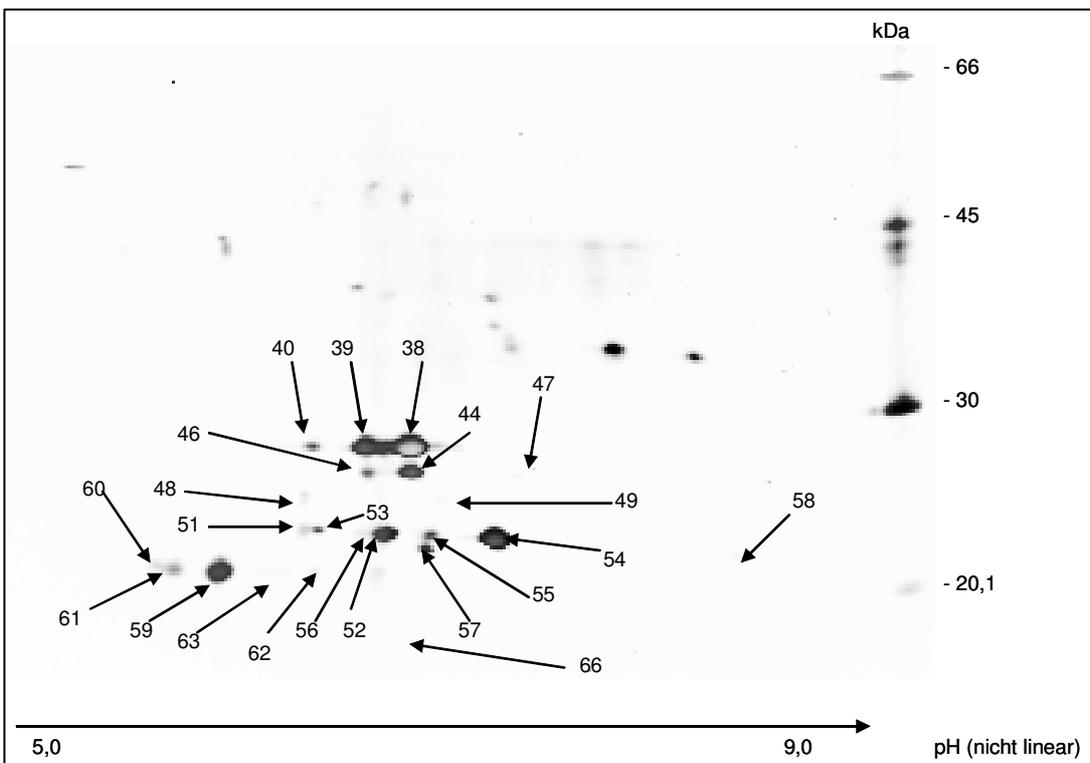


Abb.66: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 01 (3): Spot-IDs

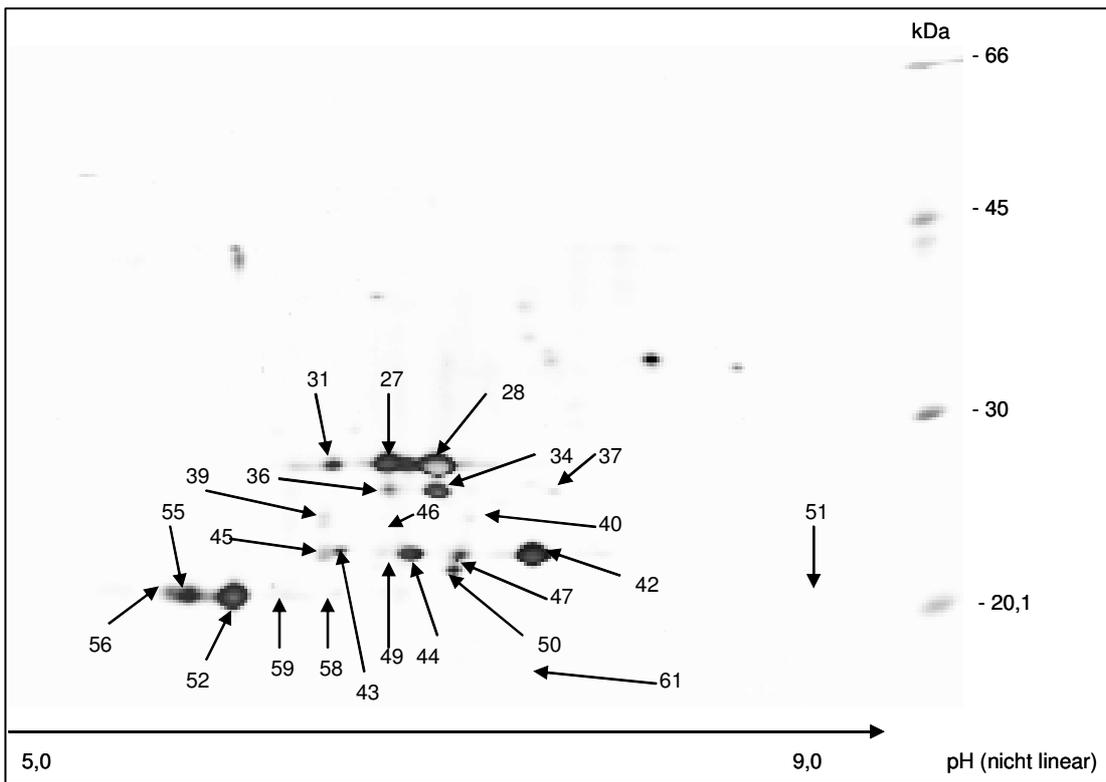


Abb.67: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 01 (4): Spot-IDs

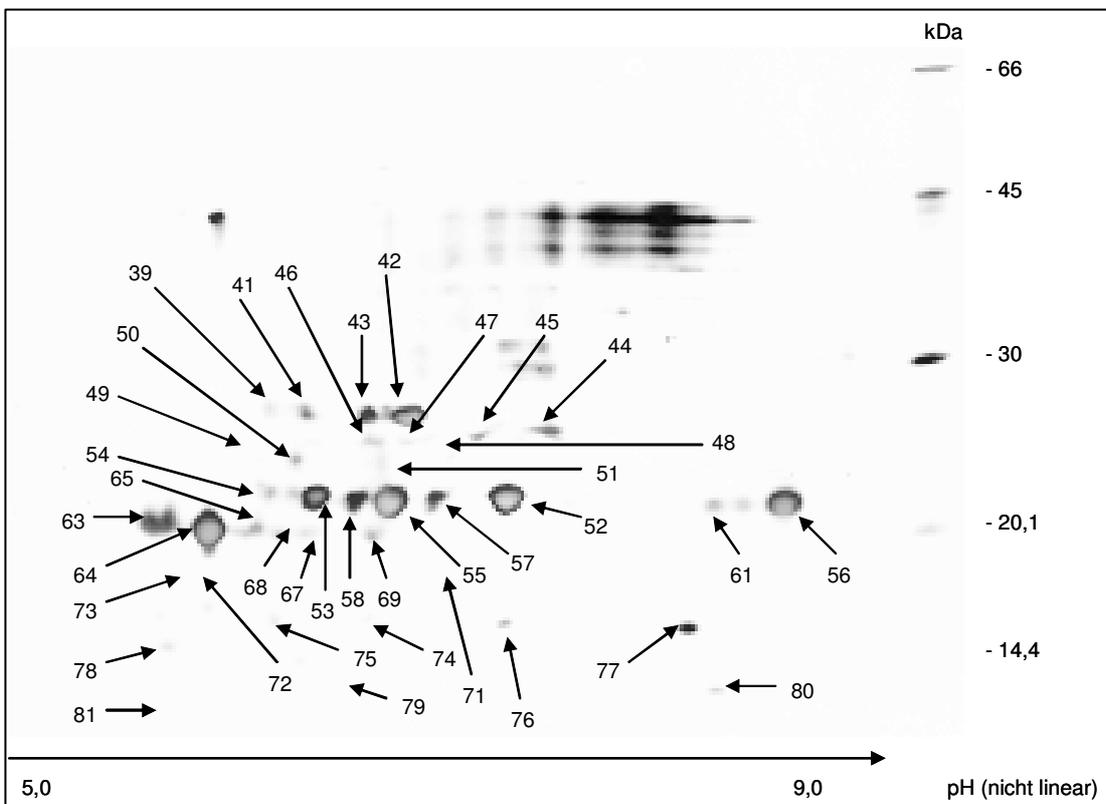


Abb.68: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 03 (1): Spot-IDs

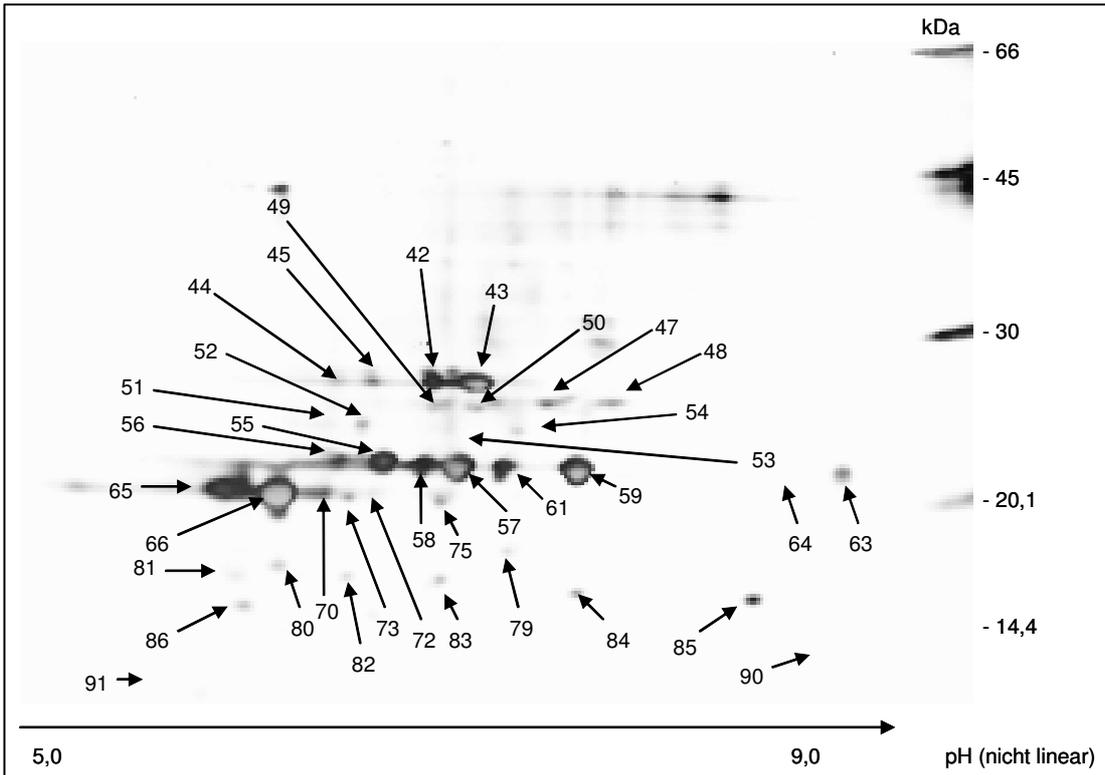


Abb.69: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 03 (2): Spot-IDs

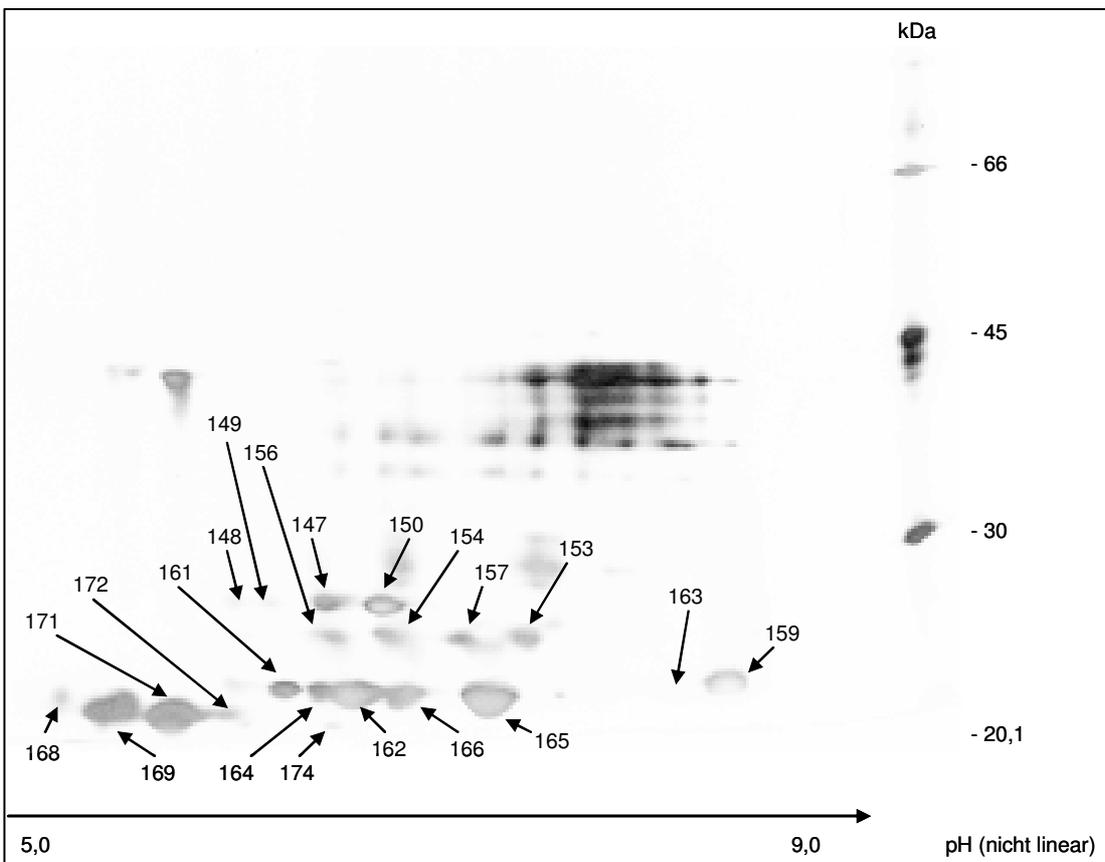


Abb.70: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 05 (1): Spot-IDs

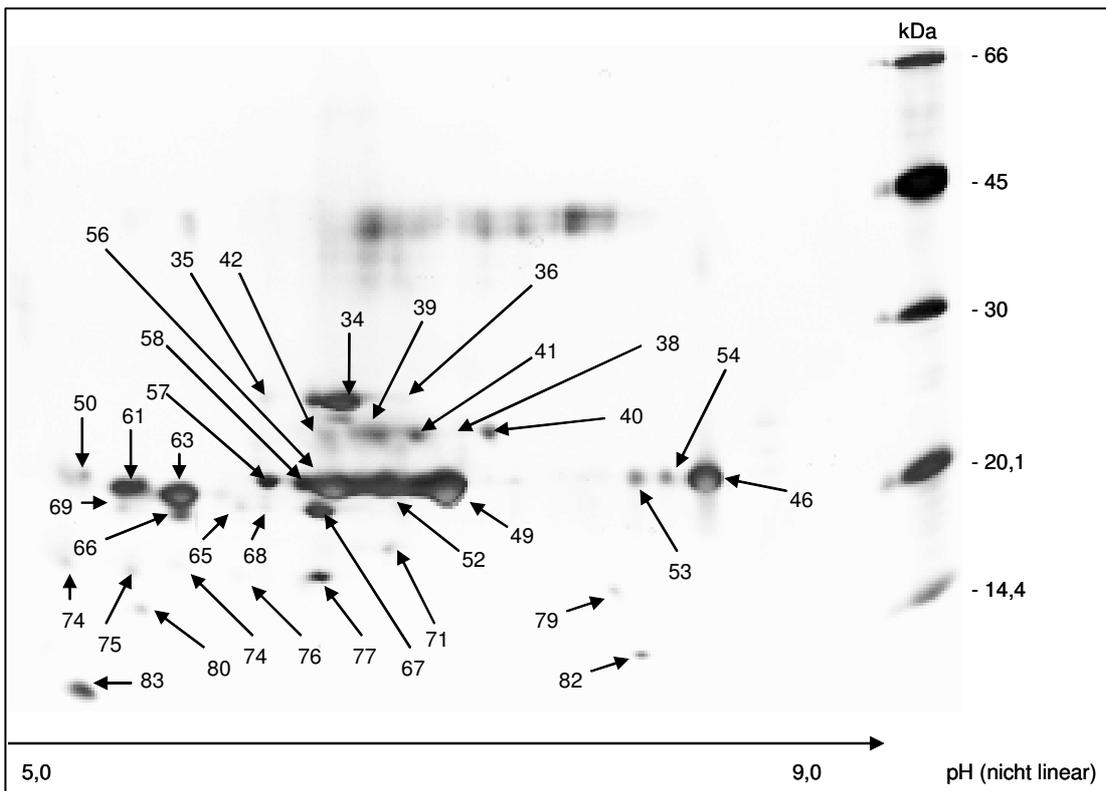


Abb.71: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 07 (7): Spot-IDs

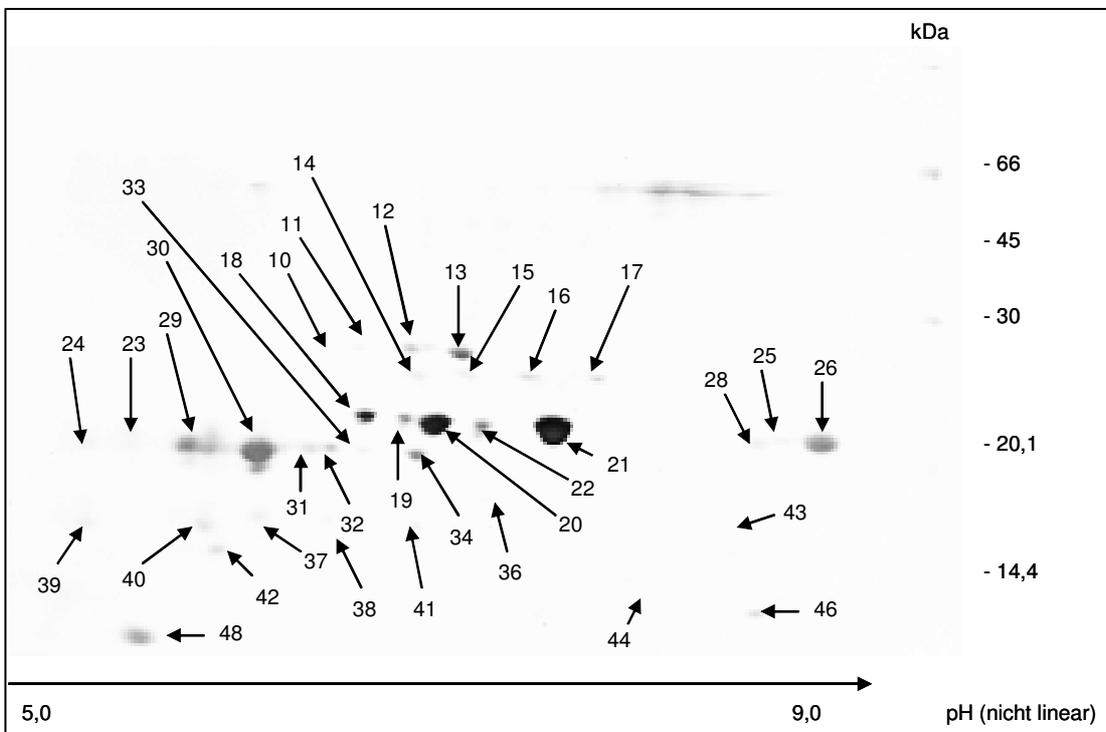


Abb.72: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 09 (3): Spot-IDs

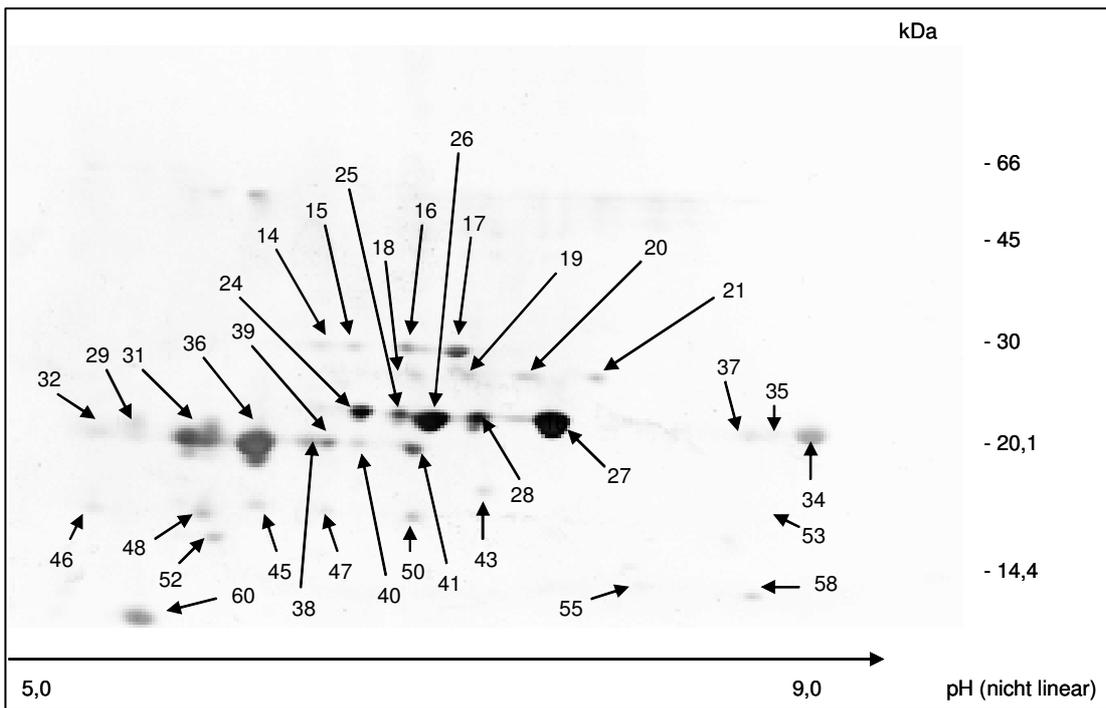


Abb.73: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 09 (4): Spot-IDs

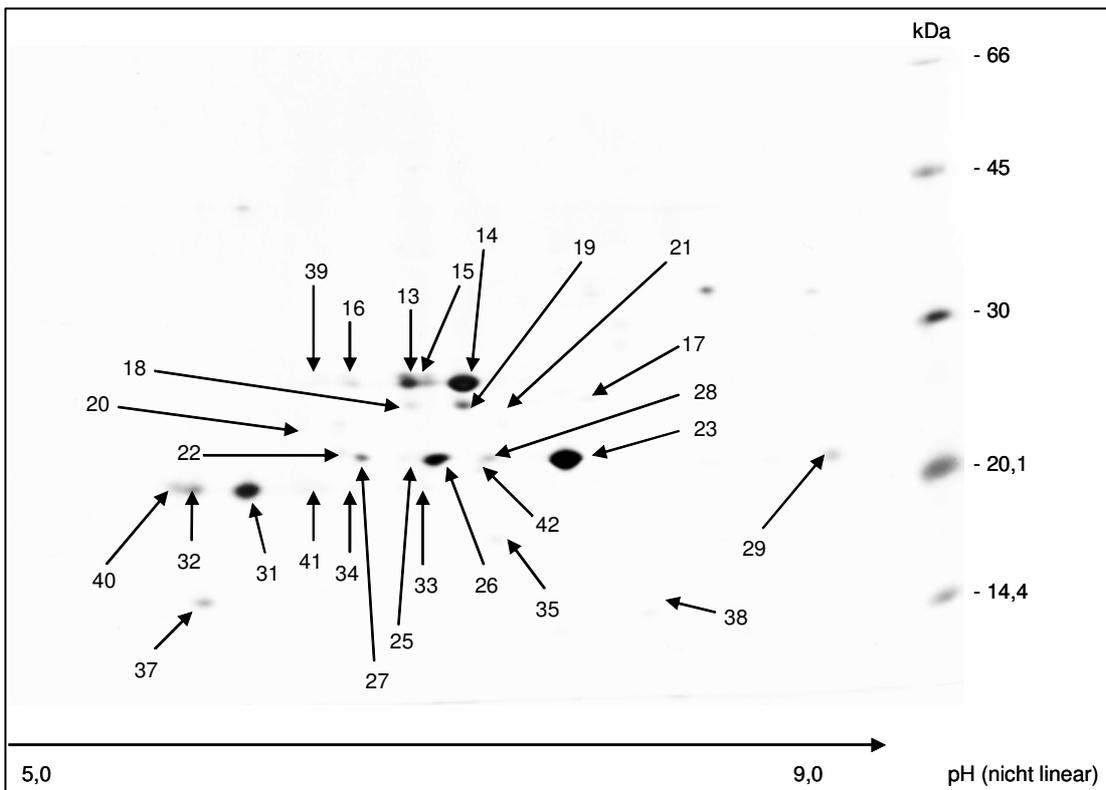


Abb.74: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 12 (3): Spot-IDs

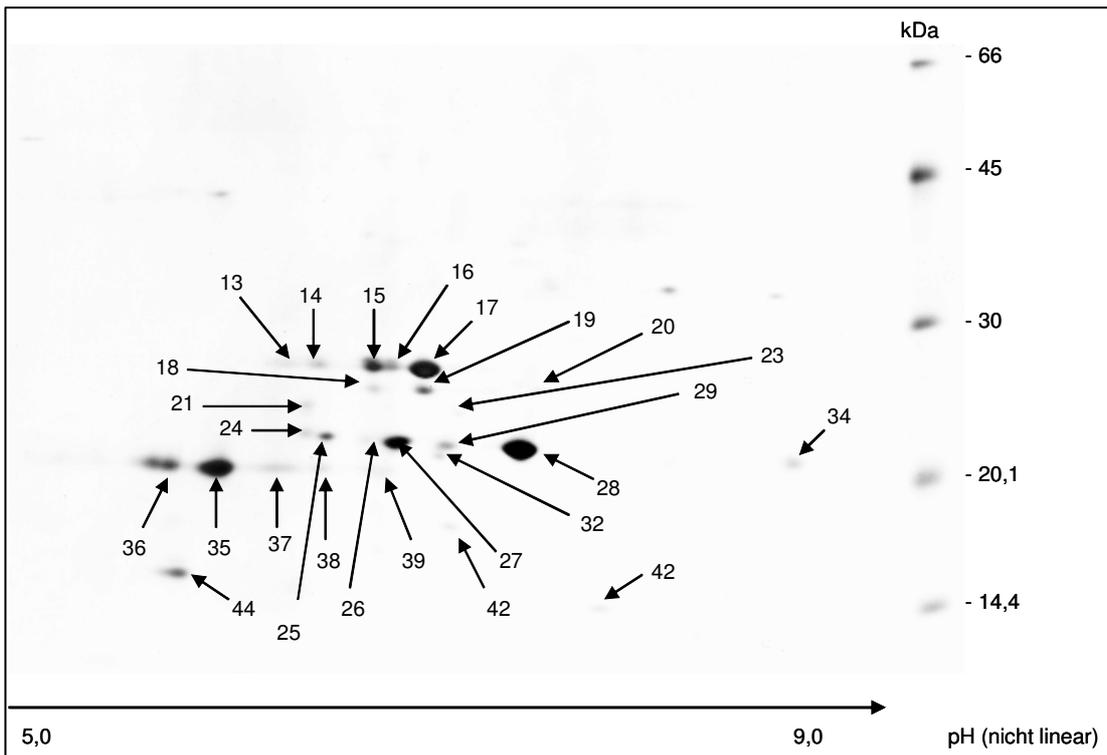


Abb.75: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 12 (4): Spot-IDs

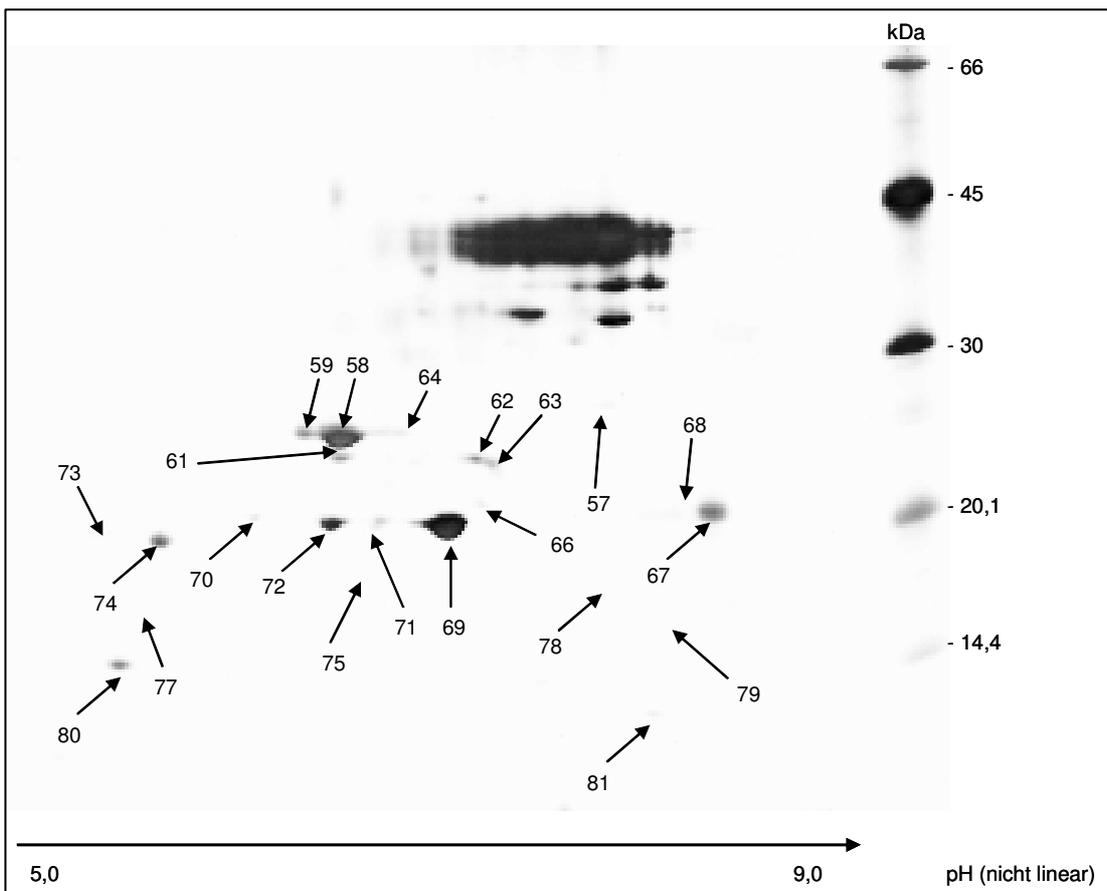


Abb. 76: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 18 (7): Spot-IDs

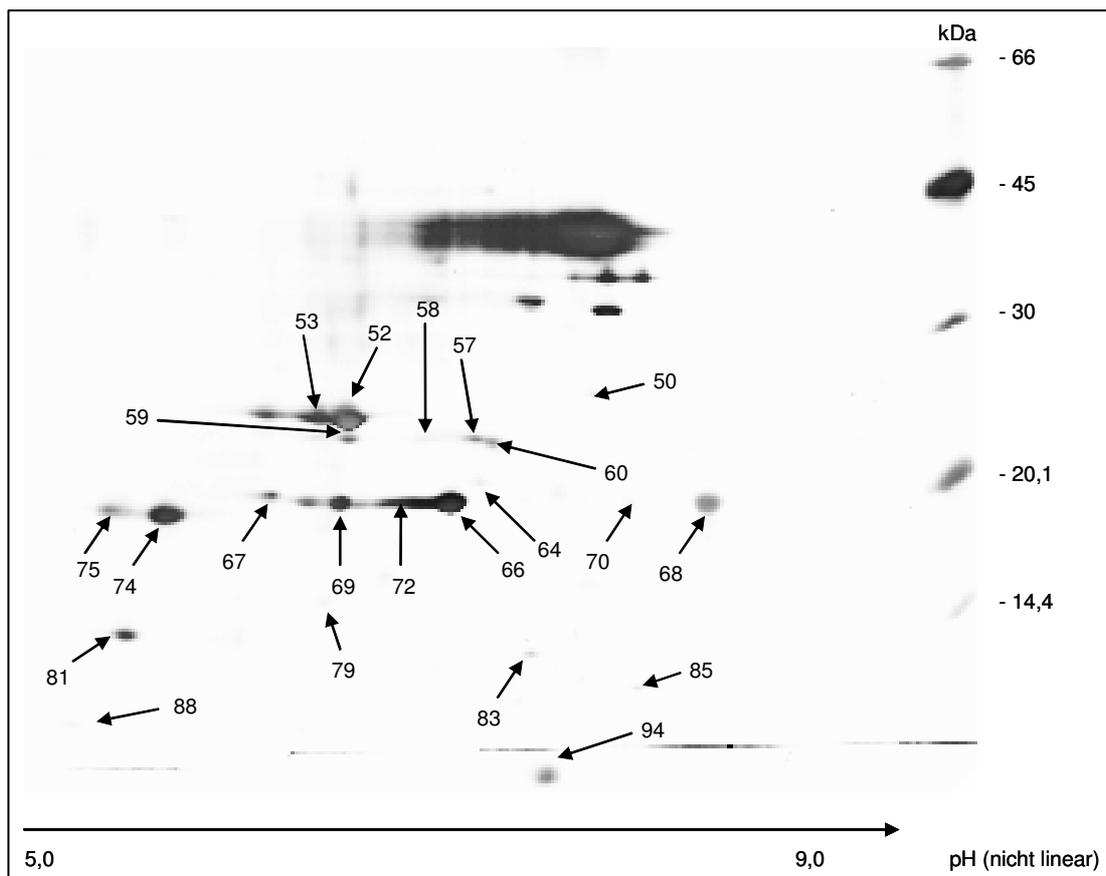


Abb.77: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 18 (8): Spot-IDs

4.4 Spot-Reports

Die durch das Computerprogramm MELANIE erstellten Spot-Reports mit den Daten der einzelnen Proteinspots auf den Gelen befinden sich im Anhang und beinhalten unter anderem Informationen über die Lage des Spots auf dem Gel (,X' und ,Y'), welche für die Software beim Vergleich von einzelnen Spots und der Erstellung der Korrelationen wichtig waren. Des Weiteren finden sich Angaben über die Fläche (,Area'), die ein bestimmter Spot auf dem Gel einnimmt, und dessen Volumen (,Vol'), welches aus der Pixeldichte und der Fläche errechnet wurde. Eine weitere Information ist, welchen prozentualen Volumenanteil (,%Vol') ein bestimmter Proteinspot in Bezug auf das Gesamtvolumen aller Spots auf dem Gel einnimmt.

4.5. Pair-Reports

Die Pair-Reports zeigen, welcher der von MELANIE detektierten Spots auf dem einen Gel zu welchem Spot auf den anderen Gelen des gleichen Schnittes gehört. Die Spot-IDs eines gleichen Spots auf zwei Gelen unterscheiden sich durch das System, mit dem MELANIE die Gele auswertet. Das heißt, gleiche Spots haben nur zufällig gleiche Spot-IDs.

Da das Programm nur eine grenzwertige Sensibilität besitzt, konnten einige Spots, die technikbedingt durch das Einscannen der Gele nur sehr schwach in den Computerdateien wiedergegeben werden, durch das Programm nicht erfasst und ausgewertet werden. Diese technikbedingt fehlenden Spots werden in den Pair-Reports durch ein Sternchen (*) gekennzeichnet.

4.5.1 Pair-Reports der wasserlöslichen Linsenproteine des Schweins

Schnitt 01 (3)	Schnitt 01 (5)
29	71
30	73
31	97
32	95
33	90
34	94
36	101
37	196
38	122
39	112
40	108
42	110
43	124
44	116
45	117
46	126
47	123
48	119
49	121
52	129
54	130
55	148
56	195
57	197
58	102
59	128
60	120
61	111
62	193
63	194

Tab. 1: Pair-Report der wasserlöslichen Linsenproteine des Schweins, Schnitt 01

Schnitt 05 (1)	Schnitt 05 (3)	Schnitt 05 (4)
142	10	79
143	12	80
145	16	83
148	17	84
149	18	85
150	19	86
157	21	87
153	25	89
159	28	90
163	31	91
161	34	92
164	35	93
166	38	94
173	36	95
168	41	96
167	40	98
174	42	99
177	44	101
178	46	103
181	*	106
175	47	109
180	43	118
152	23	119
140	8	*
141	9	*
147	15	*
158	24	*
185	52	*

Tab. 2: Pair-Report der wasserlöslichen Linsenproteine des Schweins, Schnitt 05

Schnitt 06 (1)	Schnitt 06 (2)	Schnitt 06 (3)	Schnitt 06 (4)
15	5	36	6
17	7	37	7
19	8	38	10
21	13	*	14
23	14	42	15
22	15	41	16
28	18	45	17
25	16	43	18
26	17	44	19
30	21	47	20
34	*	*	21
32	*	*	22
33	22	*	23
31	20	48	24
35	23	49	25
39	25	*	27
36	26	50	28
40	27	51	29
41	28	54	30
46	29	55	31
45	30	53	32
43	31	56	33
44	34	57	34
55	33	61	36
47	36	58	38
51	37	59	39
53	38	60	40
54	40	63	41
56	*	*	43
59	*	*	48
27	19	66	49
12	4	*	*
38	24	*	*

Tab. 3: Pair-Report der wasserlöslichen Linsenproteine des Schweins, Schnitt 06

Schnitt 07 (1)	Schnitt 07 (2)	Schnitt 07 (4)
15	2	5
16	3	6
20	4	7
21	5	8
25	6	10
26	7	11
27	8	12
29	9	13
30	10	14
31	11	15
33	13	16
34	14	17
35	12	18
32	*	19
44	19	20
41	16	21
39	21	22
45	20	23
51	24	24
50	23	25
52	25	26
54	26	27
53	27	28
57	28	29
68	31	30
55	32	32
66	35	33
67	37	34
59	30	35
61	33	36
69	38	37
65	36	38
64	*	40
70	39	41
43	17	*
42	18	*
49	22	*
56	34	*

Tab. 4: Pair-Report der wasserlöslichen Linsenproteine des Schweins, Schnitt 07

Schnitt 08 (1)	Schnitt 08 (2)	Schnitt 08 (4)
9	4	6
10	5	7
11	6	9
14	9	10
15	8	11
18	11	12
17	10	13
19	12	14
21	13	15
22	14	16
24	15	17
27	17	18
26	16	19
28	18	20
55	40	21
33	20	22
32	21	23
34	22	24
36	23	25
38	25	26
35	27	28
46	29	29
44	41	30
41	26	31
47	30	32
43	28	33
49	*	34
50	33	36
51	34	38
37	24	41
20	37	42
29	38	43
8	3	44
13	7	45
16	39	46
31	19	47
52	42	48
48	32	*

Tab. 5: Pair-Report der wasserlöslichen Linsenproteine des Schweins, Schnitt 08

Schnitt 09 (1)	Schnitt 09 (2)	Schnitt 09 (3)
11	3	5
16	4	7
14	*	8
21	6	10
20	7	11
22	9	12
23	8	13
24	10	14
53	37	15
27	34	17
29	11	18
28	12	19
35	36	20
37	13	21
38	14	22
39	15	23
34	19	24
36	23	25
42	18	26
41	16	27
46	25	29
44	20	31
43	33	32
47	24	34
50	*	39
49	28	41
45	17	43
18	5	44
48	30	*
30	35	*

Tab. 6: Pair-Report der wasserlöslichen Linsenproteine des Schweins, Schnitt 09

Schnitt 10 (1)	Schnitt 10 (3)	Schnitt 10 (4,1)
17	14	10
18	15	11
24	18	19
25	19	20
29	23	22
27	22	23
30	26	25
33	28	27
35	29	28
32	30	29
42	31	31
44	35	34
47	41	40
45	40	41
54	43	42
57	60	43
55	45	45
63	58	51
64	*	53
37	33	*
38	36	*
40	37	*
51	44	*
52	52	*
23	59	*

Tab. 7: Pair-Report der wasserlöslichen Linsenproteine des Schweins, Schnitt 10

Schnitt 11 (3,1)	Schnitt 11 (4)
9	7
10	9
13	11
14	13
15	14
16	15
17	19
18	20
19	17
20	18
21	22
22	21
23	23
24	24
25	26
26	63
27	25
28	61
29	27
30	28
31	29
32	30
33	32
34	31
35	34
36	35
37	36
38	37
39	33
40	40
41	39
42	38
43	45
44	47
45	42
46	44
47	46
48	48
49	49
51	50
52	51
53	53
55	54
56	55
57	56
59	58
60	41
61	62
63	64

Tab. 8: Pair-Report der wasserlöslichen Linsenproteine des Schweins, Schnitt 11

Schnitt 12 (1,1)	Schnitt 12 (3,1)	Schnitt 12 (4)
7	32	10
8	35	13
10	36	14
12	66	17
16	40	19
15	39	20
17	38	21
18	41	23
44	70	24
20	43	25
21	47	26
22	42	27
23	50	29
25	51	30
24	53	32
28	54	34
27	55	35
30	58	37
31	57	38
33	61	39
32	60	40
36	64	44
13	65	45
43	46	47
42	49	48
41	45	49
14	37	18
26	52	31
38	56	36
40	59	*
11	69	*

Tab. 9: Pair-Report der wasserlöslichen Linsenproteine des Schweins, Schnitt 12

Schnitt 18 (5) Eq	Schnitt 18 (6) Eq
37	38
31	29
39	39
40	*
13	10
14	11
16	12
17	15
18	16
19	18
22	19
23	20
24	21
26	22
45	24
28	26
30	28
32	32
35	34
36	37
41	42
42	43

Tab. 10: Pair-Report der wasserlöslichen Linsenproteine des Schweins, Schnitt 18

4.5.2 Pair-Reports der wasserunlöslichen Linsenproteine des Schweins

Schnitt 01 (2)	Schnitt 01 (4)	Schnitt 01 (3)
25	28	38
24	27	39
26	31	40
30	34	44
29	36	46
28	37	47
31	39	48
32	40	49
33	45	51
36	44	52
34	43	53
37	42	54
38	47	55
40	49	56
41	50	57
39	51	58
42	52	59
52	56	60
43	55	61
45	58	62
44	59	63
49	61	66
35	46	*

Tab. 11: Pair-Report der wasserunlöslichen Linsenproteine des Schweins, Schnitt 01

Schnitt 03 (1)	Schnitt 03 (2)
39	44
41	45
42	43
43	42
44	48
45	47
46	49
47	50
48	54
49	51
50	52
51	53
52	59
53	55
54	56
55	57
56	63
57	61
58	58
61	64
63	65
64	66
65	70
67	72
68	73
69	75
71	79
72	80
73	81
74	83
75	82
76	84
77	85
78	86
79	87
80	90
81	91

Tab. 12: Pair-Report der wasserunlöslichen Linsenproteine des Schweins, Schnitt 03

Schnitt 09 (3)	Schnitt 09 (4)
10	14
11	15
12	16
13	17
14	18
15	19
16	20
17	21
18	24
19	25
20	26
21	27
22	28
23	29
24	32
25	35
26	34
28	37
29	31
30	36
31	38
32	39
33	40
34	41
36	43
37	45
38	47
39	46
40	48
41	50
42	52
43	53
44	55
46	58
48	60

Tab. 13: Pair-Report der wasserunlöslichen Linsenproteine des Schweins, Schnitt 09

Schnitt 12 (3)	Schnitt 12 (4)
13	15
14	17
15	16
16	14
17	20
18	18
19	19
20	21
21	23
22	24
23	28
25	26
26	27
27	25
28	29
29	34
31	35
32	36
33	39
34	38
35	42
37	44
38	47
39	13
40	33
41	37
42	32

Tab. 14: Pair-Report der wasserunlöslichen Linsenproteine des Schweins, Schnitt 12

Schnitt 18 (7)	Schnitt 18 (8)
57	50
58	52
59	53
61	59
62	57
63	60
64	58
66	64
67	68
68	70
69	66
70	67
71	72
72	69
73	75
74	74
75	79
77	81
78	83
79	85
80	88
81	94

Tab. 15: Pair-Report der wasserunlöslichen Linsenproteine des Schweins, Schnitt 18

4.6 Korrelationen

Um nachzuprüfen, ob das angewendete Verfahren zur Herstellung der Gele sowie die Auswertung mittels der softwaregesteuerten Bildanalyse eine Reproduzierbarkeit besitzt, wurden pro untersuchtem Schnitt bis zu sieben Gele hergestellt und ausgewertet. Die unten folgenden Grafiken zeigen, inwieweit die durch das Computerprogramm MELANIE detektierten Proteinspots in den verschiedenen Gelen miteinander korrelieren. Um die Korrelationen bestimmen zu können, wurde jeweils ein Gel als Referenzgel bestimmt. In der Regel war dies das Gel, auf dem die meisten Spots detektiert wurden. Dieses Referenzgel ist in den Grafiken links senkrecht stehend dargestellt.

In einigen Grafiken fehlen einzelne Gele, was daran liegt, dass diese aufgrund von schon vor der Digitalisierung auftretenden Mängeln (z.B. nicht ausreichend aufgetrennte Proteine bei der Isoelektrofokussierung, gerissene Gele etc.) nicht weiter ausgewertet werden konnten und somit nicht berücksichtigt wurden.

Die Punkte in den Diagrammen bezeichnen die von der Software detektierten Proteinspots. Die Bezeichnung ‚Count‘ gibt an, wie viele Paare das Programm auf den jeweils dargestellten Gelen gefunden hat (min. 22, max. 49). Im Idealfall wäre die Korrelation 1 und die eingezeichnete Linie liefere als Winkelhalbierende durch das Diagramm. Mit Korrelationen von im Mittel 0,803 ist dieser Idealfall einigermaßen gut erreicht.

4.6.1 Korrelationen der wasserlöslichen Linsenproteine des Schweins

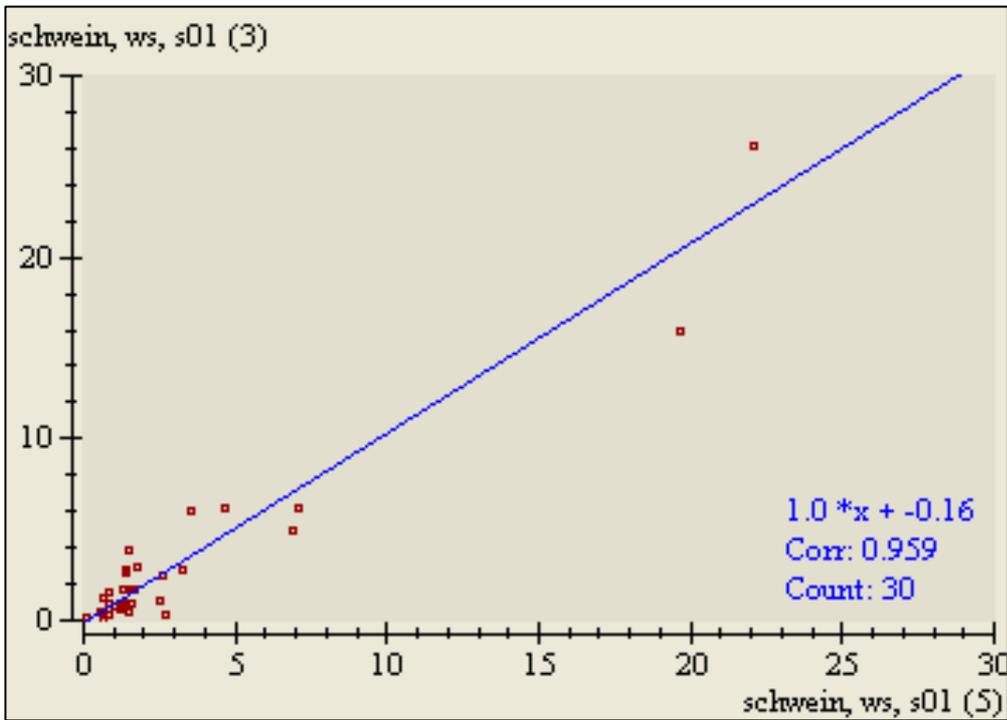


Abb.78: Wasserlösliche Linsenproteine vom Schwein – Schnitt 01: Korrelationen zwischen den verschiedenen Gelen desselben Schnittes

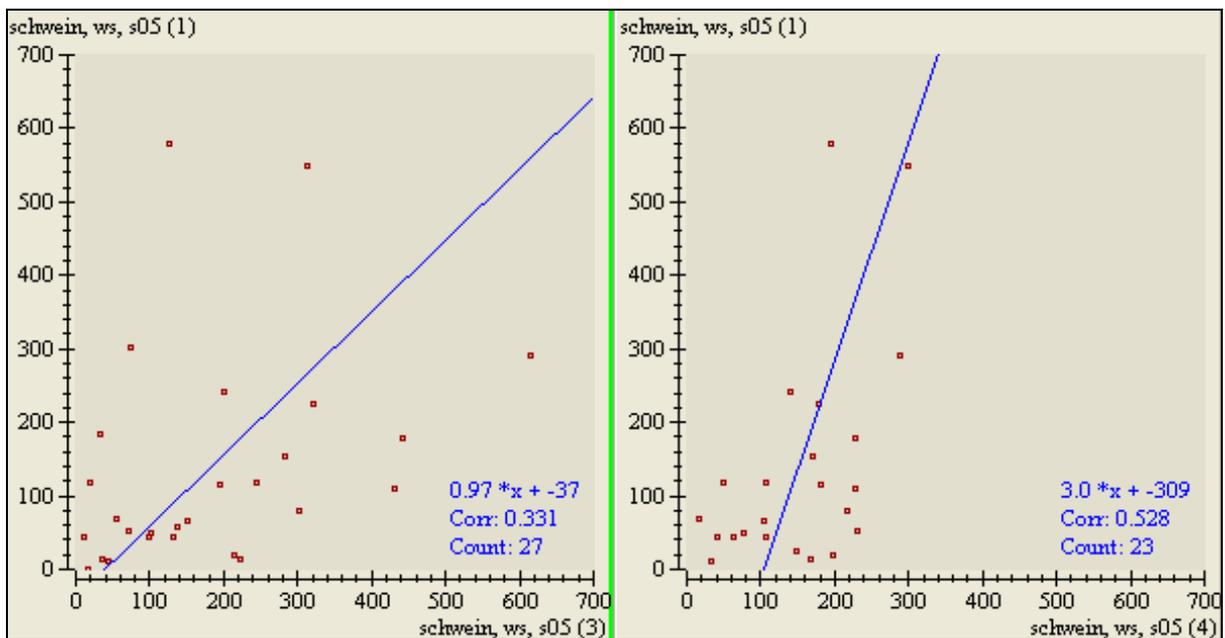


Abb.79: Wasserlösliche Linsenproteine vom Schwein – Schnitt 05: Korrelationen zwischen den verschiedenen Gelen desselben Schnittes

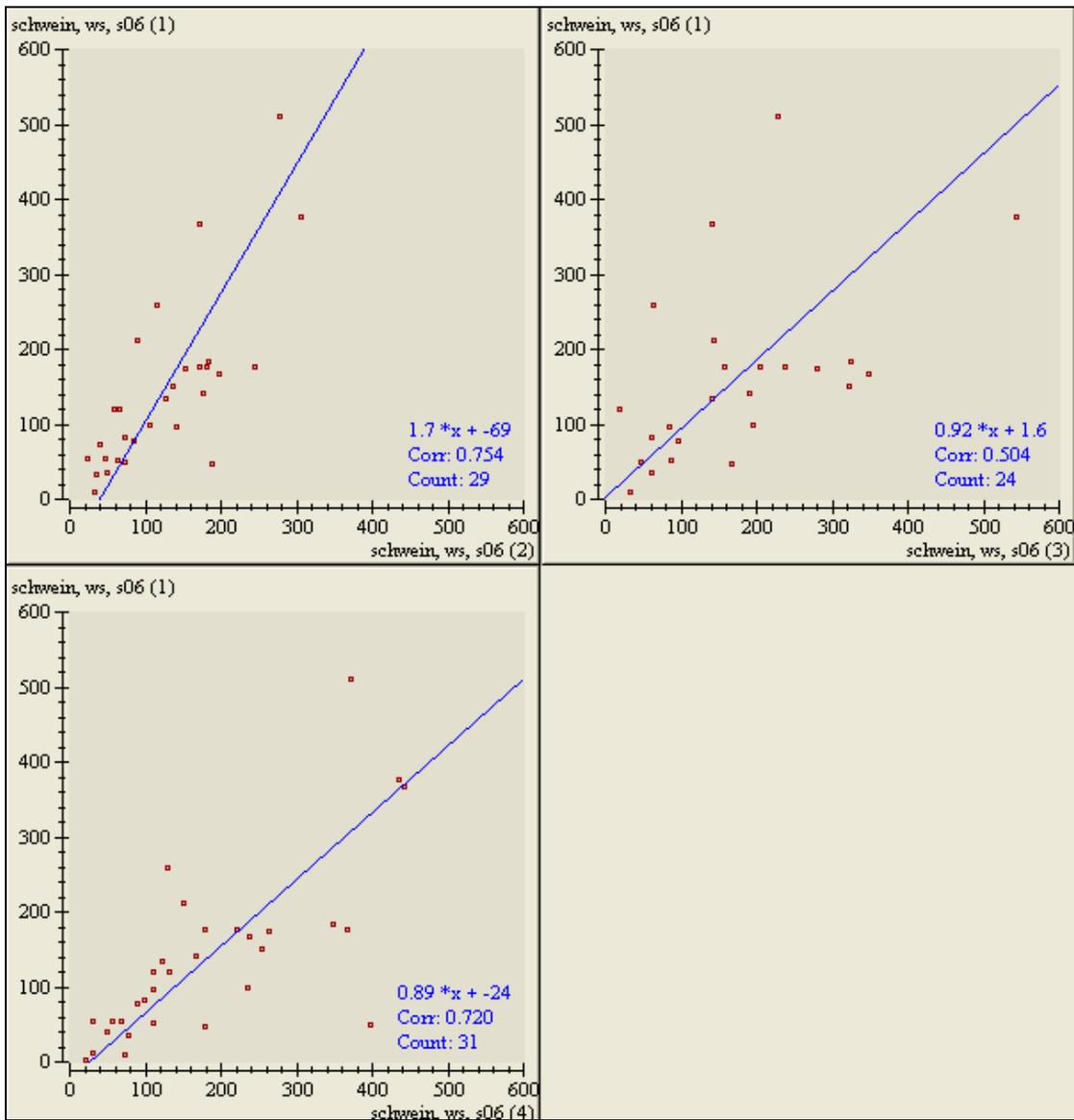


Abb.80: Wasserlösliche Linsenproteine vom Schwein – Schnitt 06: Korrelationen zwischen den verschiedenen Gelen desselben Schnittes

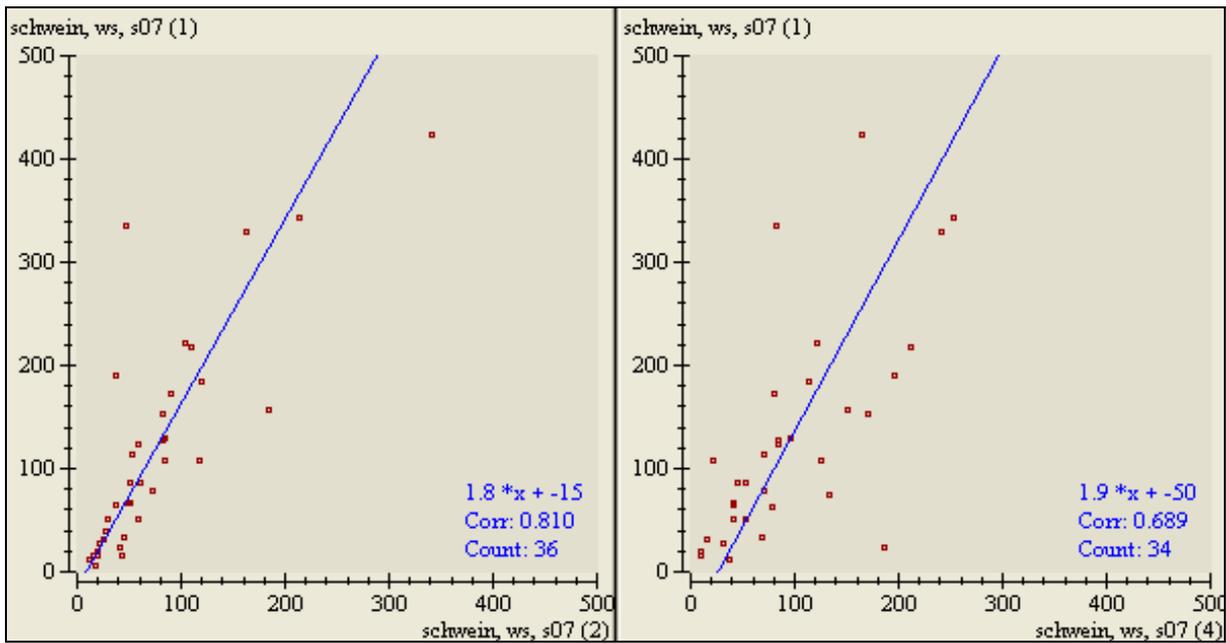


Abb.81: Wasserlösliche Linsenproteine vom Schwein – Schnitt 07: Korrelationen zwischen den verschiedenen Gelen desselben Schnittes

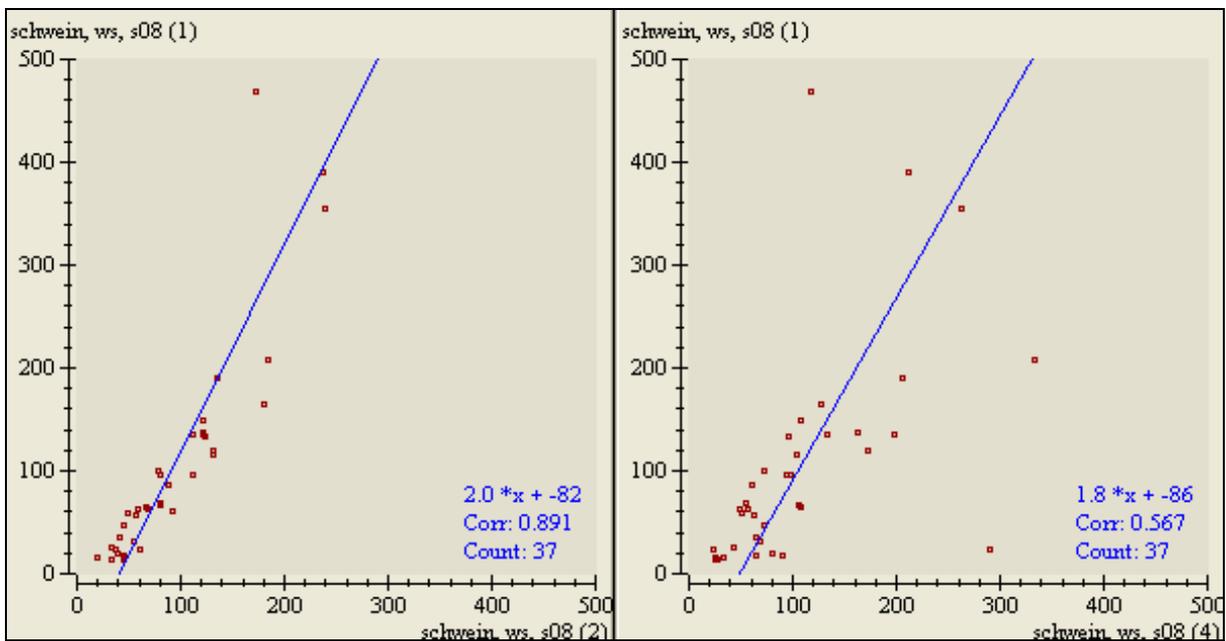


Abb.82: Wasserlösliche Linsenproteine vom Schwein – Schnitt 08: Korrelationen zwischen den verschiedenen Gelen desselben Schnittes

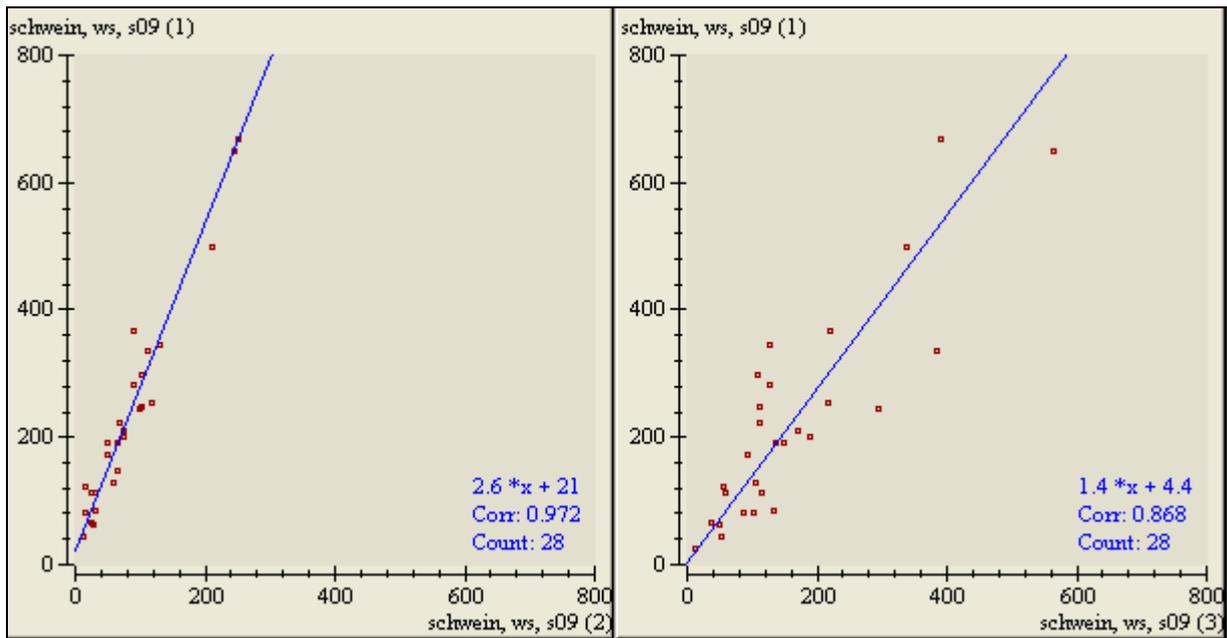


Abb. 83: Wasserlösliche Linsenproteine vom Schwein – Schnitt 09: Korrelationen zwischen den verschiedenen Gelen desselben Schnittes

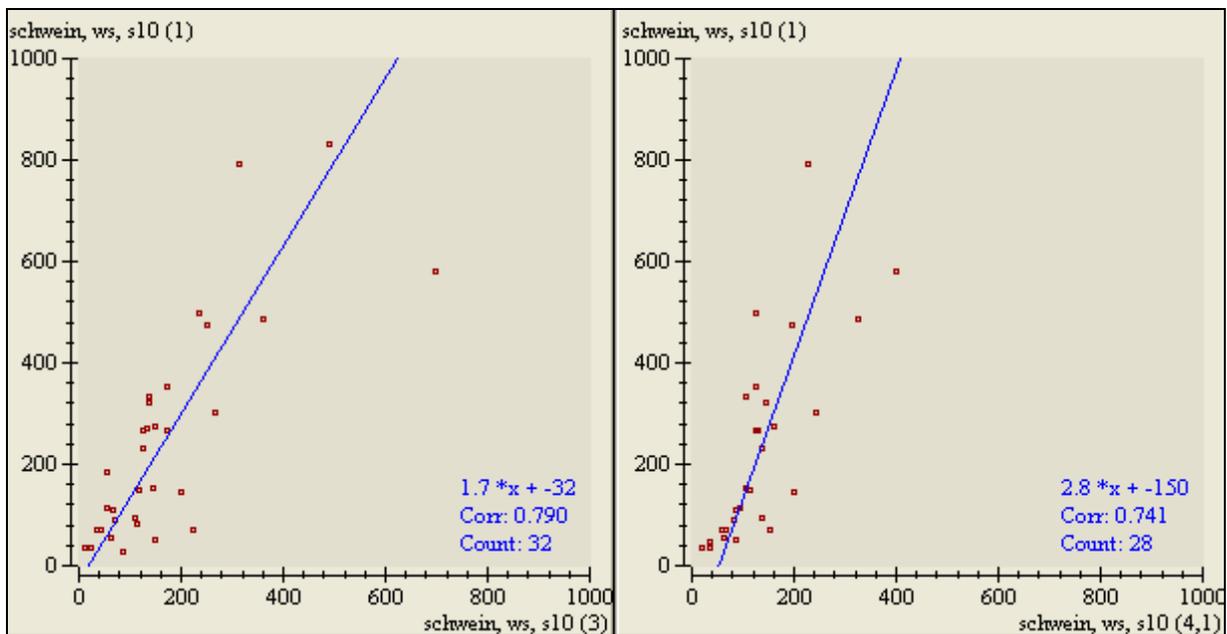


Abb. 84: Wasserlösliche Linsenproteine vom Schwein – Schnitt 10: Korrelationen zwischen den verschiedenen Gelen desselben Schnittes

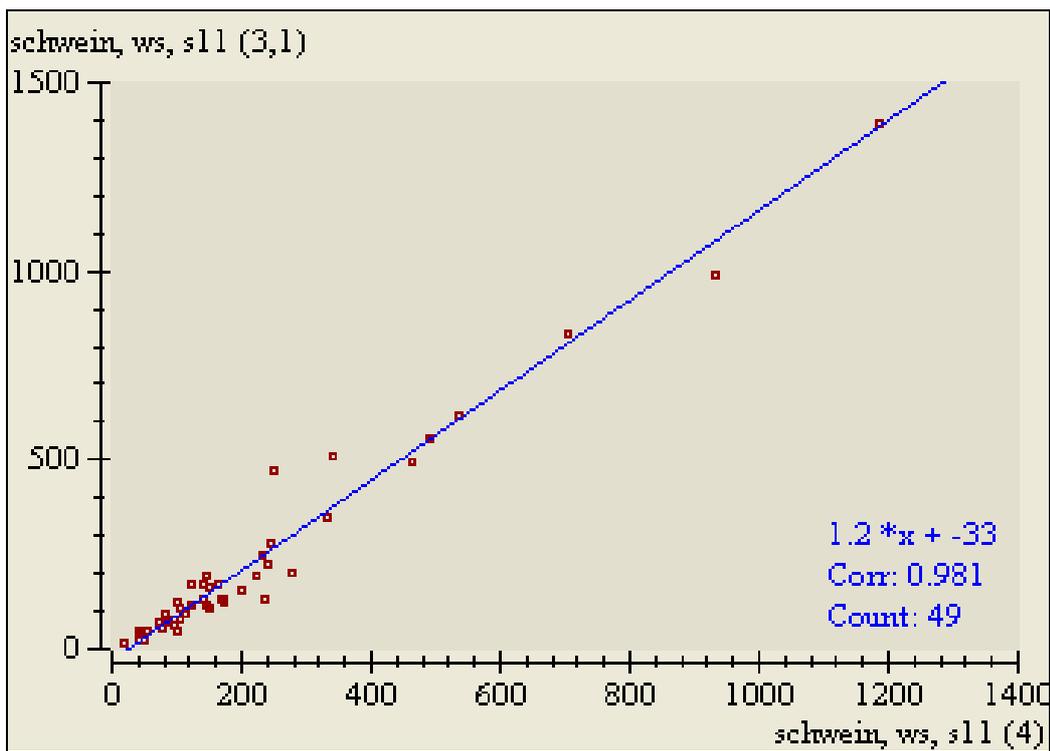


Abb. 85: Wasserlösliche Linsenproteine vom Schwein – Schnitt 11: Korrelationen zwischen den verschiedenen Gelen desselben Schnittes

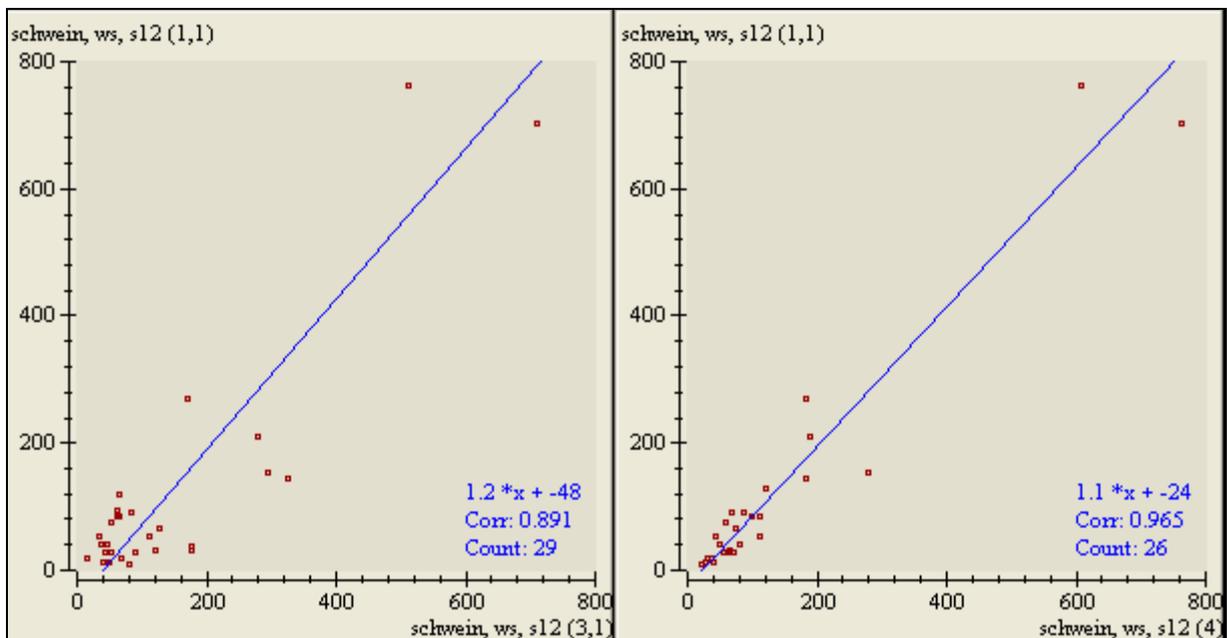


Abb. 86: Wasserlösliche Linsenproteine vom Schwein – Schnitt 12: Korrelationen zwischen den verschiedenen Gelen desselben Schnittes

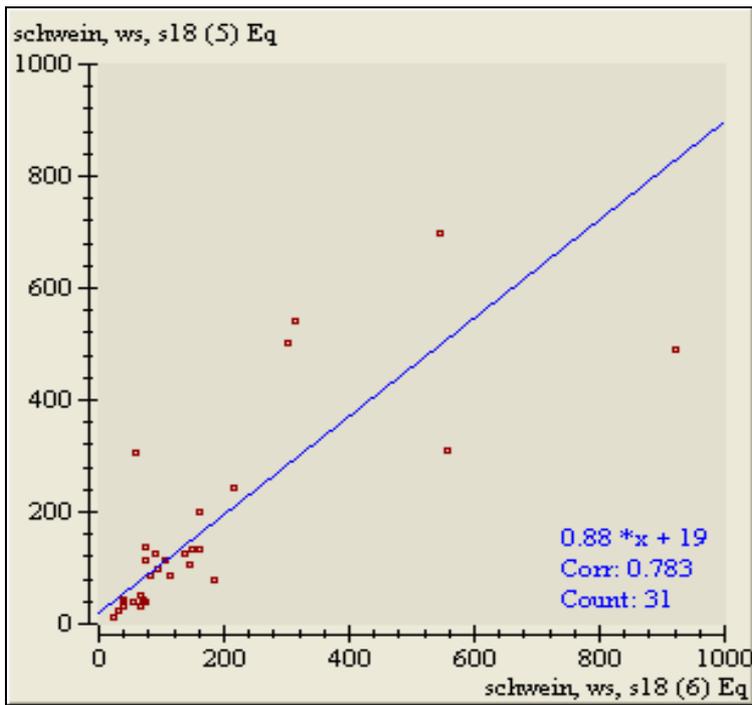


Abb. 87: Wasserlösliche Linsenproteine vom Schwein – Schnitt 18: Korrelationen zwischen den verschiedenen Gelen desselben Schnittes

4.6.2 Korrelationen der wasserunlöslichen Linsenproteine des Schweins

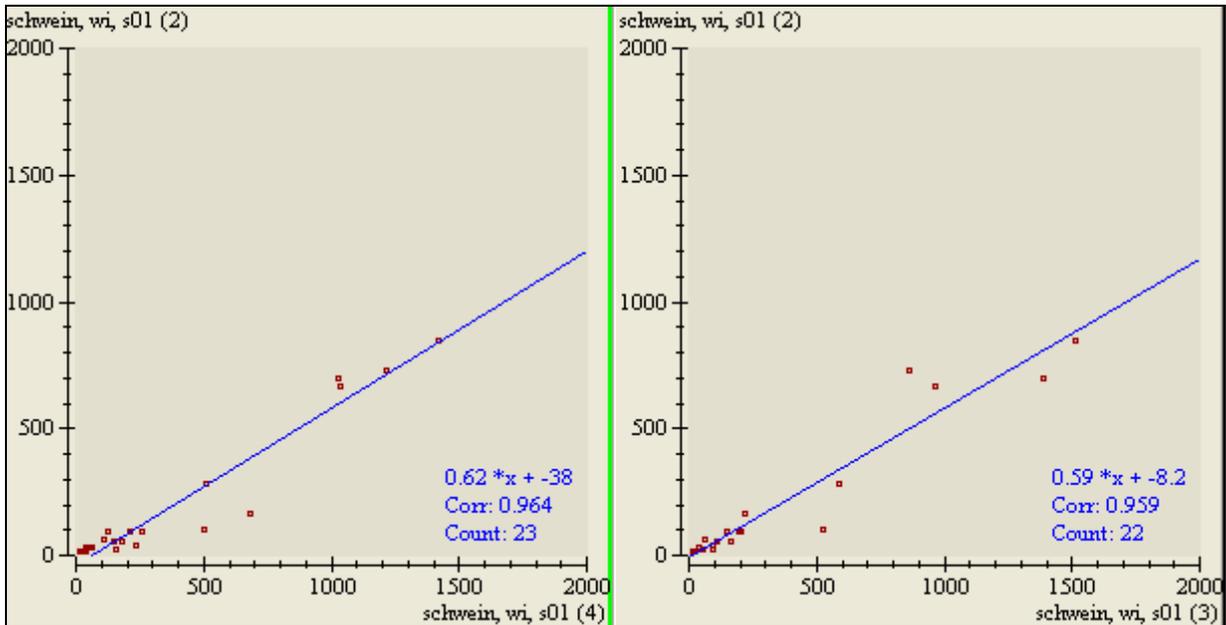


Abb. 88: Wasserunlösliche Linsenproteine vom Schwein – Schnitt 01: Korrelationen zwischen den verschiedenen Gelen desselben Schnittes

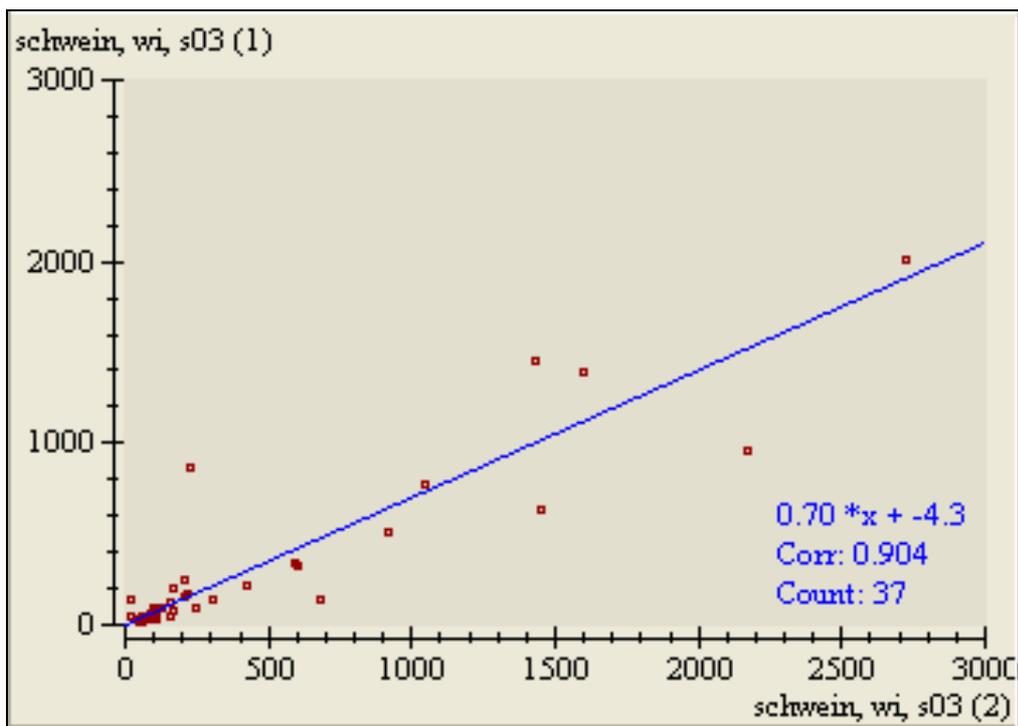


Abb. 89: Wasserunlösliche Linsenproteine vom Schwein – Schnitt 03: Korrelationen zwischen den verschiedenen Gelen desselben Schnittes

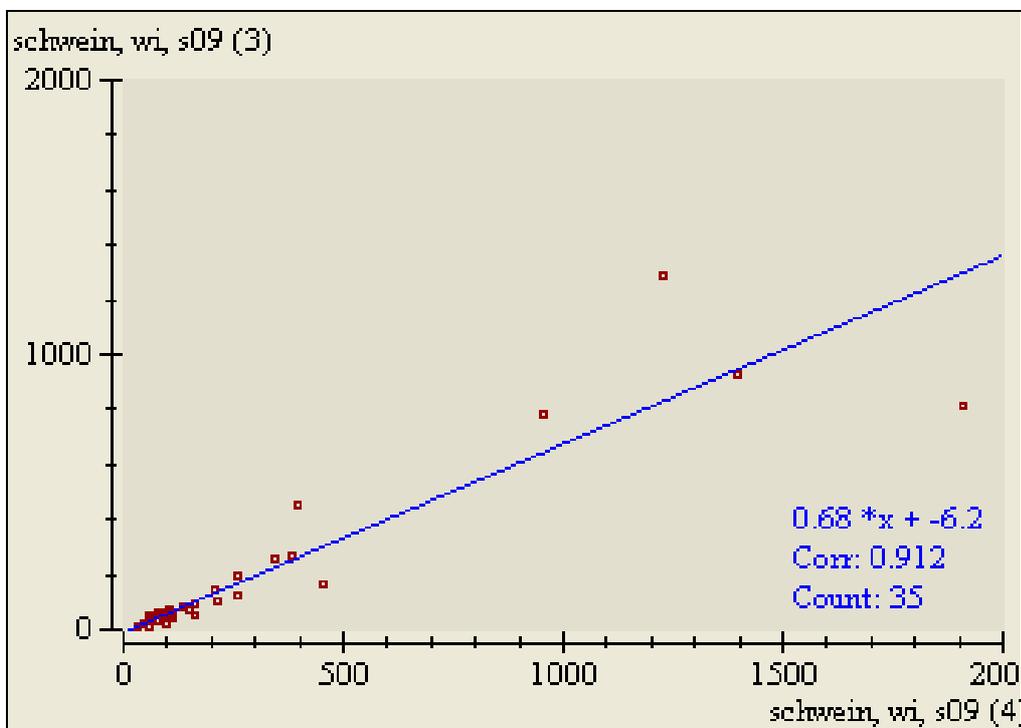


Abb.90: Wasserunlösliche Linsenproteine vom Schwein – Schnitt 09: Korrelationen zwischen den verschiedenen Gelen desselben Schnittes

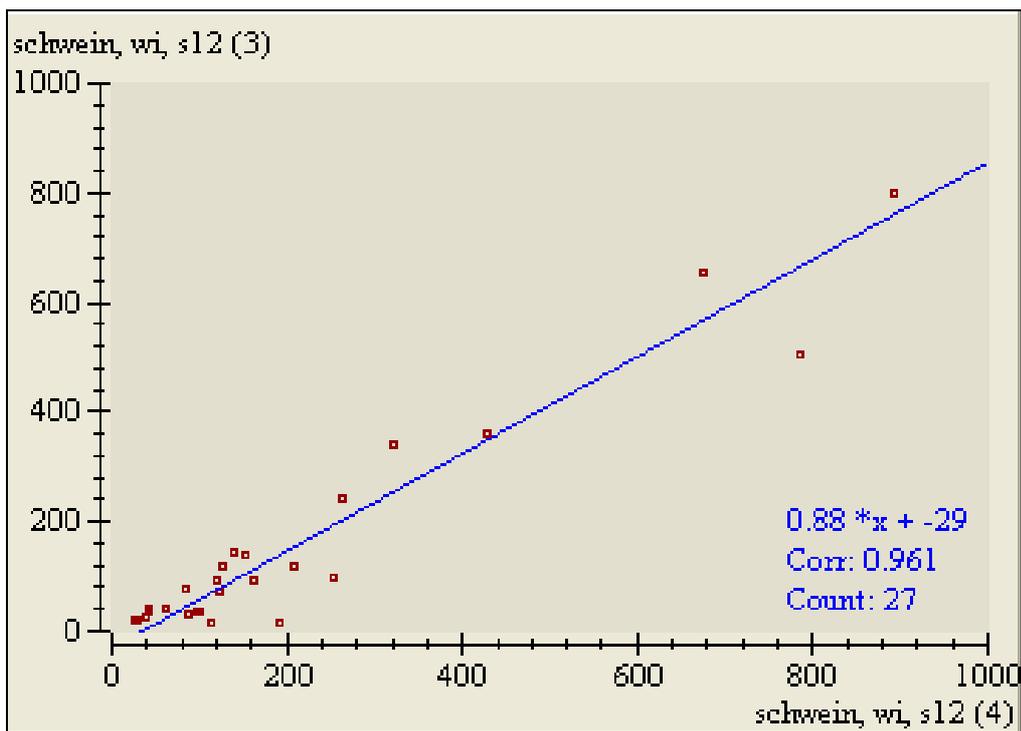


Abb. 91: Wasserunlösliche Linsenproteine vom Schwein – Schnitt 12: Korrelationen zwischen den verschiedenen Gelen desselben Schnittes

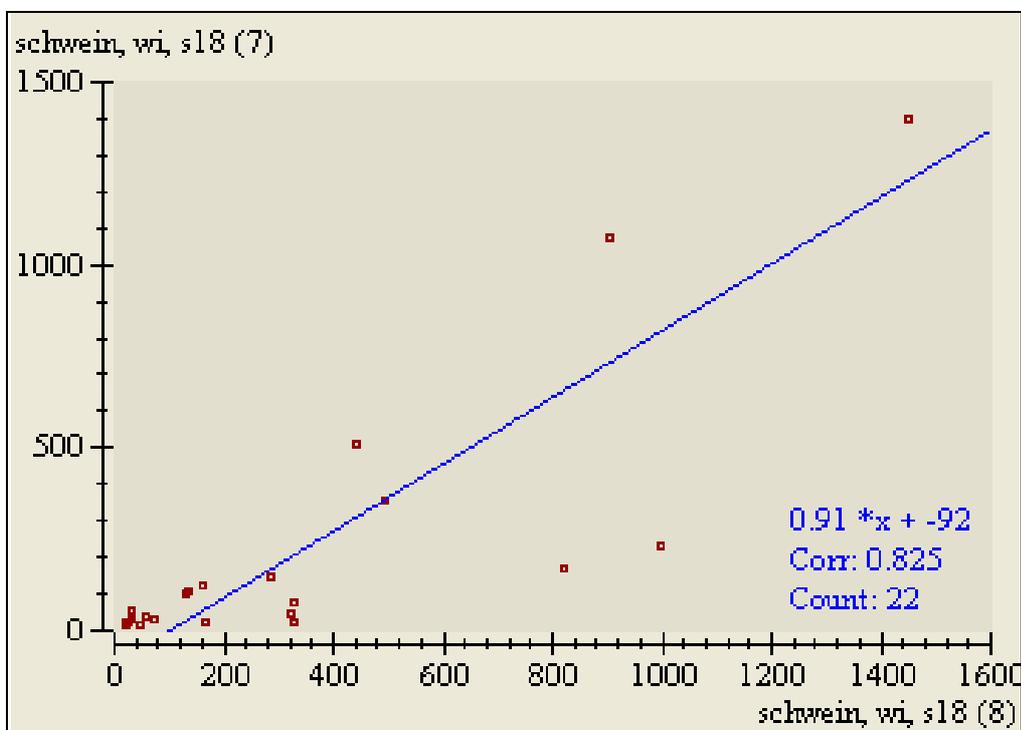


Abb. 92: Wasserunlösliche Linsenproteine vom Schwein – Schnitt 18: Korrelationen zwischen den verschiedenen Gelen desselben Schnittes

5. Diskussion

Mittels eines softwaregestützten Analyseprogramms wurden in der vorliegenden Arbeit hochauflösende 2-D-Gelelektrophoresen der Proteine von Schweinelinsen ausgewertet. Dies geschah mit dem Ziel, die Veränderungen der Kristalline während des Alterungsprozesses in der Schweinelinse zu charakterisieren, und die Möglichkeit der Schweinelinse als Modell für die humane Linse zu bewerten. Des Weiteren sollte ein Augenmerk auf die Möglichkeiten und Grenzen der softwaregestützten Auswertung von 2-D-Gelelektrophoresen gerichtet werden.

5.1 Prolegomena zum aktuellen Stand der Kristallinforschung und zur Einordnung der vorliegenden Studie

Der Mensch nimmt seine Umwelt in ganz entscheidendem Maße visuell wahr. An diesem Prozess des Sehens hat die Linse einen wesentlichen Anteil und eine wichtige Funktion. Nicht zuletzt deswegen haben die Weisen der griechischen Antike die von ihnen als κρυσταλλοειδές ὑγρόν (krystalloeides hygron) bezeichnete Linse als Ort des Sehens angesehen. Erst sehr viel später wurde erkannt, dass die Linse nicht der eigentliche Ort des Sehens, aber für den Prozess des Sehens unverzichtbar ist, da die Transparenz der Linse und ihre Eigenschaft zur Formveränderung während der Akkommodation das scharfe Sehen erst ermöglichen.

Für die Transparenz der Linse ist auf makroskopischer und mikroskopischer Ebene die Avaskularität sowie das Fehlen von Lymph- und Nervenbahnen eine wichtige Voraussetzung. Auf molekularer Ebene spielen die linsenspezifischen Proteine, die α -, β - und γ -Kristalline, mit ihrem engen Zusammenspiel sowie ihrer komplexen Struktur und Funktion eine wesentliche Rolle für die Stabilität und Funktionalität der Linse.

Seit den ersten Forschungen über die Kristalline und ihre Unterteilung in verschiedene Gruppen durch Mörner (1894) sind viele verschiedene Arbeiten über die Kristalline, ihre Struktur, ihre Unterteilung und nicht zuletzt auch immer wieder über ihre Veränderungen im Alterungsprozess geschrieben worden. Diese Vielzahl der Studien ist wenig verwunderlich, nehmen doch die Kristalline mit ihrem Anteil von über 90% an den Proteinen der Linse die wesentlichste Gruppe ein.

So zeigte die Forschung immer wieder, dass die Kristalline mit ihren Veränderungen, die sie im Laufe des Alterungsprozesses durch verschiedenste postsynthetische Modifikationen

durchmachen, einen erheblichen Einfluss auf die physikalischen Eigenschaften der Linse und somit auch auf die Sehkraft eines Individuums haben.

Diverse Wissenschaftler haben in den letzten Jahrzehnten mit unterschiedlichsten Methoden die genaue Struktur der einzelnen Kristallingruppen sowie deren Veränderungen im Altern bei verschiedenen Spezies untersucht. Hingewiesen werden sollte an dieser Stelle besonders auf die ausführlichen Arbeiten von Bours und seinen Mitarbeitern, die die Linsen verschiedenster Spezies und deren Veränderungen in unterschiedlichen Altersstufen miteinander verglichen haben.

Hierbei wurden allerdings im Gegensatz zum Vorgehen in der vorliegenden Arbeit ausschließlich ganze Linsen bzw. Linsen, die in Cortexbereich und inneren Linsenzylinder aufgetrennt waren, untersucht, die mittels Immunelektrophorese nach ihrem pH-Gradienten aufgetrennt wurden, und somit eine Differenzierung der einzelnen Kristallingruppen ermöglicht wurde. Die in der vorliegenden Studie untersuchten Schweinelinsen wurden hingegen nicht nur in Linsencortex und inneren Linsenzylinder, sondern letzterer noch einmal in zwölf Schichten aufgetrennt, was eine wesentlich differenziertere Aussage über das Verhalten der Kristalline in den verschiedenen Linsenschichten erlaubt. Des Weiteren wurde nach der Auftrennung der Linsen mittels Immunelektrophorese anhand eines pH-Gradienten eine weitere Trenntechnik verwendet und mit dieser die bereits in einer Ebene aufgetrennten Proteine zusätzlich noch in einer zweiten Ebene mittels hochauflösender SDS-Gelelektrophorese nach ihrem Molekulargewicht aufgetrennt. Dieses differenzierte Verfahren erlaubt eine deutlich genauere Zuordnung der einzelnen Proteinspots zu den Kristallingruppen und eine sehr viel weitergehendere Aussage über Kristalline im Alterungsprozess als die bisherigen Arbeiten.

Zur Auswertung der Gele wurde mit der computergestützten Bildanalyse-Software MELANIE Version 4 (Genebio, Schweiz) ein Verfahren gewählt, welches sich die mannigfaltigen Möglichkeiten eines Computerprogramms zu Nutzen macht und nicht nur durch die enorm hohe Rechenleistung eines Computers das Spektrum der bisherigen Auswertungsmöglichkeiten von Gelen mittels Planimetrie und Densitometrie erweitert. Genauer wird auf die Möglichkeiten dieser Methode in einem eigenen Abschnitt der Diskussion eingegangen.

Im Folgenden soll nun noch einmal zusammenfassend auf die Altersveränderungen der linsenspezifischen Proteine zunächst in den Linsen von Menschen und dann in denen von Rindern, Ratten und Primaten eingegangen werden, um im Weiteren einen Vergleich mit den aus

der vorliegenden Studie hervorgegangenen Ergebnissen bezüglich der Altersveränderungen der linsenspezifischen Proteine in der Schweinelinse zu ermöglichen.

5.2 Die Kristallinstruktur und der Alterungsprozess der humanen Linse

Im Alterungsprozess der humanen Linse zeigt sich eine Veränderung der Kristalline dahingehend, dass im wasserlöslichen Anteil der Linsenproteine die Konzentration der α - und γ -Kristalline im Alterungsprozess abnimmt, während die Konzentration der β -Kristalline zunimmt (Bours et al., 1991a).

Diesen Veränderungen liegen verschiedene Prozesse zugrunde, die im Weiteren noch einmal genauer dargestellt werden sollen.

Bei den β -Kristallinen kommt es im Alterungsprozess zu einer Aggregation der niedermolekularen Formen zu hochmolekularen Formen und einem Einbau in die wasserunlöslichen Proteinfractionen der Linse (Bours, 1984b). Durch mit steigendem Lebensalter zunehmende Bindung an das α -HM-Kristallin kommt es im Weiteren aber zu einem Abfall der Konzentration der β -Kristalline im wasserunlöslichen Proteinanteil der Linse (Bours, 1984b; Bours et al., 1991a).

Bei den α -Kristallinen zeigt sich hingegen im Alterungsprozess im wasserlöslichen Proteinanteil der Linse ein Abfall der Konzentration, welcher durch einen zunehmenden Einbau in die wasserunlösliche Kristallinfraction und somit durch eine Abnahme der Löslichkeit bedingt ist. Im wasserunlöslichen Anteil der Linsenproteine steigt antiparallel dazu die Konzentration der α -Kristalline mit zunehmendem Alter.

Die γ -Kristalline verhalten sich im wasserlöslichen Anteil genau wie die α -Kristalline. Dies ist aber nicht durch eine Abnahme der Löslichkeit, sondern durch die Tatsache bedingt, dass die γ -Kristalline vor allem in der Embryonal- und Fetalzeit gebildet werden (Papaconstantinou, 1965) und somit die Synthese in jüngeren Linsenabschnitten per se nur in sehr geringer Konzentration stattfindet. Im wasserunlöslichen Proteinanteil ist die Konzentration äquivalent.

Zusammenfassend ließen sich die Veränderungen in einer tabellarischen Übersicht wie folgt darstellen:

Humane Linse	α -Kristalline	β -Kristalline	γ -Kristalline
wi Nucleus:	++	+	++
Cortex:	+	++	+
ws Nucleus:	+	+	++
Cortex:	++	++	+

Tab. 16: Veränderungen der Kristalline in verschiedenen Linsenabschnitten der humanen Linse (+ = Vorkommen der Kristallinfraction im Linsenabschnitt, o = kein Nachweis der Kristallinfraction in dem Linsenabschnitt)

5.3 Die Kristallinstruktur im Alterungsprozess der humanen Linse im Vergleich zur Kristallinstruktur im Alterungsprozess der Linsen anderer Spezies

1977 untersuchten Bours und Hockwin mittels Isoelektrofokussierung das Vorkommen der Kristalline in humanen Linse verschiedenen Alters und verglichen diese mit den Linsen von Ratten und Rindern in verschiedenen Altersklassen. Zu diesem Zweck wurden ganze Linsen untersucht, wobei die menschlichen Linsen allesamt aus Augen stammten, die wegen intraokularen Tumoren entfernt werden mussten und unauffällige Linsen zeigten.

Durch die Isoelektrofokussierung wurden die Proteine mit Hilfe eines pH-Gradienten aufgetrennt, und die entstehenden Proteinbanden konnten anhand ihrer Lage im Gradienten den einzelnen Kristallingruppen zugeordnet werden.

Alle in dieser Studie untersuchten Spezies zeigen ähnliche Veränderungen der Konzentration der Kristallingruppen im Alterungsprozess.

In der humanen Linse nimmt die Konzentration der α -Kristalline erheblich zu, zusammen mit den β -Kristallin-Komponenten β_1 bis β_8 , deren Konzentrationen ebenfalls ansteigen. Die Komponenten β_9 bis β_{12} hingegen nehmen in der Konzentration ab. Die Gruppe der γ -Kristalline verschwindet während des Alterungsprozesses fast vollständig (siehe Abb. 93, c, d und e).

In der Gesamtkristallinkonzentration der Linse bei den Rinderlinsen zeigt sich eine Zunahme der β -Kristallinfractionen sowie eine Abnahme der α - und γ -Kristallinfractionen (siehe Abbildung 93, a und b).

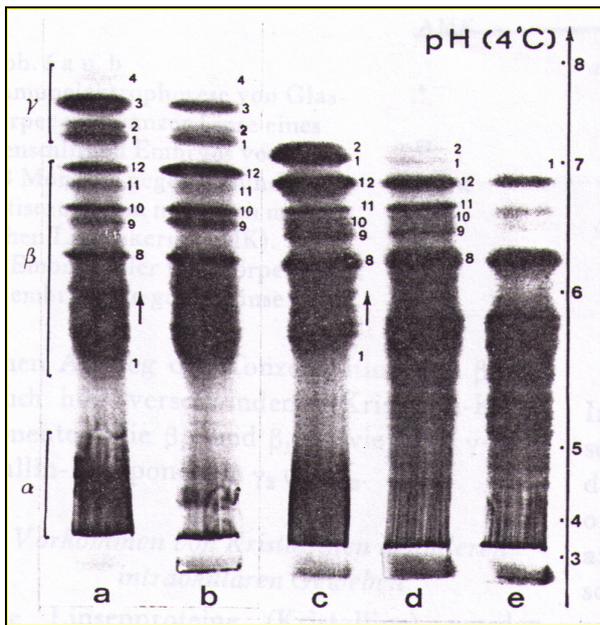


Abb. 93 a-e: Isoelektrofokussierung von Linsenextrakten (ganze Linse) von Rind und Mensch in Abhängigkeit vom Lebensalter. Pro Muster 300 μg Linsenkristallin. Das Alter ist in Klammern angegeben. Die Skala am rechten Rand zeigt den gemessenen pH-Wert bei 4 $^{\circ}\text{C}$.

a = Kalb (0,3 Jahre), b = Rind (18,8 Jahre), c = Mensch (5,5 Jahre), d = Mensch 36 Jahre, e = Mensch (50 Jahre). (modifiziert nach Bours, 1977)

Auch die Altersveränderungen in der Rattenlinse verhalten sich analog dazu: Die Konzentration der β -Kristalline steigt, während die der γ -Kristalline deutlich abnimmt. Nur hier zeigt sich im Gegensatz zu Rinder- und humanen Linsen insgesamt eine Zunahme der α -Kristalline (siehe Abb. 94, a und b).

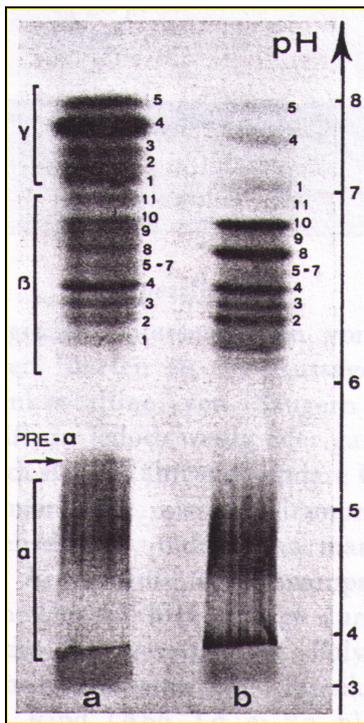


Abb. 94 a und b: Isoelektrofokussierung von Rattenlinsenextrakten (ganze Linse) Pro Muster 300 μg Linsenkristallin. Das Alter ist in Klammern angegeben. Die Skala am rechten Rand zeigt den gemessenen pH-Wert bei 4 °C.

a = Ratte (37 Tage), b = Ratte (625 Tage). (modifiziert nach Bours, 1977)

Anhand der von Bours und Hockwin 1977 gewählten Methode zeigt sich, dass die Veränderungen der Gesamtkristallinkonzentrationen einer jüngeren Linse einer Spezies im Vergleich mit einer älteren Linse derselben Spezies bei Rindern, Ratten und Menschen sehr ähnlich sind. Über den Alterungsprozess innerhalb einer Linse, das heißt wie sich die Kristalline in den jüngeren Linsenschichten (Cortexregion) im Vergleich zu denen in den älteren Linsenschichten (Kernregion) verhalten, lassen sich anhand dieser Studien keine Aussagen treffen. Aber genau dieser ‚intralenticuläre‘ Alterungsprozess sollte in der vorliegenden Studie an Schweinelinsen untersucht werden und in einen Zusammenhang mit der Frage gestellt werden, inwieweit sich die Schweinelinse als Modell für die humane Linse eignet, und ob diese Vorteile gegenüber der bisher in Studien häufig verwendeten Rinderlinse aufweist.

5.4 Die Kristalline in den verschiedenen Altersschichten der Schweinelinse

In der vorliegenden Arbeit wurden 35 Linsen aus den Augen von in einem Kölner Schlachthof geschlachteten Schweinen untersucht, die nach Trennung der Linse in den Äquatorbereich und einen inneren Linsenzylinder mittels Mikroschnitttechnik in dünne Scheiben geschnitten wurden. Es wurden nicht ganze Linsen miteinander verglichen, sondern, da gezeigt werden sollte wie sich die Kristalline in den verschiedenen Schichten, also den verschiedenen Altersabschnitten der Linse verhalten, die Linsen in zwölf dünne Scheiben geschnitten und, um die Probenmenge zu erhöhen, die altersentsprechenden Schnitte der jeweiligen Linsen vereinigt und dann untersucht. Die Äquatorregionen wurden nicht noch einmal eigens aufgeteilt, sondern im Ganzen untersucht. Von den zwölf verschiedenen Linsenabschnitten sowie dem Äquatorbereich wurden mittels IEF- und hochauflösender 2-D-SDS-Gelelektrophorese Gele erstellt, von denen letzten Endes 23 Gele ausgewertet wurden und in diese Arbeit mit eingingen.

Die hochauflösende 2-D-SDS-Gelelektrophorese ist zurzeit das Verfahren, mit dem Proteine elektrophoretisch am genauesten aufgetrennt werden können. War lange Zeit die eindimensionale Gelelektrophorese das Mittel der Wahl, so ist seit Mitte der 70er Jahre mit Entwicklung der zweidimensionalen Proteintrennung eine sehr viel genauere Auftrennung und somit eine sehr viel differenziertere Einteilung der Kristalline möglich.

Die Auswertung der im Rahmen dieser Arbeit gewonnenen Gele erfolgte, nach Digitalisierung der Bilder, mit Hilfe der computergestützten Bildanalyse-Software MELANIE Version 4 (Genebio, Schweiz), auf deren Möglichkeiten später in einem eigenen Abschnitt noch genauer eingegangen werden wird. Um die Reproduzierbarkeit der Methode testen zu können, wurden jeweils mehrere Gele desselben Schnittes hergestellt und miteinander verglichen.

In der Schweinelinse zeigte sich genau wie in der humanen Linse - und der Linse von Rindern oder Ratten - eine eindeutige Veränderung im Vorkommen der einzelnen Kristallingruppen in den verschiedenen Altersschichten.

Schon in der IEF-Gelelektrophorese, die die Auftrennung der Kristalline in der ersten Dimension anhand eines pH-Gradienten darstellt, zeigte sich sowohl in der Auftrennung der wasserlöslichen Kristalline als auch in der Auftrennung der wasserunlöslichen Kristalline in den verschiedenen Schnittebenen ein deutlicher Unterschied im Vorkommen der einzelnen Kristallingruppen in den verschiedenen Altersschichten.

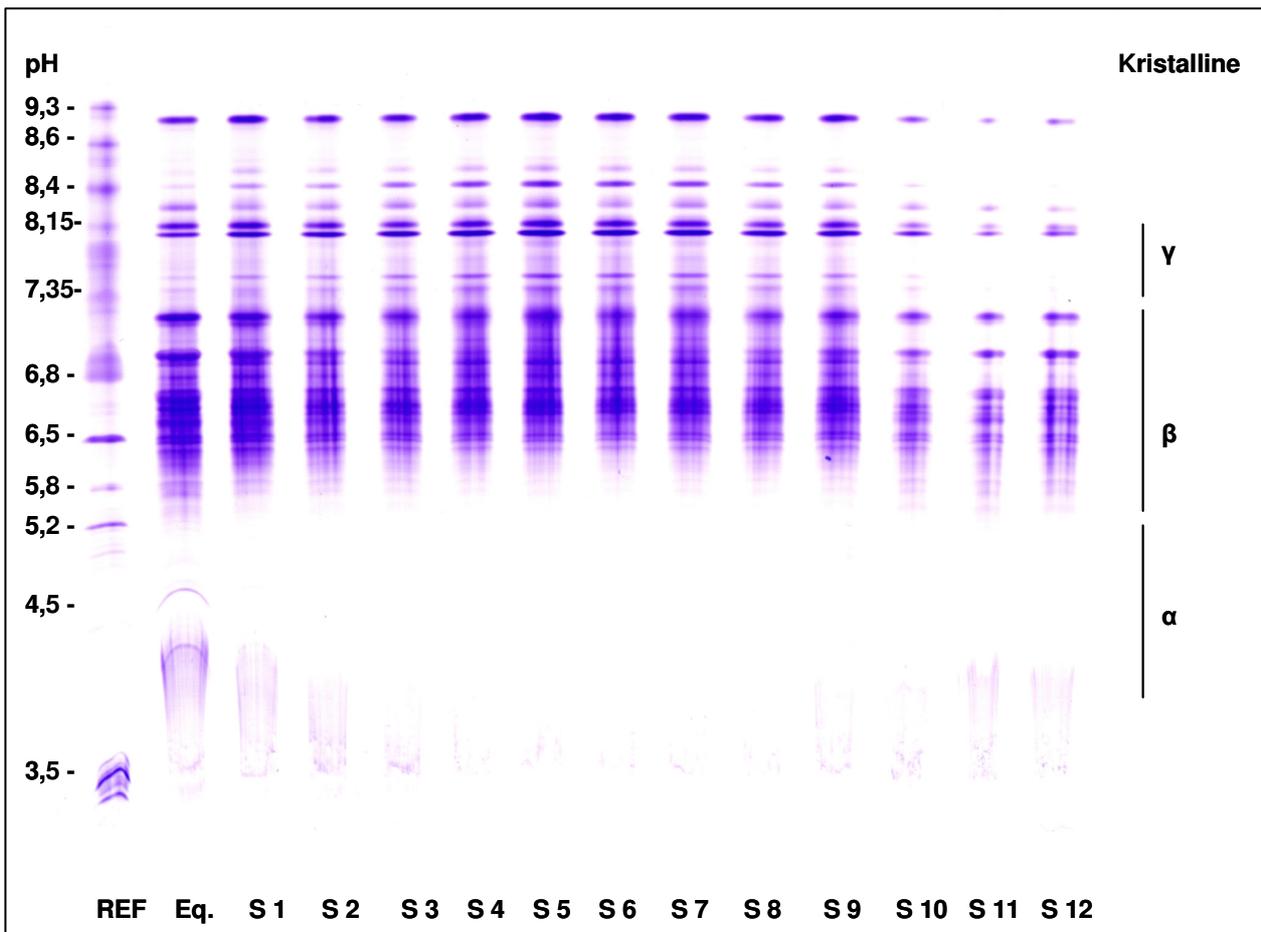


Abb. 95: IEF-Gelelektrophorese (nativ) der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse

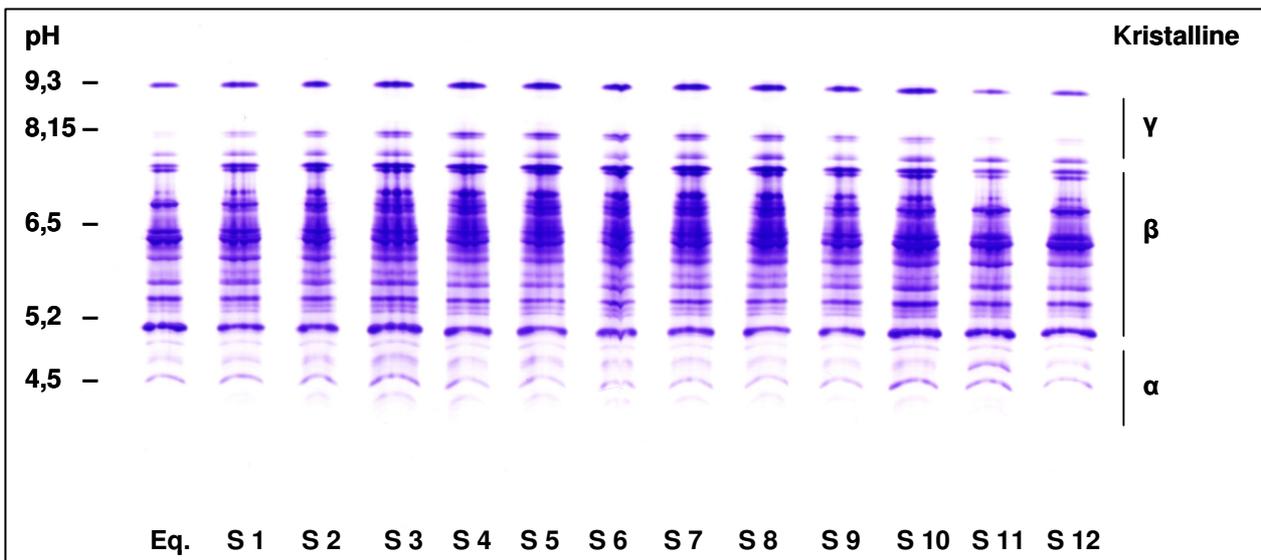


Abb. 96: IEF-Gelelektrophorese (in Urea) der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse

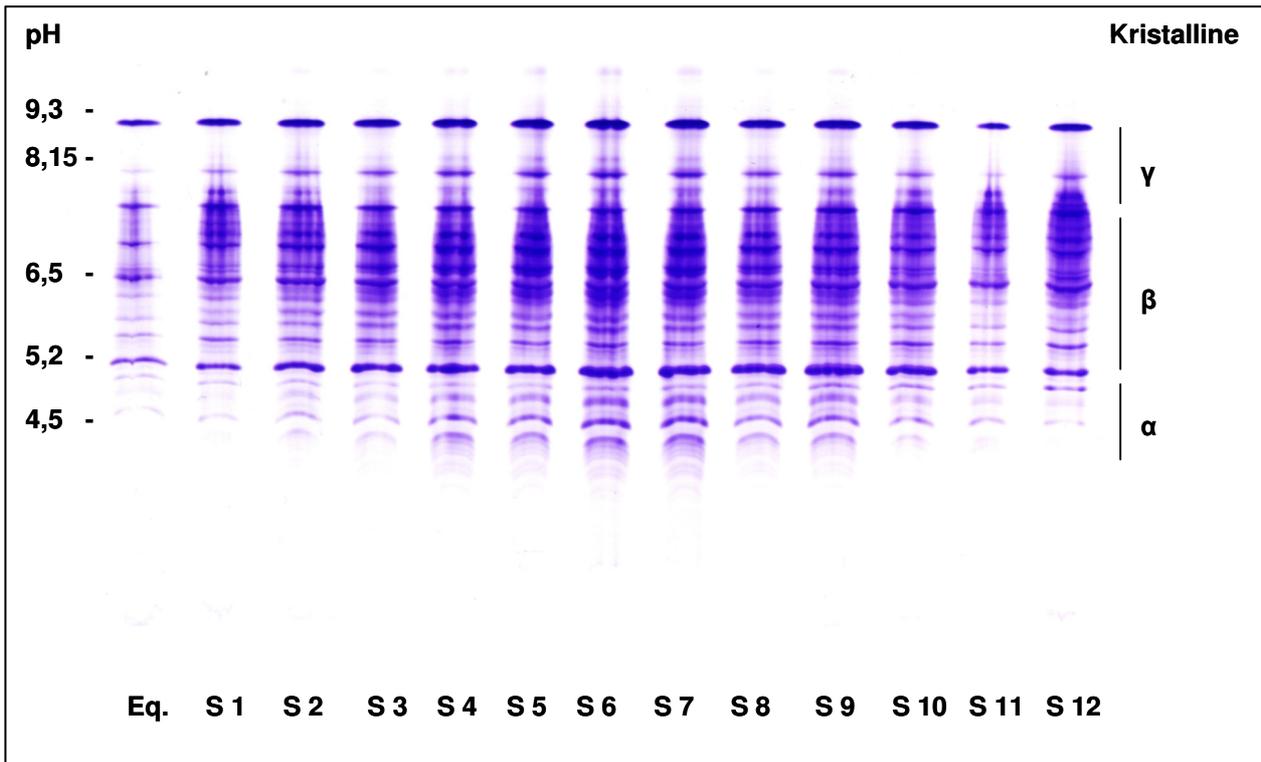


Abb. 97: IEF-Gelelektrophorese (in Urea) der wasserunlöslichen Proteine der Schweinelinse

So zeigt sich im wasserlöslichen Anteil der Proteine in jüngeren Bereichen nahe der Äquatorregion (z.B. Schnitt 2) kaum ein Vorkommen von γ -Kristallinen, während diese in der Kernregion (z.B. Schnitt 6) in deutlich größerer Anzahl vorkommen. Äquivalent zur Verteilung in der humanen Linse muss auch hier davon ausgegangen werden, dass dies durch eine deutlich höhere Bildungsrate dieser Kristalline in der Embryonal- und Fetalzeit verursacht wird. Im wasserunlöslichen Teil der Linsenproteine zeigt sich ebenfalls eine höhere Konzentration der γ -Kristalline in der Kernregion im Vergleich zu den jüngeren Rindenregionen.

Die α -Kristalline zeigen im wasserlöslichen Proteinanteil eine höhere Konzentration in den jüngeren Linsenabschnitten (Äquatorregion) als in der älteren Kernregion, während sie in dem wasserunlöslichen Proteinanteil eine deutlich höhere Konzentration in der Kernregion als in der Äquatorregion zeigen. Dies kann äquivalent zu den Mechanismen der Alterung in den Linsen anderer Säugetierspezies durch die zunehmende Bildung hochmolekularer Komplexe, welche in den wasserunlöslichen Anteil der Linsenproteine eingehen, erklärt werden.

Auch bei den β -Kristallinen kommt es mit zunehmendem Alter zu einer Aggregation zu hochmolekularen Formen, die in den wasserunlöslichen Proteinanteil der Linse eingehen. Dort

kommt es zu einer Abnahme der hochmolekularen β -Komplexe, die durch einen zunehmenden Einbau in α -HM-Komplexe erklärt werden kann.

Tabellarisch lassen sich diese Ergebnisse wie folgt darstellen:

Schweinelinse	α -Kristalline	β -Kristalline	γ -Kristalline
wi Nucleus:	++	+	++
Cortex:	+	++	+
ws Nucleus:	+	+	++
Cortex:	++	++	+

Tab. 17: Veränderungen der Kristalline in verschiedenen Linsenabschnitten der Schweinelinse (+ = Vorkommen der Kristallinfraction im Linsenabschnitt, o = kein Nachweis der Kristallinfraction in dem Linsenabschnitt)

Im Vergleich zur Schweinelinse sei hier noch die Kristallinverteilung in der Rinderlinse betrachtet, die sich analog zur humanen Linse und somit auch zur Schweinelinse verhält.

Rinderlinse	α -Kristalline	β -Kristalline	γ -Kristalline
wi Nucleus:	++	+	++
Cortex:	+	++	o
ws Nucleus:	+	+	++
Cortex:	++	++	o

Tab. 18: Veränderungen der Kristalline in verschiedenen Linsenabschnitten der Rinderlinse (+ = Vorkommen der Kristallinfraction im Linsenabschnitt, o = kein Nachweis der Kristallinfraction in dem Linsenabschnitt)

Auch hier erklärt sich die deutliche Zunahme der α -Kristalline und die Abnahme der anderen Kristallin-Fractionen im Alterungsprozess mit der Chaperon-Funktion, der α -Kristalline, die die β - und γ -Kristalline durch Bindung in ihre zentrale Cavität vor Denaturierung schützen. Das fehlende Vorkommen der γ -Kristalline im Cortex ist ebenfalls durch die fehlende Synthese dieser Kristallin-Fraktion nach der Embryonalphase erklärbar.

Wie aus den Zusammenfassungen in den Tabellen ersichtlich zeigen sowohl die humane Linse, als auch die Schweine- und Rinderlinse auf qualitativer Ebene in den wasserlöslichen und – unlöslichen Proteinanteilen der jeweiligen Linse eine gleiche Verteilung der einzelnen Kristallinfraktionen in den verschiedenen Altersschichten.

Mittels der hochauflösenden 2-D-SDS-Gelelektrophorese wurden dann diese durch IEF-Gelelektrophorese aufgetrennten Kristalline in einer zweiten Ebene zusätzlich noch anhand ihres Molekulargewichtes aufgetrennt. Dieses Verfahren ermöglichte eine Unterteilung der einzelnen Kristallingruppen in ihre Untergruppen, woraus sich dann wiederum eine sehr viel differenziertere Aussage über das Verhalten der einzelnen Untergruppen im Alterungsprozess gewinnen ließ.

Bei der zweidimensionalen Auftrennung der Kristalline wurden in der vorliegenden Arbeit die wasserlöslichen und wasserunlöslichen Kristallinfraktionen getrennt untersucht. Betrachtet man die einzelnen Untergruppen der Kristalline, ergibt sich bezüglich des Vorkommens der Kristallingruppen in der Cortexregion im Vergleich zur Nucleusregion folgendes Bild:

wi	Cortex (Schnitt 12)	Nucleus (Schnitt 7)
α-Kristalline		
α A1	+	++
α A2	+	++
α B1	+	++
α B2	+	++
β-Kristalline		
β A1	+	++
β A2	+	o
β A3	+	++
β A4	+	o
β B1a	o	o
β B1b	o	+
β B2	+	++
β B3	o	+
β B4	+	++
β B5	+	++
γ-Kristalline		
γ 1	o	o
γ 2a	o	o
γ 2b	o	o
γ 3	o	+
γ 4	o	+
γ 5a	+	++
γ 5b	o	o
β s / γ s	+	++

Tab. 19: Vorkommen der Kristallinuntergruppen der wasserunlöslichen Fraktionen in verschiedenen Linsenabschnitten der Schweinelinse (+ = Vorkommen der Kristallinfraction im Linsenabschnitt, o = kein Nachweis der Kristallinfraction in dem Linsenabschnitt)

ws	Cortex (Schnitt 12)	Nucleus (Schnitt 7)
α-Kristalline		
α A1	++	+
α A2	+	++
α B1	++	+
α B2	++	+
β-Kristalline		
β A1	+	++
β A2	+	++
β A3	+	o
β A4	+	++
β B1a	++	+
β B1b	+	++
β B2	++	+
β B3	+	++
β B4	++	+
β B5	++	+
γ-Kristalline		
γ 1	+	o
γ 2a	++	+
γ 2b	o	+
γ 3	o	+
γ 4	o	+
γ 5a	+	++
γ 5b	o	+
β s / γ s	++	+

Tab. 20: Vorkommen der Kristallinuntergruppen der wasserlöslichen Fraktionen in verschiedenen Linsenabschnitten der Schweinelinse (+ = Vorkommen der Kristallinfraktion im Linsenabschnitt, o = kein Nachweis der Kristallinfraktion in dem Linsenabschnitt)

Betrachtet man die absolute Konzentration der wasserlöslichen zu den wasserunlöslichen Kristallinen in den verschiedenen Schnittebenen zeigt sich folgende Verteilung, wobei sich ‚Vol‘ aus der Pixeldichte errechnet und dimensionslos angegeben ist:

Schnitt	ws (Vol)	wi (Vol)
3	203,433	377,952
5	135,036	506,762
7	93,812	631,021
9	148,439	240,707
12	173,889	181,341
18 (Eq)	160,524	265,107

Tab. 21: Verteilung der wasserlöslichen und wasserunlöslichen Fraktionen der Kristalline in den einzelnen Schnittebenen der Schweinelinse (tabellarische Darstellung)

Stellt man dies als Grafik dar, sieht man noch besser, dass sich die Konzentrationen der wasserlöslichen und –unlöslichen Kristalline immer antiparallel verhalten:

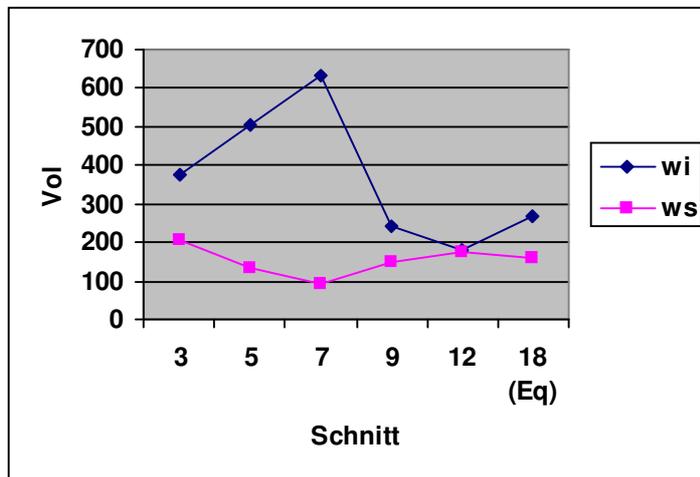


Abb. 98: Verteilung der wasserlöslichen und wasserunlöslichen Fraktionen der Kristalline in den einzelnen Schnittebenen der Schweinelinse (graphische Darstellung)

Durch die Kombination zweier Trennmethode für Proteingemische – der Isoelektrofokussierung und der hochauflösenden 2-D-SDS-Gelelektrophorese – konnten, in Ergänzung durch die

Auswertung mittels der softwaregestützten Bildanalyse, die Kristalline der Schweinelinse mit einer hohen Genauigkeit aufgetrennt und sehr differenziert analysiert werden, was mit den bisher angewandten Methoden in solchem Maße nicht möglich war.

Im Vergleich zu bisherigen Studien an anderen Spezies zeigt es sich, dass sich die Altersveränderungen der Kristalline in der Schweinelinse nahtlos in die der bisher erforschten Spezies einreihen lassen.

Würde man die einzelnen Proteinspots der erstellten Gele mit ergänzenden Methoden noch genauer analysieren, ließen sich noch viele weitere Erkenntnisse über die auf molekularer Ebene stattfindenden Prozesse in den Kristallingruppen gewinnen. Dies würde allerdings den Rahmen der vorliegenden Arbeit bei weitem überschreiten, bietet allerdings Möglichkeiten für weitere Studien.

5.5 Die softwaregestützte Bildanalyse – Möglichkeiten und Grenzen

Durch ein besonderes Augenmerk auf eine systematische Versuchsdurchführung sollten Versuchsfehler so gering wie möglich gehalten werden, um eine möglichst hohe Reproduzierbarkeit der verwendeten Methoden erreichen zu können. Mit einer durchgehend gleichen Vorgehensweise bei der Bearbeitung der Proben sollte dies gewährleistet werden.

Wie verhält es sich aber mit einem Computerprogramm, in diesem Fall mit dem Programm MELANIE (Medical Electrophoresis Analysis Interactive Expert System) Version 4 (Genebio, Schweiz), mit Hilfe dessen die hergestellten Gele ausgewertet und analysiert wurden? Wie reproduzierbar sind die Ergebnisse und wo liegen Möglichkeiten, aber auch Grenzen der computergestützten Bildanalyse?

Um die gewonnenen Gele überhaupt digital bearbeiten zu können, mussten diese zunächst eingescannt werden und wurden dann von farbigen Dateien (durch die Proteinfärbungen bedingt) in Schwarz-Weiß-Dateien (in dieser Arbeit z.B. tif-Dateien) umgewandelt, da das Computerprogramm unter anderem mit Grauwerttiefen arbeitet, das heißt die Abbildungen anhand der Helligkeitsunterschiede auswertet.

Im nächsten Schritt wurde von dem Computerprogramm die auszuwertende Bilddatei ‚gelesen‘, Proteinspots wurden detektiert und durch Umrandung markiert. Schon in diesem Schritt zeigte sich, dass eine automatische Auswertung mittels MELANIE nicht möglich ist, und eine Bearbeitung der Bilder durch den Bediener des Programms vor der Analyse notwendig wird. Das

Computerprogramm erkennt keinen Unterschied zwischen Proteinspots, Luftblasen, Rändern oder Verschmutzungen, und so wurden alle auf der Bilddatei vorkommenden Muster detektiert und markiert. Durch ein Einstellen der Sensitivität ließe sich dies etwas einschränken, so dass z.B. sehr schwache Muster nicht erkannt würden, nur würden so gleichzeitig auch schwache Proteinspots nicht detektiert. Darüber hinaus wurden sehr nahe beieinander liegende Spots häufig als ein Spot detektiert, oder schwache Muster zu mehreren kleinen Spots erklärt. So war jedes Mal ein Bearbeiten von Hand nötig, um mit den vorliegenden Computerwerkzeugen (‚Markierungen trennen‘, ‚Markierungen vergrößern‘, ‚Markierungen verkleinern‘, ‚Markierungen löschen‘ und ‚Markierungen hinzufügen‘) die Proteinspots optimal zu editieren.

Als zweiter Schritt wurden den editierten Spots vom Computer Koordinaten zugeteilt, um einen Vergleich von mehreren Gelen untereinander zu ermöglichen, und die einzelnen Spots bezüglich u. a. Größe, Volumen und prozentualem Volumen in Bezug auf das Volumen der gesamten Spots eines Geles vergleichen zu können. Zu diesem Zweck wurden bestimmten Spots auf den zu vergleichenden Gelen so genannte Landmarks zugeteilt, d.h. in der Regel wurden ca. 10-15 markante Spots als Anhalt für das Computerprogramm markiert, und somit vorgegeben, welche Spots auf den verschiedenen Gelen auf jeden Fall zusammengehören. Auf diese Art und Weise konnte das Programm je nach Schnitt zwischen 22 und 49 Spots auf den verschiedenen Gelen eines Schnittes einander zuordnen und so genannte Pairs bilden. Diese Ergebnisse ließen sich auch durch eine größere Anzahl von initial gesetzten Landmarks nicht verbessern, was diesbezüglich eine relativ hohe Wiederholbarkeit des Programms zeigt.

Aus der optischen Dichte der Pixel eines Spots sowie der Fläche des Spots auf dem Gel und der Grauwerttiefe des Spots konnte das Programm das Volumen und die Fläche einzelner Spots bestimmen und diese miteinander vergleichen. Dieser Anteil der Arbeit wäre ohne die softwaregestützte Bildanalyse sicher so einfach nicht machbar gewesen und hätte mittels der konventionellen Methoden der Planimetrie und Densitometrie einigen Aufwandes mehr bedurft.

Abschließend lässt sich sagen, dass der Einsatz von Computerprogrammen zur Auswertung von Gelelektrophoresen trotz einiger methodisch bedingter Grenzen die Analyse von Gelelektrophoresen erheblich vereinfacht und verbessert und durch die ungleich höhere Rechenleistung eines Computers wertvolle Möglichkeiten bietet, eine sehr viel genauere, effizientere und auch effektivere Auswertung der gewonnenen Informationen erreichen zu können.

5.6 Synopsis

Durch die Kombination zweier Trennverfahren für Proteine – die Isoelektrofokussierung und die hochauflösende 2-D-SDS-Gelelektrophorese – mit der Bonner Gefrierschnitttechnik konnte die Linse des Schweins nicht nur bezüglich des Vorkommens der einzelnen Kristallingruppen in den verschiedenen Altersschichten der Linse genau untersucht werden, sondern es gelang zusätzlich, ein räumliches Bild des Verteilungsmusters der linsenspezifischen Kristalline zu erstellen.

Zunächst wurden die Proteine der einzelnen Schnittebenen und somit der Altersschichten der Linse anhand ihres pH-Gradienten (Ladungsverteilung) mittels Isoelektrofokussierung aufgetrennt, wobei sich am Beispiel der wasserlöslichen Kristalline folgendes Bild ergab:

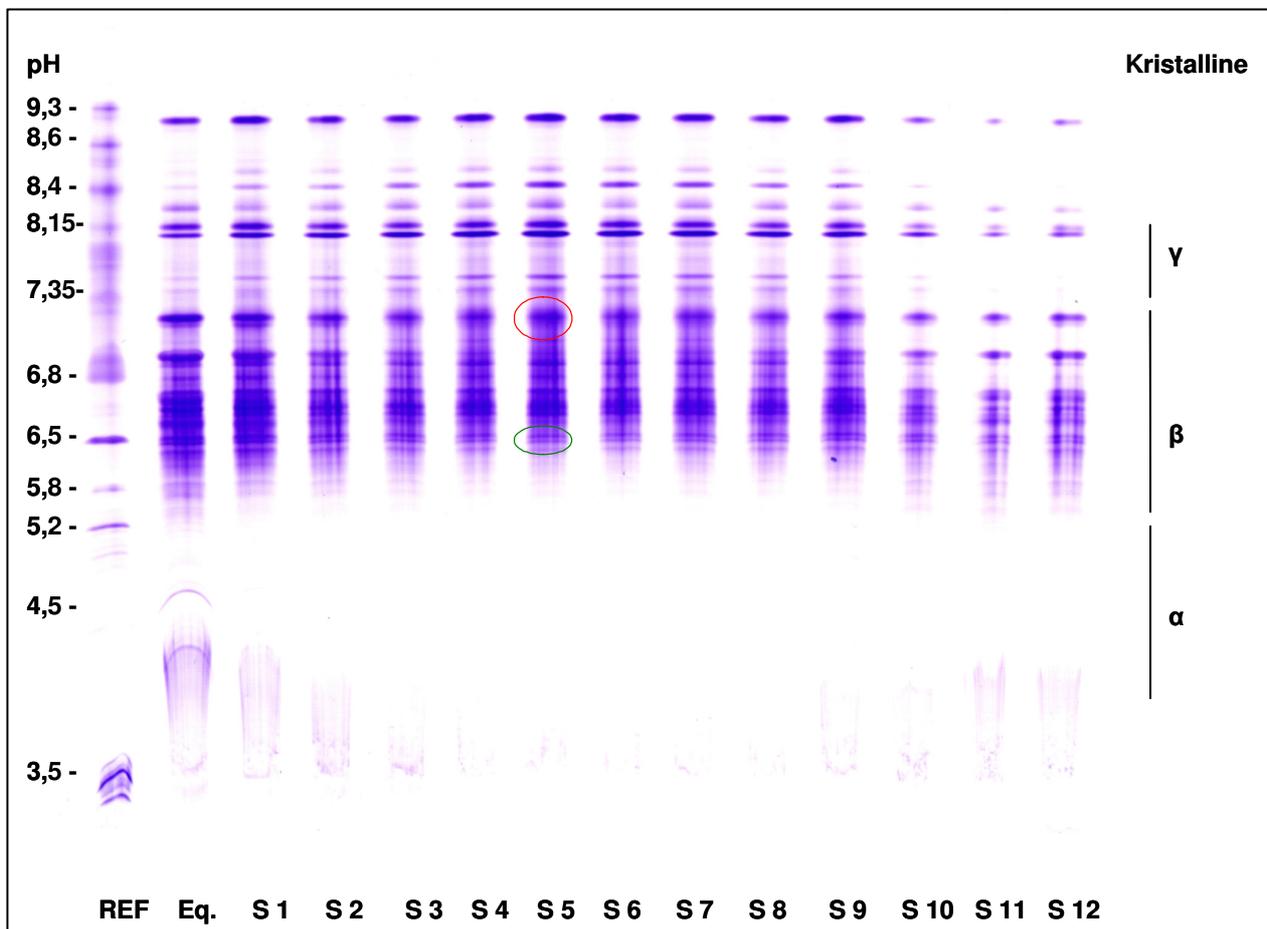


Abb. 99: IEF-Gelelektrophorese (nativ) der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse

Danach erfolgte die Auftrennung der einzelnen Schnittebenen anhand eines zweiten Parameters, des Molekulargewichtes, indem das IEF-Gelelektrophoreseband der einzelnen Schnittebenen aus dem oben dargestellten Gel herausgeschnitten, in ein Acrylamid-Gel eingebettet und dann mittels

hochauflösender 2-D-SDS-Gelelektrophorese in der zweiten Dimension aufgetrennt wurde. Beispielhaft sei hier die somit gewonnene 2-D-SDS-Gelelektrophorese des Schnittes 5 der wasserlöslichen Kristalline gezeigt. Um eine Vorstellung davon zu bekommen, wo sich die einzelnen Kristallingruppen in den beiden Gelen wiederfinden lassen, sind als Beispiel die Kristalline αA_2 (grün umrandet) sowie βB_2 und βB_4 (rot umrandet) in beiden Gelen markiert.

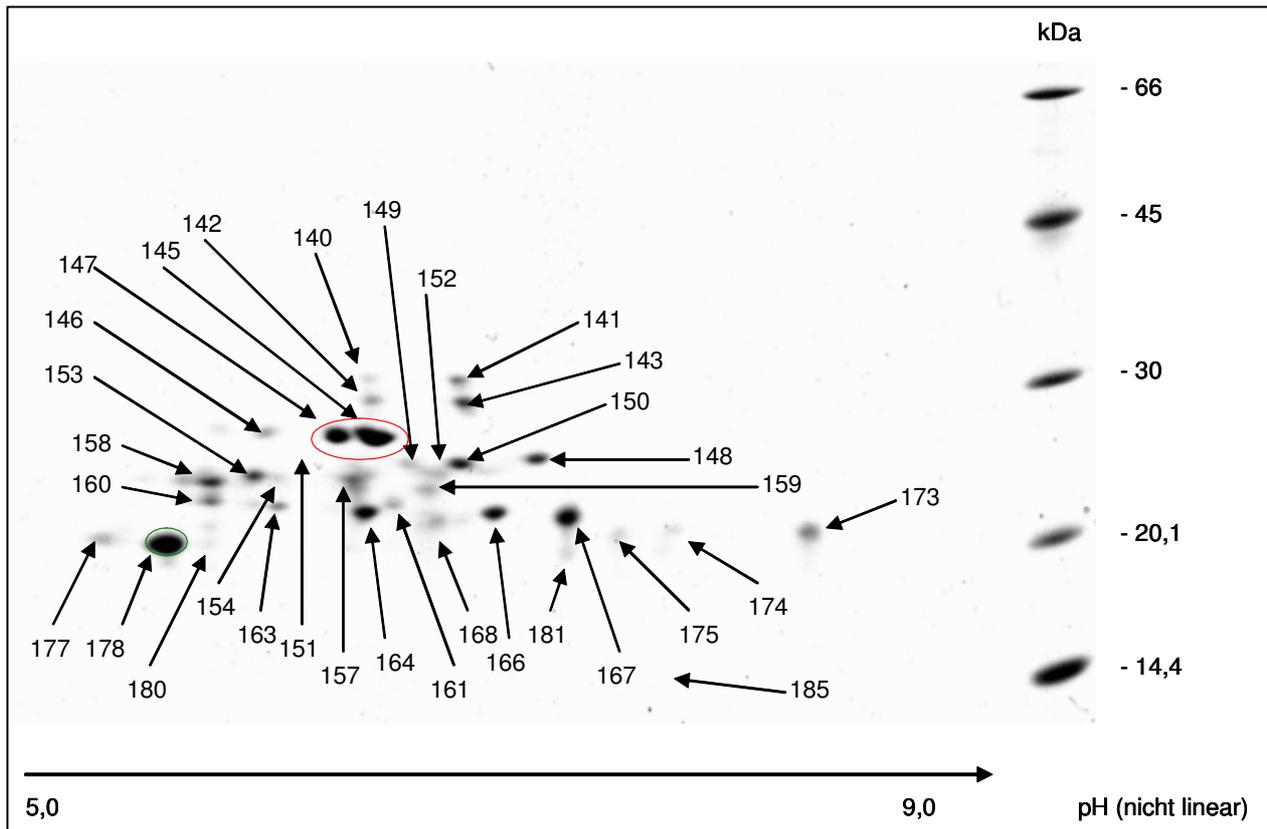


Abb. 100: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 05(1)

Durch die Kombination dieser drei Methoden gelang es, anhand des Molekulargewichtes und der Ladung eine sehr differenzierte räumliche Verteilung der Kristalline der Schweinelinse in den verschiedenen Altersschichten zu erstellen. Die vorliegende Arbeit konzentriert sich dabei bewusst auf die optisch aktiven Proteine der Linse, die Kristalline, da diese die strukturelle Basis für die hohe Transparenz der jungen Linse und anschließend durch ihre Aggregatbildung für die steigende Lichtstreuung im Alter darstellen (Bours et al., 1990). Die optisch inaktiven Proteine, welche das Zytoskelett der Linse bilden, sind nicht berücksichtigt worden. Die räumliche

Darstellung des molekularbiologischen Korrelates des Lichtstreuungsprofils der Linse kann in vivo mit Scheimpflug Photographie vermessen werden.

5.7 Ausblick

Bietet die Schweinelinse Möglichkeiten, sie als Ersatz für die Primatenlinse und als geeignetes Modell für die humane Linse zu verwenden? Sind die Altersveränderungen in den Linsen beider Spezies hinreichend ähnlich oder doch grundverschieden?

In den durchgeführten Untersuchungen zeigt sich eindeutig, dass auch schon bei noch sehr jungen, im Durchschnitt ca. zwei Jahre alten Schweinelinsen, zunächst einmal überhaupt ein Alterungsprozess nachzuweisen ist. Dieser wurde auf der molekularen Ebene durch Veränderungen der Kristalline in ihren drei großen Fraktionen, den α -, β - und γ -Kristallinen, in den verschiedenen Schichten und somit Altersabschnitten der Linse sowohl im wasserlöslichen als auch im wasserunlöslichen Proteinanteil mittels der Kombination zweier Methoden, der Isoelektrofokussierung und der hochauflösenden 2-D-Gelelektrophorese, und anschließender Auswertung mit Hilfe eines softwaregestützten Bildanalyseprogramms (MELANIE Version 4, Genebio, Schweiz) gezeigt.

Im Vergleich zu der humanen Linse zeigen sich in der Schweinelinse qualitativ auf molekularer Ebene identische Veränderungen während des Altersprozesses. Über die quantitativen Veränderungen lässt sich aus dieser Arbeit heraus keine Aussage machen. Die Schweinelinse lässt sich daher nahtlos in die bereits von Bours 1979 erarbeitete Studie mit Rinder-, Meerschweinchen-, Hunde-, Ratten- und humanen Linsen einfügen, die schon damals gezeigt hat, dass die Linsen der untersuchten Säugetiere, mit einer Ausnahme, sich bezüglich der Kristallinverteilung gleich verhalten. Bei der erwähnten Ausnahme handelt es sich um die Linse der Ratte, bei der sich ebenso wie in der Linse der Maus Besonderheiten bezüglich des γ -Kristallins ergeben (Bours, 1979).

Aufgrund der auf qualitativer Ebene nachgewiesenen Gleichheit in den altersbedingten Veränderungen der Kristallinstruktur in der humanen Linse und in der Schweinelinse muss davon ausgegangen werden, dass die Schweinelinse prinzipiell als Ersatz für die Primatenlinse und als geeignetes Modell für die humane Linse in der experimentellen Ophthalmologie und insbesondere in der Kataraktforschung dienen kann. Besonders im Zusammenhang mit der Züchtung des Göttinger Minipigs, welches aufgrund seiner besonderen Zuchtmerkmale für die

Laborforschung deutlich handhabbarer und dazu kostengünstiger ist als Primaten, bietet die Schweinelinse eine wichtige Alternative zu der Primatenforschung bezüglich Haltung und Pflege des Minipigs bei in vivo durchgeführten Medikamenten-Studien.

Im Vergleich zu, aufgrund der gleichen Altersveränderungen in der Kristallinstruktur der Linse, ebenfalls möglichen Studien an anderen Säugetieren, lässt sich sagen, dass das Schwein hinsichtlich seiner Physiologie dem Menschen wesentlich ähnlicher ist, als z.B. das Meerschweinchen oder das Rind es sein können.

In der vorliegenden Arbeit konnte gezeigt werden, dass die Schweinelinse in ihrer Kristallinzusammensetzung der humanen Linse nahezu identisch ist. Sie besitzt eine fast deckungsgleiche dreidimensionale Proteinstruktur und ein vergleichbares Altersprofil.

Damit kann die Schweinelinse – und somit auch das Göttinger Minipig – als ein gleichwertiges Modell sowohl in der Katarakt-Ursachenforschung und -Präventionsforschung, als auch in der experimentellen Toxikologie bei der Erfassung von Arzneimittelnebenwirkungen eingesetzt werden. Manche kostspieligen und ethisch zunehmend umstrittenen Primatenversuche können durch Versuche mit Minipigs bzw. extrahierten Schweinelinsen von Tieren aus dem Schlachthof vollkommen problemfrei ersetzt werden. Die weit entwickelten Inkubationstechniken für Augenlinsen erweitern hier noch die Möglichkeit, manchen Tierversuch durch ex-vitro Studien zu ersetzen.

So wie bereits der Mensch seit Anbeginn bestrebt war, seine Sehkraft als eminent wesentliche Verbindung zu seiner Umwelt zu erhalten („Hüte etwas Wichtiges wie deinen Augapfel“) und zunächst mit einfachsten Mitteln versuchte, zu verstehen, wie der Prozess des Sehens von statten ging, kann die Menschheit heute in einer Art und Weise wie nie zuvor in die kleinsten Bausteine dieses Prozesses hineinsehen und ihn Schritt für Schritt entschlüsseln.

Waren in der Zeit der ägyptischen Antike noch einfache Salben aus Honig, Milch oder Zwiebeln das Mittel der Wahl bei Linsentrübungen, so wurden von Celsus im ersten Jahrhundert nach Christus bereits die ersten, einfachen Staroperationen beschrieben, in denen die trübe Linse einfach nach unten – und somit aus dem Sichtfeld – gedrückt wurde. Heute dagegen ist die Katarakt-Operation mit dem Einsatz von Kunstlinsen eine häufig durchgeführte und unproblematische Möglichkeit, an Katarakt leidenden Menschen die ungetrübte Sicht auf ihre Umwelt wieder zu ermöglichen.

Dennoch treibt der Drang, die Entstehung der Katarakt bis ins kleinste Detail zu verstehen und bereits ursächlich tätig werden zu können, die Forschung immer weiter voran; und mit jedem neuen Schritt zeigen sich weitere, bis dahin ungeahnte Perspektiven, so dass es mit jeder neuen Studie ebenso wieder drängende Fragen für weitere geben wird.

Und doch werden auch immer wieder Grenzen aufgezeigt, an denen ein Weiterkommen nicht möglich sein wird und an denen umgedacht werden muss, um dem Drang, die Dinge bis in das kleinste Detail verstehen zu wollen, nicht bis zur Unsinnigkeit nachzugeben. Denn wie schon der griechische Philosoph Aristoteles in der Einleitung seiner Nikomachischen Ethik schrieb:

„πεπαιδευμένου γάρ ἐστὶν ἐπὶ τοσοῦτον τὰκριβὲς ἐπιζητεῖν καθ' ἕκαστον γένος, ἕφ' ὅσον ἢ τοῦ πράγματος φύσις ἐπιδέχεται“

(Es zeichnet einen gebildeten Geist aus, sich mit jenem Grad an Genauigkeit zufrieden zu geben, den die Natur der Dinge zulässt, das heißt nicht dort nach Exaktheit zu suchen, wo nur Annäherung möglich ist.)

Oder wie es der Dichter Johann Wolfgang von Goethe in seinen ‚Xenien‘ mit der ihm eigenen Prägnanz und Schönheit ausdrückte:

*„Was ist das Schwerste von allem? Was dir das Leichteste dünkt:
Mit den Augen zu sehen, was vor Augen Dir liegt.“*

6. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden 35 Schweinelinsen aus einem Kölner Schlachthof mit Hilfe der Schneidemaschine ‚Bonner Modell‘ in zwölf Scheiben (Schnitt 1-12) geschnitten, welche den verschiedenen Altersschichten der Linse entsprechen, und hinsichtlich der Kristallinverteilung in den wasserlöslichen und wasserunlöslichen Proteinanteilen der einzelnen Altersschichten mittels hochauflösender 2-D-Gelelektrophorese untersucht. Der Linsenäquator wurde, bezeichnet als Schnitt 18, gesondert untersucht. Die Auswertung der Gele erfolgte nach ihrer Digitalisierung mittels des softwaregesteuerten Bildanalyse-Systems MELANIE Version 4 (Genebio, Schweiz).

Von jeder Probe wurden mehrere Gele angefertigt, um eine befriedigende Aussage über die Reproduzierbarkeit der Analysemethoden machen zu können. Durch MELANIE konnten die verschiedenen Gele eines Schnittes miteinander verglichen werden, und nach Festlegung jeweils eines Referenzgels konnten die Korrelationen berechnet werden. Mit einer durchschnittlichen Korrelation von 0,803 (zwischen 0,331 und 0,972) zeigte sich eine hohe Übereinstimmung zwischen den unterschiedlichen Gelen eines Schnittes und somit eine hohe Reproduzierbarkeit.

Mittels der softwaregestützten Bildanalyse konnten die Proteinspots auf den Gelen bezüglich ihrer Größe, ihrer Dichte und des prozentualen Volumens genau ausgemessen und miteinander verglichen werden. In der Arbeit mit der Software hat sich gezeigt, dass sich mit Hilfe des Computerprogramms und den Analyse- und Rechenleistungen eines Computers zahlreiche Möglichkeiten bieten, Polyacrylamid-Gele mit einer Präzision auszuwerten, die mit bisher angewandten Methoden – wenn überhaupt – nur mit sehr viel größerem Aufwand möglich gewesen wäre.

Durch die nötige Digitalisierung der Gele bieten sich allerdings wieder zahlreiche Möglichkeiten für das Auftreten von Fehlern, welche aber bei der guten Reproduzierbarkeit der Ergebnisse im vorliegenden Fall als gering einzustufen waren. Insgesamt lässt sich sagen, dass MELANIE oder ähnliche Programme durch die hohe Präzision und durch das Erkennen von Veränderungen, die mit bisher angewandten Methoden nicht sichtbar sind, zahlreiche wissenschaftlich wertvolle Möglichkeiten in der Auswertung von hochauflösenden 2-D-Gelelektrophoresen aufzeigen.

In der Kristallinverteilung zeigte sich im Alterungsprozess im wasserlöslichen Proteinanteil eine Abnahme der α - und γ -Kristalline und antiparallel dazu eine Zunahme der β -Kristalline. Im wasserunlöslichen Anteil der Linsenproteine zeigte sich ebenfalls eine Abnahme der γ -Kristalline, während die α - und β -Kristalline in ihrer Konzentration zunahmen. Diese Ergebnisse

stimmen mit diversen Studien über die Kristallinveränderungen im Alterungsprozess bei verschiedenen Säugetier-Spezies überein, d.h. die Schweinelinse verhält sich im Alterungsprozess bei den qualitativen Veränderungen der Kristalline analog zur humanen Linse und den Linsen anderer Säugetiere wie z.B. Hund, Rind und Meerschweinchen (Bours, 1980).

In Zusammenhang mit der Entwicklung des Göttinger Minipigs und der ethisch komplexen Diskussion über den Einsatz von Primaten in der Forschung zeigen die Ergebnisse dieser Arbeit, dass durchaus geeignete Möglichkeiten bestehen, das Schwein als Modell für die humane Linse in der experimentellen Ophthalmologie und insbesondere in der Kataraktforschung einzusetzen, zumal das Schwein aufgrund seiner Physiologie dem Menschen deutlich näher ist als beispielsweise das Rind. Und mit der Züchtung des Göttinger Minipigs ist der Universität Göttingen eine wichtige Voraussetzung dafür gelungen, dass sich Forschungen an Schweinen mit verhältnismäßig wenig Aufwand und Kosten betreiben lassen.

Auf dem Hintergrund dieser Ergebnisse legt sich die Schlussfolgerung nahe, in der Linsenforschung zukünftig vermehrt den Einsatz von Schweinelinsen zu präferieren.

7. Anhang

Die ‚Id‘ ist die Kennzeichnung des Geles welches ausgewertet worden ist. Auf dem Gel ist jedem einzelnen Spot eine bestimmte ‚SpotID‘ zugeordnet. Die Merkmale ‚X‘ und ‚Y‘ bezeichnen die Koordinaten, in denen der jeweilige Spot auf dem Gel zu finden ist. ‚Area‘ gibt die Fläche eines Spots in mm^2 wieder und ‚Vol‘ das aus der gemessenen Pixeldichte und der Flächenausdehnung sowie der Grauwerttiefe berechnete Volumen des Spots, welches dimensionslos angegeben wird. Das ‚%Vol‘ hingegen gibt an, welches Volumen der einzelne Spot prozentual in Bezug auf das Gesamtvolumen aller Spots auf dem Gel hat. Dieser Wert kann z.B. als Vergleichsparameter bei Arzneimittelstudien dienen, da durch die Zu- oder Abnahme des ‚%Vol‘ Aussagen über die Auswirkung eines Medikamentes auf die einzelnen Linsenproteingruppen gemacht werden können.

7.1 Spot-Reports der wasserlöslichen Linsenproteine des Schweins

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
cc3da1d6-1c4f-4988-8a0b-e48382b96e1f	29	710	400	6,07172	280,403	6,042
cc3da1d6-1c4f-4988-8a0b-e48382b96e1f	30	610	402	3,53407	33,0683	0,713
cc3da1d6-1c4f-4988-8a0b-e48382b96e1f	31	586	478	3,21149	284,36	6,127
cc3da1d6-1c4f-4988-8a0b-e48382b96e1f	32	631	478	10,595	1210,19	26,077
cc3da1d6-1c4f-4988-8a0b-e48382b96e1f	33	701	464	3,26167	34,309	0,739
cc3da1d6-1c4f-4988-8a0b-e48382b96e1f	34	517	475	3,5269	48,2074	1,039
cc3da1d6-1c4f-4988-8a0b-e48382b96e1f	35	800	478	2,98926	34,8891	0,752
cc3da1d6-1c4f-4988-8a0b-e48382b96e1f	36	720	485	3,44805	40,9966	0,883
cc3da1d6-1c4f-4988-8a0b-e48382b96e1f	37	636	501	2,89607	74,0714	1,596
cc3da1d6-1c4f-4988-8a0b-e48382b96e1f	38	1059	516	5,41222	113,479	2,445
cc3da1d6-1c4f-4988-8a0b-e48382b96e1f	39	609	519	4,50899	81,3195	1,752
cc3da1d6-1c4f-4988-8a0b-e48382b96e1f	40	694	517	6,03588	42,2962	0,911
cc3da1d6-1c4f-4988-8a0b-e48382b96e1f	42	511	523	3,16848	16,7625	0,361
cc3da1d6-1c4f-4988-8a0b-e48382b96e1f	43	886	542	5,81365	77,6433	1,673
cc3da1d6-1c4f-4988-8a0b-e48382b96e1f	44	656	550	4,96777	286,425	6,172
cc3da1d6-1c4f-4988-8a0b-e48382b96e1f	45	760	558	9,66314	735,997	15,859
cc3da1d6-1c4f-4988-8a0b-e48382b96e1f	46	922	556	4,86741	136,46	2,940
cc3da1d6-1c4f-4988-8a0b-e48382b96e1f	47	848	555	4,38712	130,006	2,801
cc3da1d6-1c4f-4988-8a0b-e48382b96e1f	48	513	557	3,56991	27,3059	0,588
cc3da1d6-1c4f-4988-8a0b-e48382b96e1f	49	622	557	4,65953	182,883	3,941
cc3da1d6-1c4f-4988-8a0b-e48382b96e1f	51	645	584	4,78139	57,0398	1,229
cc3da1d6-1c4f-4988-8a0b-e48382b96e1f	52	364	598	5,0753	54,5248	1,175
cc3da1d6-1c4f-4988-8a0b-e48382b96e1f	54	418	602	4,86741	230,384	4,964
cc3da1d6-1c4f-4988-8a0b-e48382b96e1f	55	379	725	1,62008	8,27962	0,178
cc3da1d6-1c4f-4988-8a0b-e48382b96e1f	56	724	425	3,37636	77,9073	1,679
cc3da1d6-1c4f-4988-8a0b-e48382b96e1f	57	657	564	1,53406	39,8927	0,860
cc3da1d6-1c4f-4988-8a0b-e48382b96e1f	58	771	484	2,17206	19,8424	0,428
cc3da1d6-1c4f-4988-8a0b-e48382b96e1f	59	459	593	1,96417	18,1865	0,392
cc3da1d6-1c4f-4988-8a0b-e48382b96e1f	60	463	553	1,41219	3,48389	0,075
cc3da1d6-1c4f-4988-8a0b-e48382b96e1f	61	464	521	2,49464	11,0108	0,237
cc3da1d6-1c4f-4988-8a0b-e48382b96e1f	62	583	463	2,50181	126,28	2,721
cc3da1d6-1c4f-4988-8a0b-e48382b96e1f	63	608	462	2,32259	122,869	2,648

Tab. 22: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 01 (3): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	71	684	324	6,18642	79304,1	3,585
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	73	603	326	4,95343	22354,5	1,011
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	90	682	384	3,61292	28307	1,280
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	94	521	388	5,4624	56488,7	2,554
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	95	626	394	12,7098	489389	22,126
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	97	581	398	4,60218	156331	7,068
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	101	711	405	9,91404	18872,5	0,853
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	102	745	406	10,4803	12399,2	0,561
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	108	679	430	12,5162	30990,2	1,401
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	110	523	434	5,68462	59915,4	2,709
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	111	462	439	3,79214	19545	0,884
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	112	603	433	5,2115	36157,1	1,635
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	116	644	461	5,00361	103491	4,679
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	117	733	470	11,9857	435657	19,697
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	119	516	465	5,24017	25958,1	1,174
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	120	463	465	4,28676	14913,5	0,674
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	121	616	468	2,76704	33607,3	1,519
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	122	1025	475	11,0682	58068,2	2,625
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	123	827	474	4,63802	72712,1	3,287
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	124	852	470	3,29751	34714,5	1,569
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	126	887	487	5,57709	38124,7	1,724
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	127	0	484	0,781367	22,7562	0,001
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	128	471	502	10,0287	32066	1,450
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	129	362	506	2,21507	14863,7	0,672
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	130	423	509	5,0753	153307	6,931
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	134	646	528	7,79216	36702,4	1,659
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	148	392	627	0,924737	2391,31	0,108
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	150	1078	638	0,824378	458,293	0,021
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	193	582	384	1,38352	31403,9	1,420
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	194	604	380	1,80646	31916,6	1,443
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	195	691	342	3,92834	27898	1,261
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	196	627	414	1,63442	18714,1	0,846
b4e1f7c2-dbb2-4792-ae06-78e62dd964de	197	644	480	2,70252	34782,7	1,573

Tab. 23: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 01 (5): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
97cf3473-6683-47e5-a9ba-530153737fc4	51	508	316	3,47672	26,9088	0,788
97cf3473-6683-47e5-a9ba-530153737fc4	52	428	319	3,60576	41,9636	1,229
97cf3473-6683-47e5-a9ba-530153737fc4	53	504	339	4,81006	24,5712	0,719
97cf3473-6683-47e5-a9ba-530153737fc4	54	423	342	3,26884	21,9564	0,643
97cf3473-6683-47e5-a9ba-530153737fc4	56	531	380	5,0968	350,936	10,275
97cf3473-6683-47e5-a9ba-530153737fc4	57	595	381	4,42297	120,105	3,517
97cf3473-6683-47e5-a9ba-530153737fc4	58	492	385	7,49108	629,457	18,430
97cf3473-6683-47e5-a9ba-530153737fc4	59	431	382	3,24016	20,1757	0,591
97cf3473-6683-47e5-a9ba-530153737fc4	60	487	407	4,14339	56,254	1,647
97cf3473-6683-47e5-a9ba-530153737fc4	61	513	427	9,41224	91,1027	2,667
97cf3473-6683-47e5-a9ba-530153737fc4	63	604	428	3,94268	68,276	1,999
97cf3473-6683-47e5-a9ba-530153737fc4	64	584	428	3,74196	48,153	1,410
97cf3473-6683-47e5-a9ba-530153737fc4	65	439	433	3,49823	21,529	0,630
97cf3473-6683-47e5-a9ba-530153737fc4	66	473	460	4,53049	171,083	5,009
97cf3473-6683-47e5-a9ba-530153737fc4	67	605	462	4,22225	55,1362	1,614
97cf3473-6683-47e5-a9ba-530153737fc4	68	586	463	3,09679	51,1791	1,499
97cf3473-6683-47e5-a9ba-530153737fc4	69	501	465	4,07171	185,273	5,425
97cf3473-6683-47e5-a9ba-530153737fc4	70	390	475	4,09321	442,712	12,963
97cf3473-6683-47e5-a9ba-530153737fc4	72	264	479	7,56277	102,503	3,001
97cf3473-6683-47e5-a9ba-530153737fc4	73	85	483	10,0072	103,972	3,044
97cf3473-6683-47e5-a9ba-530153737fc4	75	288	487	4,59501	149,192	4,368
97cf3473-6683-47e5-a9ba-530153737fc4	77	764	490	4,48031	106,799	3,127
97cf3473-6683-47e5-a9ba-530153737fc4	78	703	495	4,00719	219,105	6,415
97cf3473-6683-47e5-a9ba-530153737fc4	79	226	499	6,96778	61,8825	1,812
97cf3473-6683-47e5-a9ba-530153737fc4	81	417	509	6,93194	21,1485	0,619
97cf3473-6683-47e5-a9ba-530153737fc4	83	477	528	8,58786	67,2116	1,968
97cf3473-6683-47e5-a9ba-530153737fc4	89	413	473	1,88532	102,803	3,010
97cf3473-6683-47e5-a9ba-530153737fc4	90	473	481	2,50181	53,9143	1,579

Tab. 24: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 02 (5): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
583051d6-04cb-4d73-9880-714ae91dbe45	4	522	310	7,15416	57,054	0,971
583051d6-04cb-4d73-9880-714ae91dbe45	5	617	319	8,20076	294,694	5,015
583051d6-04cb-4d73-9880-714ae91dbe45	6	522	331	5,42656	35,8766	0,611
583051d6-04cb-4d73-9880-714ae91dbe45	7	625	340	5,24017	163,005	2,774
583051d6-04cb-4d73-9880-714ae91dbe45	11	491	379	5,36204	239,04	4,068
583051d6-04cb-4d73-9880-714ae91dbe45	12	535	390	13,5126	1060,35	18,044
583051d6-04cb-4d73-9880-714ae91dbe45	14	617	406	5,89968	153,121	2,606
583051d6-04cb-4d73-9880-714ae91dbe45	15	694	409	5,75631	157,412	2,679
583051d6-04cb-4d73-9880-714ae91dbe45	16	365	415	12,6237	49,4578	0,842
583051d6-04cb-4d73-9880-714ae91dbe45	17	538	412	2,91041	88,9527	1,514
583051d6-04cb-4d73-9880-714ae91dbe45	18	411	422	4,46598	24,4405	0,416
583051d6-04cb-4d73-9880-714ae91dbe45	19	507	429	10,6309	161,761	2,753
583051d6-04cb-4d73-9880-714ae91dbe45	20	587	432	10,3513	141,858	2,414
583051d6-04cb-4d73-9880-714ae91dbe45	21	332	445	6,27244	20,0684	0,341
583051d6-04cb-4d73-9880-714ae91dbe45	22	410	453	3,87816	28,3563	0,483
583051d6-04cb-4d73-9880-714ae91dbe45	23	433	456	2,85306	26,7352	0,455
583051d6-04cb-4d73-9880-714ae91dbe45	24	550	464	7,76349	266,61	4,537
583051d6-04cb-4d73-9880-714ae91dbe45	25	518	471	7,46958	343,322	5,842
583051d6-04cb-4d73-9880-714ae91dbe45	26	249	477	6,86742	88,5321	1,507
583051d6-04cb-4d73-9880-714ae91dbe45	27	359	480	8,40148	50,1703	0,854
583051d6-04cb-4d73-9880-714ae91dbe45	28	648	484	9,58429	697,731	11,873
583051d6-04cb-4d73-9880-714ae91dbe45	29	596	480	8,66672	183,839	3,128
583051d6-04cb-4d73-9880-714ae91dbe45	30	777	482	8,77425	224,433	3,819
583051d6-04cb-4d73-9880-714ae91dbe45	31	976	483	7,20434	272,317	4,634
583051d6-04cb-4d73-9880-714ae91dbe45	33	316	488	5,23301	233,403	3,972
583051d6-04cb-4d73-9880-714ae91dbe45	34	736	490	6,05021	283,286	4,821
583051d6-04cb-4d73-9880-714ae91dbe45	35	539	493	5,01795	47,2892	0,805
583051d6-04cb-4d73-9880-714ae91dbe45	36	815	497	12,7958	280,211	4,768
583051d6-04cb-4d73-9880-714ae91dbe45	38	597	514	15,8424	203,244	3,459

Tab. 25: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 03 (3,7): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	5	410	263	5,16132	36,011	0,449
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	6	495	271	6,99646	302,077	3,769
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	7	413	289	7,63445	48,5838	0,606
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	8	503	297	5,37638	247,554	3,088
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	9	603	300	5,25451	6,84797	0,085
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	10	511	313	3,07529	74,7676	0,933
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	11	331	335	9,84235	33,8927	0,423
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	12	382	329	2,48747	85,1303	1,062
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	13	411	333	3,45522	244,127	3,046
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	14	489	342	5,67028	67,7573	0,845
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	15	427	350	10,1219	988,144	12,328
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	17	386	345	2,48747	125,301	1,563
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	18	457	367	4,52332	81,4382	1,016
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	19	506	370	6,26527	280,565	3,500
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	20	547	370	6,55201	104,381	1,302
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	21	578	371	4,77422	293,947	3,667
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	22	431	376	4,40863	80,1568	1,000
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	23	485	383	4,53049	111,092	1,386
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	24	403	397	11,8925	194,229	2,423
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	26	263	394	9,72766	44,2225	0,552
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	27	314	395	4,34411	20,6656	0,258
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	28	477	401	8,06456	159,262	1,987
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	29	273	426	5,7348	13,6788	0,171
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	30	446	432	5,69896	192,269	2,399
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	31	336	433	3,49106	32,7798	0,409
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	32	537	445	7,77065	682,985	8,521
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	33	417	443	7,31904	454,835	5,674
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	34	486	447	16,4947	418,347	5,219
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	35	829	448	8,60937	443,593	5,534
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	36	621	452	8,37281	571,59	7,131
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	37	658	452	8,02155	345,141	4,306
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	38	712	453	3,84232	99,4827	1,241
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	39	571	455	5,14698	33,142	0,413
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	40	745	456	5,85667	40,5438	0,506
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	41	275	458	4,65236	11,6938	0,146
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	42	692	471	8,75274	207,386	2,587
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	43	152	475	5,72763	63,6037	0,793
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	44	438	478	10,3943	114,978	1,434
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	45	220	483	5,08247	267,58	3,338
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	46	406	483	8,37998	105,965	1,322
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	47	491	494	13,3908	145,946	1,821
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	48	622	495	4,88175	64,0736	0,799
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	51	182	619	2,65951	9,63974	0,120
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	52	621	696	2,84589	11,6497	0,145
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	54	110	728	4,552	8,31539	0,104
039e1ec3-0cab-4630-8826-e2df53be73cf	55	405	369	3,08246	46,287	0,577

Tab. 26: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 04 (3): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
cd82130f-3be0-496c-9f04-83bd6064b815	140	694	624	1,70427	14,6527	0,374
cd82130f-3be0-496c-9f04-83bd6064b815	141	865	628	1,9462	58,6594	1,498
cd82130f-3be0-496c-9f04-83bd6064b815	142	699	667	1,94799	45,2291	1,155
cd82130f-3be0-496c-9f04-83bd6064b815	143	878	671	2,3082	115,043	2,937
cd82130f-3be0-496c-9f04-83bd6064b815	145	703	738	5,14865	548,099	13,994
cd82130f-3be0-496c-9f04-83bd6064b815	146	496	729	1,84943	41,2438	1,053
cd82130f-3be0-496c-9f04-83bd6064b815	147	633	735	3,1684	302,054	7,712
cd82130f-3be0-496c-9f04-83bd6064b815	148	1017	780	1,98025	117,045	2,988
cd82130f-3be0-496c-9f04-83bd6064b815	149	770	789	2,97844	49,8969	1,274
cd82130f-3be0-496c-9f04-83bd6064b815	150	870	789	2,60569	154,637	3,948
cd82130f-3be0-496c-9f04-83bd6064b815	151	597	796	0,543001	3,85181	0,098
cd82130f-3be0-496c-9f04-83bd6064b815	152	827	809	2,80819	69,5659	1,776
cd82130f-3be0-496c-9f04-83bd6064b815	153	474	813	2,45336	117,062	2,989
cd82130f-3be0-496c-9f04-83bd6064b815	154	520	817	1,54478	17,6355	0,450
cd82130f-3be0-496c-9f04-83bd6064b815	157	666	822	6,05007	225,2	5,750
cd82130f-3be0-496c-9f04-83bd6064b815	158	392	825	3,70244	183,916	4,696
cd82130f-3be0-496c-9f04-83bd6064b815	159	808	840	3,19708	66,957	1,710
cd82130f-3be0-496c-9f04-83bd6064b815	160	391	862	2,61644	97,954	2,501
cd82130f-3be0-496c-9f04-83bd6064b815	161	741	868	2,08598	43,7924	1,118
cd82130f-3be0-496c-9f04-83bd6064b815	163	520	872	1,54836	43,3282	1,106
cd82130f-3be0-496c-9f04-83bd6064b815	164	688	884	3,29922	240,406	6,138
cd82130f-3be0-496c-9f04-83bd6064b815	166	936	886	2,36555	177,405	4,529
cd82130f-3be0-496c-9f04-83bd6064b815	167	1076	894	3,67198	291,702	7,448
cd82130f-3be0-496c-9f04-83bd6064b815	168	823	901	4,70063	80,6603	2,059
cd82130f-3be0-496c-9f04-83bd6064b815	173	1540	922	3,12898	109,045	2,784
cd82130f-3be0-496c-9f04-83bd6064b815	174	1281	918	1,74728	12,3964	0,316
cd82130f-3be0-496c-9f04-83bd6064b815	175	1176	925	1,87631	17,896	0,457
cd82130f-3be0-496c-9f04-83bd6064b815	177	182	935	2,82611	53,386	1,363
cd82130f-3be0-496c-9f04-83bd6064b815	178	306	946	5,54112	580,43	14,819
cd82130f-3be0-496c-9f04-83bd6064b815	180	386	945	2,33508	12,0694	0,308
cd82130f-3be0-496c-9f04-83bd6064b815	181	1075	962	2,30462	24,4875	0,625
cd82130f-3be0-496c-9f04-83bd6064b815	185	1192	1314	0,116485	1,02248	0,026

Tab. 27: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 05 (1): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	8	400	305	6,51617	34,8165	0,594
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	9	508	312	6,58068	136,987	2,339
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	10	406	326	13,2044	100,151	1,710
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	12	515	333	8,58786	195,117	3,332
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	13	353	356	2,81005	34,8348	0,595
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	14	386	357	4,37279	95,2132	1,626
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	15	359	372	3,8925	73,2496	1,251
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	16	404	375	6,2366	312,4	5,334
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	17	577	391	6,07172	243,136	4,152
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	18	435	390	5,81365	101,639	1,735
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	19	491	394	8,68105	283,042	4,833
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	21	385	407	18,7815	320,137	5,466
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	22	539	401	6,05021	107,548	1,836
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	23	459	402	3,46955	53,6773	0,917
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	24	218	411	10,0932	31,8221	0,543
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	25	270	412	6,70972	20,2567	0,346
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	28	460	421	9,06815	151,706	2,590
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	31	269	443	4,25092	11,0795	0,189
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	34	426	445	5,16132	131,649	2,248
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	35	391	451	5,90684	200,634	3,426
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	36	859	456	11,699	431,505	7,368
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	37	655	456	7,97137	266,468	4,550
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	38	530	458	8,12908	441,999	7,547
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	39	765	462	14,5521	96,7753	1,652
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	40	605	467	7,97854	613,81	10,481
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	41	462	467	11,2832	301,388	5,146
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	42	708	466	6,32262	221,504	3,782
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	43	221	477	14,9033	43,9193	0,750
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	44	99	476	10,6165	72,4591	1,237
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	45	687	474	6,63086	213,33	3,643
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	46	169	481	5,21867	127,43	2,176
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	47	655	484	10,3657	212,967	3,636
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	48	376	483	10,5305	94,4508	1,613
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	49	862	503	5,06096	32,1709	0,549
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	51	126	586	4,78856	10,4384	0,178
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	52	612	650	4,20791	16,1781	0,276
f9e041ef-d377-4730-bf4b-5b6a0cb98cb0	53	48	676	7,31187	20,6152	0,352

Tab. 28: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 05 (3): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	79	495	319	8,25094	108,094	2,550
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	80	604	322	8,44449	182,154	4,296
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	82	448	358	4,53049	144,174	3,401
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	83	492	361	4,94627	299,328	7,060
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	84	641	376	8,65238	107,226	2,529
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	85	515	377	6,22943	77,5816	1,830
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	86	568	377	4,98211	170,833	4,029
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	87	464	396	14,3012	177,339	4,183
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	89	372	398	6,32262	48,7887	1,151
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	90	536	405	8,86027	104,451	2,464
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	91	391	431	4,63085	40,0523	0,945
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	92	509	430	4,60935	64,3042	1,517
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	93	474	438	5,0968	141,208	3,331
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	94	603	443	5,36921	228,475	5,389
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	95	878	445	8,31546	227,083	5,356
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	96	540	447	12,7098	216,754	5,112
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	97	808	448	9,38357	20,4897	0,483
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	98	667	452	6,2581	287,032	6,770
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	99	747	453	10,3943	166,408	3,925
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	101	196	457	12,466	231,951	5,471
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	103	267	464	5,16849	194,047	4,577
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	104	461	471	12,3011	107,547	2,537
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	105	534	482	15,2761	166,62	3,930
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	106	668	483	6,27244	147,95	3,490
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	109	709	485	16,1506	196,793	4,642
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	110	880	489	4,79573	50,7893	1,198
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	111	221	564	3,57708	10,363	0,244
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	113	143	650	7,11832	19,2752	0,455
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	114	505	308	5,55559	46,5164	1,097
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	115	605	310	4,07888	43,7494	1,032
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	116	469	347	3,44805	115,829	2,732
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	117	440	343	2,18639	46,3085	1,092
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	118	328	461	4,47314	33,993	0,802
5aa7bacd-55f0-498c-9734-cdc4975760a5	119	549	381	1,27599	16,1816	0,382

Tab. 29: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 05 (4): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	12	685	609	2,7831	33,5009	0,776
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	15	854	616	2,66662	78,3502	1,815
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	17	692	653	4,5053	82,0088	1,900
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	19	871	660	3,65585	176,557	4,091
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	21	498	719	3,32431	53,2993	1,235
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	22	701	729	5,43539	511,447	11,850
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	23	631	725	3,37987	259,469	6,012
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	25	767	775	4,43003	96,0841	2,226
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	26	866	778	3,72395	177,404	4,110
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	27	663	775	3,05013	46,1627	1,070
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	28	1009	781	2,41214	141,977	3,289
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	30	664	809	6,72748	211,08	4,891
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	31	481	808	4,41928	120,55	2,793
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	32	338	815	2,77235	40,0678	0,928
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	33	397	820	3,98559	120,41	2,790
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	34	271	815	2,18096	11,3315	0,263
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	35	804	826	5,61101	133,882	3,102
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	36	742	858	2,77952	51,54	1,194
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	38	398	860	3,12718	73,0017	1,691
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	39	523	868	3,31894	54,7397	1,268
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	40	688	875	3,6899	176,52	4,090
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	41	935	884	2,74726	183,638	4,255
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	43	820	894	10,3744	173,63	4,023
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	44	1069	902	4,65404	375,338	8,696
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	45	1519	906	4,1648	167,016	3,870
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	46	1163	908	5,17195	99,9045	2,315
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	47	1262	912	7,71492	149,82	3,471
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	51	188	939	4,01427	49,8664	1,155
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	53	312	947	4,25978	367,731	8,520
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	54	659	944	4,79561	36,0907	0,836
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	55	392	942	1,62004	8,44084	0,196
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	56	1069	969	3,39958	54,0477	1,252
79ef42f2-0090-4ebb-b978-0665f2b6e148	59	117	1240	0,33512	1,18928	0,028

Tab. 30: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 06 (1): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	4	362	317	4,83157	36,0982	0,926
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	5	444	323	4,20074	83,5501	2,144
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	7	366	343	5,7348	73,3837	1,883
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	8	452	348	6,16491	180,11	4,622
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	10	275	377	7,09682	32,9046	0,844
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	11	335	378	2,50898	63,1406	1,620
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	12	362	378	3,48389	112,854	2,896
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	13	270	392	4,50182	23,0309	0,591
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	14	337	393	3,36203	115,723	2,970
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	15	373	396	5,24734	277,072	7,111
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	16	405	412	7,87101	141,407	3,629
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	17	454	415	8,90328	244,53	6,276
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	18	523	416	4,78856	175,615	4,507
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	19	353	427	8,53768	187,538	4,813
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	20	261	437	4,32261	58,9774	1,514
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	21	355	439	5,41939	90,5341	2,323
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	22	224	441	5,80649	65,329	1,677
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	23	423	441	6,8961	126,295	3,241
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	24	224	470	4,91042	40,2285	1,032
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	25	280	470	6,60219	47,6368	1,223
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	26	391	472	4,85308	63,9349	1,641
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	27	364	478	5,5986	171,248	4,395
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	28	484	485	4,46598	184,545	4,736
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	29	599	485	6,83875	106,983	2,746
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	30	770	491	9,11833	198,417	5,092
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	31	431	494	10,8388	152,086	3,903
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	33	223	500	8,3298	34,0837	0,875
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	34	554	500	5,90684	305,425	7,838
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	36	651	501	8,98213	135,45	3,476
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	37	120	502	10,2295	73,9304	1,897
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	38	180	509	4,63085	170,736	4,382
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	39	599	512	7,33338	74,598	1,914
51d701cb-542e-40df-9ae5-ac4d57002d02	40	350	513	6,77423	49,133	1,261

Tab. 31: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 06 (2): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
1d795bab-91a4-40dd-a444-843581efbb61	36	468	332	7,26169	95,3619	2,127
1d795bab-91a4-40dd-a444-843581efbb61	37	364	349	10,5807	61,8466	1,379
1d795bab-91a4-40dd-a444-843581efbb61	38	474	354	11,0825	204,635	4,563
1d795bab-91a4-40dd-a444-843581efbb61	39	346	380	4,48031	81,2651	1,812
1d795bab-91a4-40dd-a444-843581efbb61	40	312	383	3,16848	36,3602	0,811
1d795bab-91a4-40dd-a444-843581efbb61	41	364	398	6,15774	228,414	5,093
1d795bab-91a4-40dd-a444-843581efbb61	42	317	398	4,09321	63,9398	1,426
1d795bab-91a4-40dd-a444-843581efbb61	43	393	414	5,93552	84,5184	1,885
1d795bab-91a4-40dd-a444-843581efbb61	44	450	415	10,2295	237,968	5,307
1d795bab-91a4-40dd-a444-843581efbb61	45	536	414	6,2366	191,524	4,271
1d795bab-91a4-40dd-a444-843581efbb61	47	339	443	8,83159	142,588	3,180
1d795bab-91a4-40dd-a444-843581efbb61	48	230	439	3,72762	17,7317	0,395
1d795bab-91a4-40dd-a444-843581efbb61	49	419	444	10,0431	140,66	3,137
1d795bab-91a4-40dd-a444-843581efbb61	50	384	468	4,83157	86,5051	1,929
1d795bab-91a4-40dd-a444-843581efbb61	51	349	477	6,07172	157,055	3,502
1d795bab-91a4-40dd-a444-843581efbb61	53	831	484	12,6094	348,085	7,762
1d795bab-91a4-40dd-a444-843581efbb61	54	490	483	7,89252	325,351	7,255
1d795bab-91a4-40dd-a444-843581efbb61	55	621	484	7,97854	195,225	4,353
1d795bab-91a4-40dd-a444-843581efbb61	56	422	490	13,0682	279,125	6,224
1d795bab-91a4-40dd-a444-843581efbb61	57	567	497	7,64162	543,727	12,125
1d795bab-91a4-40dd-a444-843581efbb61	58	674	497	12,1578	321,498	7,169
1d795bab-91a4-40dd-a444-843581efbb61	59	70	501	10,1076	47,9903	1,070
1d795bab-91a4-40dd-a444-843581efbb61	60	131	508	5,0968	140,839	3,141
1d795bab-91a4-40dd-a444-843581efbb61	61	181	503	9,59862	32,9028	0,734
1d795bab-91a4-40dd-a444-843581efbb61	62	620	511	12,7958	191,27	4,265
1d795bab-91a4-40dd-a444-843581efbb61	63	336	513	8,25811	61,123	1,363
1d795bab-91a4-40dd-a444-843581efbb61	66	345	421	9,87103	166,94	3,723

Tab. 32: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 06 (3): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	6	522	283	6,01437	89,7732	1,556
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	7	417	299	10,6667	99,9201	1,732
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	10	535	305	10,4947	367,465	6,369
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	11	303	329	4,27959	33,035	0,573
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	12	391	330	3,01794	97,4448	1,689
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	13	364	330	2,4588	74,539	1,292
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	14	302	342	3,53407	30,3342	0,526
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	15	369	343	3,48389	130,195	2,257
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	16	413	346	6,41581	372,119	6,450
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	17	571	360	6,5305	168,162	2,915
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	18	438	361	5,74197	110,003	1,907
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	19	495	363	6,3943	178,316	3,091
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	20	386	387	6,74556	150,524	2,609
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	21	173	379	5,97136	30,0729	0,521
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	22	207	379	5,13981	49,1164	0,851
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	23	237	381	10,8316	132,793	2,302
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	24	293	382	7,54126	109,883	1,904
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	25	462	388	8,09324	122,397	2,121
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	27	314	415	3,28317	56,1473	0,973
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	28	432	415	3,98569	109,864	1,904
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	29	396	423	5,10397	221,949	3,847
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	30	532	427	6,26527	349,087	6,050
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	31	633	435	12,294	235,215	4,077
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	32	803	431	7,26169	238,294	4,130
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	33	464	434	11,4696	263,316	4,564
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	34	595	434	6,18642	434,919	7,538
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	36	242	444	10,2151	74,0889	1,284
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	38	671	441	10,4517	253,575	4,395
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	39	114	443	9,49109	397,501	6,889
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	40	187	450	6,41581	441,978	7,660
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	41	383	454	7,42657	78,6565	1,363
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	43	594	465	4,75272	68,6601	1,190
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	48	70	634	5,17566	21,2303	0,368
d4b8df6a-c4f7-4ea9-9213-ed6ae604889c	49	387	368	8,12908	179,098	3,104

Tab. 33: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 06 (4): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	15	626	647	2,91393	30,4214	0,696
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	16	795	658	3,41929	85,6205	1,958
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	20	633	695	5,55367	85,8442	1,963
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	21	811	708	4,71497	183,898	4,206
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	25	434	767	2,86554	19,4604	0,445
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	26	562	767	2,18276	63,9989	1,464
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	27	618	768	2,9426	114,6	2,621
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	29	425	794	2,24369	15,198	0,348
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	30	568	796	3,07342	126,828	2,901
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	31	644	804	4,65762	329,123	7,528
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	32	602	836	4,63074	74,5141	1,704
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	33	702	839	5,74542	124,352	2,844
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	34	802	843	6,3601	221,925	5,076
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	35	944	842	4,22752	172,983	3,957
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	36	1843	854	0,587803	1,59681	0,037
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	39	604	883	9,56255	335,65	7,677
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	41	407	888	3,86731	66,2411	1,515
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	42	273	889	2,16663	15,8069	0,362
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	43	210	890	2,49458	6,18093	0,141
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	44	332	894	4,06265	67,0325	1,533
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	45	739	898	6,01602	129,644	2,965
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	49	333	954	3,69348	39,7825	0,910
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	50	678	956	3,60926	51,9355	1,188
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	51	457	961	2,57881	27,8011	0,636
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	52	624	973	4,40494	153,775	3,517
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	53	1100	981	5,79201	108,06	2,472
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	54	870	983	3,90674	216,852	4,960
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	55	1468	986	4,76336	157,692	3,607
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	56	1313	997	4,76156	16,0691	0,368
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	57	750	999	12,5338	189,837	4,342
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	59	1003	1007	5,76692	343,181	7,849
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	61	1210	1011	6,00527	108,743	2,487
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	64	1473	1023	3,81355	63,6562	1,456
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	65	1103	1032	7,87441	79,0748	1,809
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	66	124	1030	4,17018	24,1481	0,552
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	67	245	1047	10,1056	424,424	9,708
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	68	328	1041	3,04296	11,8759	0,272
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	69	595	1046	4,83146	33,2201	0,760
ec6035d2-f4e8-4d53-b77b-c0a9e0bad4fa	70	1002	1068	3,44797	50,9944	1,166

Tab. 34: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 07 (1): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	2	336	348	5,39071	25,7604	0,908
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	3	423	350	4,95343	50,2502	1,771
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	4	339	374	8,65955	61,1732	2,156
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	5	430	377	7,99288	119,156	4,199
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	6	239	407	8,20076	19,9036	0,701
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	7	304	409	3,03228	36,7493	1,295
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	8	333	409	3,64877	52,7513	1,859
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	9	232	427	4,52332	16,6438	0,586
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	10	306	428	3,84948	82,1766	2,896
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	11	345	430	4,8029	163,049	5,746
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	12	499	448	6,84592	90,8568	3,202
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	13	376	447	7,16133	59,4747	2,096
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	14	428	448	6,98929	103,116	3,634
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	15	323	465	13,1542	123,322	4,346
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	16	224	476	5,97853	49,1735	1,733
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	17	118	477	6,86742	17,4759	0,616
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	18	152	478	4,02153	20,1735	0,711
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	19	182	478	5,77064	50,3144	1,773
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	20	398	483	10,2725	84,4938	2,977
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	21	326	482	5,36204	47,2887	1,666
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	22	182	509	4,42297	26,6022	0,937
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	23	363	512	4,53049	29,1888	1,029
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	24	248	514	3,90683	21,7579	0,767
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	25	335	520	5,17566	81,5335	2,873
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	26	462	525	4,84591	109,659	3,864
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	27	579	537	7,79933	84,8365	2,989
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	28	406	538	6,16491	36,6324	1,291
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	30	532	540	6,56635	212,751	7,497
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	31	181	542	4,55917	11,3486	0,400
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	32	761	547	9,75633	184,866	6,514
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	33	628	547	12,8029	117,228	4,131
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	34	680	550	15,1184	42,5724	1,500
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	35	72	554	12,1434	41,6045	1,466
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	36	579	572	10,5234	73,3075	2,583
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	37	136	568	9,44808	341,127	12,021
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	38	321	565	11,6201	44,3358	1,562
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	39	532	578	6,05738	57,8623	2,039
67475c8e-5394-4703-bd7b-21fdef7ccf14	41	762	598	7,99288	47,3352	1,668

Tab. 35: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 07 (2): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	5	392	311	3,08246	16,0138	0,498
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	6	490	315	3,92834	44,3185	1,377
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	7	396	332	6,12907	52,9469	1,645
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	8	496	338	7,46241	113,881	3,539
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	10	297	362	3,21866	10,6497	0,331
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	11	352	365	2,45163	40,7192	1,265
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	12	378	365	3,62009	70,3809	2,187
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	13	295	380	2,8674	9,4855	0,295
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	14	358	383	3,74196	83,4612	2,593
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	15	395	386	5,83516	241,008	7,489
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	16	420	401	5,78498	83,3579	2,590
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	17	471	402	5,51258	121,342	3,771
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	18	545	404	5,37638	80,3417	2,497
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	19	374	415	9,03948	134,143	4,168
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	20	227	420	8,94629	40,6801	1,264
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	21	283	424	5,14698	41,4145	1,287
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	22	372	430	6,95345	82,0486	2,550
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	23	440	433	9,40507	95,3224	2,962
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	24	302	461	3,75629	32,0984	0,997
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	25	413	464	3,79214	52,2173	1,623
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	26	380	472	6,15774	169,915	5,280
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	27	505	481	5,33336	211,547	6,574
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	28	617	482	4,88175	22,0058	0,684
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	29	444	488	11,3692	196,286	6,099
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	30	232	493	8,34413	36,8484	1,145
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	32	790	489	6,17208	150,951	4,691
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	33	109	487	10,1291	185,686	5,770
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	34	178	495	4,81006	163,821	5,091
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	35	572	495	5,51258	252,16	7,836
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	36	657	499	8,8531	124,58	3,871
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	37	367	507	8,70256	68,3777	2,125
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	38	617	523	11,8782	70,7172	2,197
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	40	790	514	6,43015	78,1574	2,429
f7fc0d99-a363-4138-8c21-95b669e1b0c8	41	571	527	4,26526	41,2701	1,282

Tab. 36: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 07 (4): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	8	637	684	2,36017	22,881	0,590
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	9	810	691	2,54655	63,4762	1,636
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	10	642	730	3,54474	64,2517	1,656
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	11	825	739	3,3046	135,522	3,492
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	13	440	798	2,12362	14,3891	0,371
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	14	567	801	2,01251	63,6106	1,639
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	15	622	801	2,52504	99,2446	2,557
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	16	430	828	2,13079	16,2484	0,419
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	17	651	835	4,31354	355,048	9,149
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	18	573	831	2,69888	133,563	3,442
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	19	709	870	4,71855	96,1085	2,477
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	20	604	869	4,62537	59,739	1,539
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	21	810	873	4,44257	163,895	4,223
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	22	953	874	2,92468	149,055	3,841
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	24	602	902	4,77411	119,163	3,071
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	26	413	919	3,19887	68,0897	1,755
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	27	338	921	3,57879	67,5841	1,742
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	28	748	928	4,84938	95,1585	2,452
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	29	610	928	4,3924	85,4949	2,203
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	31	338	983	3,55728	35,9259	0,926
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	32	683	989	2,49816	46,5891	1,201
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	33	460	991	2,3082	25,5496	0,658
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	34	629	1004	3,5089	136,54	3,518
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	35	1476	1021	9,82957	469,081	12,087
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	36	878	1012	3,02504	190,075	4,898
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	37	1109	1020	3,08776	56,085	1,445
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	38	760	1028	7,92101	134,558	3,467
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	41	1008	1040	4,98378	390,757	10,069
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	43	1204	1041	5,27948	115,43	2,974
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	44	336	1046	4,59132	20,1898	0,520
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	46	135	1057	3,85119	23,5555	0,607
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	47	253	1071	3,72395	207,643	5,351
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	48	1111	1071	5,93359	59,9617	1,545
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	49	595	1077	3,3512	17,5777	0,453
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	50	1010	1101	2,81178	32,1636	0,829
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	51	1482	1110	2,9659	14,1788	0,365
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	52	254	1108	1,89602	16,9991	0,438
c696f7f9-121c-4b1d-87f2-c52f5a5218c0	55	419	985	1,78133	15,394	0,397

Tab. 37: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 08 (1): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	3	352	336	5,10397	37,8701	1,106
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	4	441	338	4,50899	69,5984	2,033
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	5	353	361	6,98929	67,537	1,973
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	6	449	366	5,76347	111,747	3,265
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	7	255	395	7,66313	33,1653	0,969
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	8	347	399	3,80647	77,9224	2,277
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	9	320	401	3,18281	58,4761	1,708
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	10	361	420	5,90684	239,356	6,993
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	11	322	421	4,37279	124,008	3,623
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	12	394	435	6,60219	79,5641	2,324
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	13	445	440	9,46242	180,78	5,282
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	14	517	442	6,16491	121,251	3,542
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	15	336	456	7,44807	131,621	3,845
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	16	244	462	7,97137	79,6401	2,327
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	17	196	463	7,86385	80,1652	2,342
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	18	413	471	10,294	111,245	3,250
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	19	199	495	5,41222	40,2777	1,177
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	20	264	503	4,3011	32,6293	0,953
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	21	380	503	5,64878	45,9806	1,343
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	22	350	511	5,97853	121,676	3,555
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	23	477	521	4,52332	134,927	3,942
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	24	596	529	6,3728	57,5404	1,681
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	25	419	530	16,6381	120,852	3,531
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	26	547	537	7,21151	237,937	6,951
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	27	777	539	9,74199	172,491	5,039
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	28	646	541	13,4409	132,201	3,862
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	29	92	541	11,147	60,8565	1,778
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	30	154	550	5,64878	184,259	5,383
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	32	597	559	11,19	92,4342	2,700
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	33	547	572	4,98928	54,1415	1,582
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	34	778	589	8,51618	45,6383	1,333
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	37	344	439	4,04303	48,4232	1,415
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	38	339	474	5,46957	88,0722	2,573
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	39	249	413	4,48748	44,3443	1,296
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	40	241	498	2,50181	20,3084	0,593
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	41	199	533	5,08964	38,4518	1,123
95b458bc-85d3-4dbc-9038-7d2cf3d51f50	42	156	568	3,58425	45,4913	1,329

Tab. 38: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 08 (2): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	6	501	292	5,37638	57,3	1,427
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	7	399	307	9,30471	108,209	2,694
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	9	510	315	8,63087	132,471	3,298
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	10	350	340	2,68819	48,9658	1,219
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	11	376	341	3,62009	73,4885	1,830
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	12	355	357	4,12189	96,8018	2,410
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	13	395	360	6,28678	261,811	6,518
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	14	423	376	7,58427	98,6464	2,456
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	15	477	378	4,73838	128,225	3,192
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	16	557	381	5,51975	108,304	2,696
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	17	371	391	8,86027	172,08	4,284
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	18	225	395	13,5055	105,81	2,634
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	19	277	398	6,83875	55,5323	1,383
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	20	437	405	9,80651	93,4958	2,328
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	21	276	429	5,26885	33,8145	0,842
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	22	299	435	4,35128	42,3744	1,055
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	23	417	437	5,45523	71,7794	1,787
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	24	378	443	6,31545	162,596	4,048
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	25	515	452	4,48031	205,813	5,124
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	26	446	456	11,7563	197,234	4,911
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	28	806	461	6,70972	116,972	2,912
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	29	108	460	10,5234	290,826	7,241
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	30	231	465	13,6345	80,525	2,005
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	31	584	464	4,75988	212,622	5,294
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	32	175	467	5,92835	333,149	8,294
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	33	665	467	11,0323	103,615	2,580
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	34	363	476	8,43733	65,0968	1,621
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	36	584	495	4,96777	69,2792	1,725
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	37	627	507	7,65596	56,6414	1,410
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	38	808	506	5,44806	27,5438	0,686
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	41	628	466	5,96419	63,3337	1,577
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	42	371	373	3,18281	51,4985	1,282
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	43	367	409	4,52332	60,3014	1,501
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	44	394	285	3,34769	24,3514	0,606
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	45	291	337	2,50181	24,8747	0,619
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	46	290	354	2,50181	25,4052	0,633
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	47	226	427	5,82082	65,4843	1,630
e3aae8d1-1aff-4631-bc11-06dd9e2d2a81	48	174	481	3,8925	90,3016	2,248

Tab. 39: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 08 (4): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
b545aca7-41a9-4bdb-9249-c35d77bccd48	11	388	335	6,99646	173,38	2,516
b545aca7-41a9-4bdb-9249-c35d77bccd48	14	528	358	13,6058	80,8796	1,174
b545aca7-41a9-4bdb-9249-c35d77bccd48	16	384	361	8,25094	243,535	3,534
b545aca7-41a9-4bdb-9249-c35d77bccd48	18	582	398	4,37995	64,2845	0,933
b545aca7-41a9-4bdb-9249-c35d77bccd48	20	546	419	10,509	335,272	4,865
b545aca7-41a9-4bdb-9249-c35d77bccd48	21	606	416	5,33336	83,3914	1,210
b545aca7-41a9-4bdb-9249-c35d77bccd48	22	373	433	7,13983	298,567	4,333
b545aca7-41a9-4bdb-9249-c35d77bccd48	23	460	433	8,14342	281,714	4,088
b545aca7-41a9-4bdb-9249-c35d77bccd48	24	418	436	7,84234	246,4	3,576
b545aca7-41a9-4bdb-9249-c35d77bccd48	27	695	460	6,2366	67,4138	0,978
b545aca7-41a9-4bdb-9249-c35d77bccd48	28	505	461	12,3298	222,64	3,231
b545aca7-41a9-4bdb-9249-c35d77bccd48	29	585	459	12,3585	191,514	2,779
b545aca7-41a9-4bdb-9249-c35d77bccd48	30	697	491	6,18642	44,9541	0,652
b545aca7-41a9-4bdb-9249-c35d77bccd48	32	307	498	8,3298	167,011	2,424
b545aca7-41a9-4bdb-9249-c35d77bccd48	33	273	499	8,466	222,774	3,233
b545aca7-41a9-4bdb-9249-c35d77bccd48	34	99	502	8,95346	254,731	3,697
b545aca7-41a9-4bdb-9249-c35d77bccd48	35	673	497	2,63084	42,8748	0,622
b545aca7-41a9-4bdb-9249-c35d77bccd48	36	178	505	17,0252	123,102	1,786
b545aca7-41a9-4bdb-9249-c35d77bccd48	37	541	500	7,88535	111,665	1,620
b545aca7-41a9-4bdb-9249-c35d77bccd48	38	577	505	7,31187	201,581	2,925
b545aca7-41a9-4bdb-9249-c35d77bccd48	39	430	513	11,4338	650,318	9,437
b545aca7-41a9-4bdb-9249-c35d77bccd48	41	508	519	13,4768	346,288	5,025
b545aca7-41a9-4bdb-9249-c35d77bccd48	42	363	525	11,3692	669,754	9,719
b545aca7-41a9-4bdb-9249-c35d77bccd48	43	741	523	8,8746	80,6672	1,171
b545aca7-41a9-4bdb-9249-c35d77bccd48	44	857	524	12,4517	211,644	3,071
b545aca7-41a9-4bdb-9249-c35d77bccd48	45	461	522	5,04662	128,738	1,868
b545aca7-41a9-4bdb-9249-c35d77bccd48	46	265	526	13,8065	499,743	7,252
b545aca7-41a9-4bdb-9249-c35d77bccd48	47	797	529	8,60937	367,78	5,337
b545aca7-41a9-4bdb-9249-c35d77bccd48	48	310	533	9,71332	146,824	2,131
b545aca7-41a9-4bdb-9249-c35d77bccd48	49	99	531	8,17926	113,69	1,650
b545aca7-41a9-4bdb-9249-c35d77bccd48	50	843	644	5,31186	25,2967	0,367
b545aca7-41a9-4bdb-9249-c35d77bccd48	53	534	432	5,71329	192,682	2,796

Tab. 40: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 09 (1): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
73dae163-fbd9-45a9-b474-2bb38e6aeba6	3	418	326	5,4624	50,1478	1,958
73dae163-fbd9-45a9-b474-2bb38e6aeba6	4	412	349	9,54844	97,9084	3,823
73dae163-fbd9-45a9-b474-2bb38e6aeba6	5	595	375	3,69178	29,3551	1,146
73dae163-fbd9-45a9-b474-2bb38e6aeba6	6	622	381	4,22225	31,1687	1,217
73dae163-fbd9-45a9-b474-2bb38e6aeba6	7	561	388	5,2115	110,244	4,304
73dae163-fbd9-45a9-b474-2bb38e6aeba6	8	480	412	6,53767	90,9107	3,550
73dae163-fbd9-45a9-b474-2bb38e6aeba6	9	395	413	5,4624	101,662	3,969
73dae163-fbd9-45a9-b474-2bb38e6aeba6	10	437	420	8,8746	103,672	4,048
73dae163-fbd9-45a9-b474-2bb38e6aeba6	11	598	430	9,72766	49,3658	1,927
73dae163-fbd9-45a9-b474-2bb38e6aeba6	12	518	439	6,82441	67,2821	2,627
73dae163-fbd9-45a9-b474-2bb38e6aeba6	13	555	461	4,17207	26,1649	1,022
73dae163-fbd9-45a9-b474-2bb38e6aeba6	14	590	469	4,8029	75,4991	2,948
73dae163-fbd9-45a9-b474-2bb38e6aeba6	15	446	479	7,66313	244,175	9,534
73dae163-fbd9-45a9-b474-2bb38e6aeba6	16	521	481	11,233	128,801	5,029
73dae163-fbd9-45a9-b474-2bb38e6aeba6	17	477	484	9,19719	58,829	2,297
73dae163-fbd9-45a9-b474-2bb38e6aeba6	18	385	489	9,07532	252,147	9,845
73dae163-fbd9-45a9-b474-2bb38e6aeba6	19	123	493	8,12908	118,597	4,631
73dae163-fbd9-45a9-b474-2bb38e6aeba6	20	878	493	8,5807	74,9174	2,925
73dae163-fbd9-45a9-b474-2bb38e6aeba6	23	209	497	6,38713	14,4352	0,564
73dae163-fbd9-45a9-b474-2bb38e6aeba6	24	808	498	5,0753	91,0646	3,556
73dae163-fbd9-45a9-b474-2bb38e6aeba6	25	302	508	12,1291	212,259	8,288
73dae163-fbd9-45a9-b474-2bb38e6aeba6	26	521	519	6,97495	40,2143	1,570
73dae163-fbd9-45a9-b474-2bb38e6aeba6	27	385	524	5,45523	97,6325	3,812
73dae163-fbd9-45a9-b474-2bb38e6aeba6	28	124	535	4,47314	30,8612	1,205
73dae163-fbd9-45a9-b474-2bb38e6aeba6	29	298	535	7,62012	74,0794	2,892
73dae163-fbd9-45a9-b474-2bb38e6aeba6	30	332	542	9,16851	64,5157	2,519
73dae163-fbd9-45a9-b474-2bb38e6aeba6	33	757	494	4,39429	14,5592	0,568
73dae163-fbd9-45a9-b474-2bb38e6aeba6	34	709	428	4,40146	24,208	0,945
73dae163-fbd9-45a9-b474-2bb38e6aeba6	35	707	459	2,50181	13,7564	0,537
73dae163-fbd9-45a9-b474-2bb38e6aeba6	36	683	461	2,50181	13,9069	0,543
73dae163-fbd9-45a9-b474-2bb38e6aeba6	37	550	410	5,16849	66,0649	2,579
73dae163-fbd9-45a9-b474-2bb38e6aeba6	38	282	491	4,04303	92,7819	3,623

Tab. 41: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 09 (2): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	5	369	338	5,24017	91,721	1,799
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	6	470	339	7,88535	50,3092	0,987
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	7	350	363	14,9248	295,672	5,800
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	8	468	364	11,0036	85,6568	1,680
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	10	502	405	5,47673	132,244	2,594
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	11	460	411	5,54842	383,558	7,524
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	12	300	430	4,63802	109,725	2,152
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	13	382	433	7,42657	126,426	2,480
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	14	331	437	11,5771	111,454	2,186
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	15	441	433	7,41223	148,481	2,913
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	17	571	449	5,61294	36,4958	0,716
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	18	481	452	10,0287	136,115	2,670
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	19	405	465	9,87103	111,557	2,188
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	20	556	483	5,00361	53,5458	1,050
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	21	431	489	7,60578	115,896	2,274
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	22	474	492	4,78139	188,544	3,699
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	23	343	496	5,69896	565,15	11,086
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	24	65	498	7,48391	217,263	4,262
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	25	140	511	12,3513	56,2879	1,104
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	26	271	510	7,35488	390,856	7,667
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	27	405	509	7,29753	127,141	2,494
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	29	193	513	12,5234	337,357	6,618
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	31	732	519	11,2761	169,33	3,322
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	32	624	521	14,9678	102,138	2,004
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	33	560	522	8,40865	41,483	0,814
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	34	670	524	5,51975	220,786	4,331
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	35	488	526	19,8998	167,416	3,284
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	36	271	541	5,40505	143,863	2,822
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	37	406	545	10,7312	78,0788	1,532
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	39	715	646	4,00002	13,2598	0,260
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	41	65	528	4,62368	58,5236	1,148
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	42	196	539	5,90684	76,9108	1,509
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	43	362	501	3,97135	104,23	2,045
dcf86b94-ff0f-4cea-83ab-16f124f5c6fc	44	479	399	1,85664	50,201	0,985

Tab. 42: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 09 (3): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
3fe021a1-623d-4d0a-9446-5a6048714331	15	481	318	8,55919	64,8748	0,954
3fe021a1-623d-4d0a-9446-5a6048714331	17	477	342	12,7313	108,915	1,601
3fe021a1-623d-4d0a-9446-5a6048714331	18	363	343	8,37281	353,728	5,200
3fe021a1-623d-4d0a-9446-5a6048714331	24	495	408	9,48393	578,595	8,506
3fe021a1-623d-4d0a-9446-5a6048714331	25	557	405	4,39429	72,0346	1,059
3fe021a1-623d-4d0a-9446-5a6048714331	27	354	416	5,75631	332,766	4,892
3fe021a1-623d-4d0a-9446-5a6048714331	29	419	417	7,3047	322,995	4,748
3fe021a1-623d-4d0a-9446-5a6048714331	30	489	428	5,44806	147,565	2,169
3fe021a1-623d-4d0a-9446-5a6048714331	32	458	450	11,0682	266,455	3,917
3fe021a1-623d-4d0a-9446-5a6048714331	33	654	453	5,77781	54,6446	0,803
3fe021a1-623d-4d0a-9446-5a6048714331	35	704	456	12,5449	91,642	1,347
3fe021a1-623d-4d0a-9446-5a6048714331	37	655	483	6,73122	27,1095	0,399
3fe021a1-623d-4d0a-9446-5a6048714331	38	396	495	10,1148	831,852	12,229
3fe021a1-623d-4d0a-9446-5a6048714331	40	74	495	7,98571	272,164	4,001
3fe021a1-623d-4d0a-9446-5a6048714331	42	490	493	4,7097	115,655	1,700
3fe021a1-623d-4d0a-9446-5a6048714331	44	524	499	6,38713	302,647	4,449
3fe021a1-623d-4d0a-9446-5a6048714331	45	345	506	8,55919	790,592	11,622
3fe021a1-623d-4d0a-9446-5a6048714331	47	260	511	14,3155	496,453	7,298
3fe021a1-623d-4d0a-9446-5a6048714331	48	420	511	4,33694	107,507	1,580
3fe021a1-623d-4d0a-9446-5a6048714331	51	699	522	10,0144	81,6567	1,200
3fe021a1-623d-4d0a-9446-5a6048714331	52	74	525	8,53768	185,865	2,732
3fe021a1-623d-4d0a-9446-5a6048714331	54	833	525	12,4373	474,834	6,980
3fe021a1-623d-4d0a-9446-5a6048714331	55	761	529	7,42657	487,573	7,168
3fe021a1-623d-4d0a-9446-5a6048714331	57	265	539	8,15059	154,707	2,274
3fe021a1-623d-4d0a-9446-5a6048714331	63	334	713	5,78498	34,1049	0,501
3fe021a1-623d-4d0a-9446-5a6048714331	64	886	759	8,51618	45,5057	0,669

Tab. 43: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 10 (1): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
a2c287ba-a1bf-4860-b904-333202c073dd	12	486	306	9,82801	78,4019	1,597
a2c287ba-a1bf-4860-b904-333202c073dd	14	484	329	6,48032	68,2464	1,390
a2c287ba-a1bf-4860-b904-333202c073dd	15	380	332	9,56278	171,218	3,488
a2c287ba-a1bf-4860-b904-333202c073dd	17	626	371	10,6739	70,3733	1,434
a2c287ba-a1bf-4860-b904-333202c073dd	18	475	375	6,58785	696,162	14,184
a2c287ba-a1bf-4860-b904-333202c073dd	19	517	371	5,30469	222,134	4,526
a2c287ba-a1bf-4860-b904-333202c073dd	20	575	373	7,60578	79,5606	1,621
a2c287ba-a1bf-4860-b904-333202c073dd	22	319	397	4,70254	137,669	2,805
a2c287ba-a1bf-4860-b904-333202c073dd	23	397	397	6,02154	136,045	2,772
a2c287ba-a1bf-4860-b904-333202c073dd	26	480	397	5,5986	115,976	2,363
a2c287ba-a1bf-4860-b904-333202c073dd	28	582	420	5,4839	63,5712	1,295
a2c287ba-a1bf-4860-b904-333202c073dd	29	638	422	10,4445	69,658	1,419
a2c287ba-a1bf-4860-b904-333202c073dd	30	420	423	11,2832	173,853	3,542
a2c287ba-a1bf-4860-b904-333202c073dd	31	454	448	3,67027	55,9767	1,141
a2c287ba-a1bf-4860-b904-333202c073dd	33	568	451	5,04662	84,8029	1,728
a2c287ba-a1bf-4860-b904-333202c073dd	35	487	456	5,60577	268,129	5,463
a2c287ba-a1bf-4860-b904-333202c073dd	36	361	461	6,81724	488,537	9,954
a2c287ba-a1bf-4860-b904-333202c073dd	37	66	463	8,7169	131,887	2,687
a2c287ba-a1bf-4860-b904-333202c073dd	40	288	472	6,84592	313,148	6,380
a2c287ba-a1bf-4860-b904-333202c073dd	41	210	477	9,67748	235,492	4,798
a2c287ba-a1bf-4860-b904-333202c073dd	43	749	484	9,50543	252,689	5,148
a2c287ba-a1bf-4860-b904-333202c073dd	44	631	486	12,2223	115,472	2,353
a2c287ba-a1bf-4860-b904-333202c073dd	45	680	489	6,49466	362,187	7,379
a2c287ba-a1bf-4860-b904-333202c073dd	46	573	487	8,27245	52,1758	1,063
a2c287ba-a1bf-4860-b904-333202c073dd	47	498	491	14,3657	139,798	2,848
a2c287ba-a1bf-4860-b904-333202c073dd	52	66	506	6,04305	56,335	1,148
a2c287ba-a1bf-4860-b904-333202c073dd	58	285	680	3,21149	13,1857	0,269
a2c287ba-a1bf-4860-b904-333202c073dd	59	494	365	2,0717	108,753	2,216
a2c287ba-a1bf-4860-b904-333202c073dd	60	219	500	9,785	146,639	2,988

Tab. 44: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 10 (3): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
a94fc38a-73f7-4e4f-9efc-0b81340ebe22	7	663	341	7,87101	71,0002	1,802
a94fc38a-73f7-4e4f-9efc-0b81340ebe22	10	661	364	8,47317	87,8442	2,229
a94fc38a-73f7-4e4f-9efc-0b81340ebe22	11	563	370	6,82441	123,803	3,142
a94fc38a-73f7-4e4f-9efc-0b81340ebe22	17	749	410	4,75988	55,2323	1,402
a94fc38a-73f7-4e4f-9efc-0b81340ebe22	18	797	410	6,77423	49,4274	1,254
a94fc38a-73f7-4e4f-9efc-0b81340ebe22	19	650	416	6,57351	401,445	10,188
a94fc38a-73f7-4e4f-9efc-0b81340ebe22	20	690	412	3,67744	151,178	3,837
a94fc38a-73f7-4e4f-9efc-0b81340ebe22	22	571	435	7,37639	143,617	3,645
a94fc38a-73f7-4e4f-9efc-0b81340ebe22	23	485	435	4,66669	107,839	2,737
a94fc38a-73f7-4e4f-9efc-0b81340ebe22	25	652	439	6,38713	114,224	2,899
a94fc38a-73f7-4e4f-9efc-0b81340ebe22	27	757	457	5,54125	63,8053	1,619
a94fc38a-73f7-4e4f-9efc-0b81340ebe22	28	810	457	11,8925	83,8061	2,127
a94fc38a-73f7-4e4f-9efc-0b81340ebe22	29	595	465	9,83518	125,92	3,196
a94fc38a-73f7-4e4f-9efc-0b81340ebe22	31	629	491	6,45165	95,356	2,420
a94fc38a-73f7-4e4f-9efc-0b81340ebe22	32	743	493	5,23301	85,6376	2,173
a94fc38a-73f7-4e4f-9efc-0b81340ebe22	34	661	501	6,21509	244,034	6,193
a94fc38a-73f7-4e4f-9efc-0b81340ebe22	35	533	508	7,08248	408,921	10,378
a94fc38a-73f7-4e4f-9efc-0b81340ebe22	36	236	512	8,50901	197,53	5,013
a94fc38a-73f7-4e4f-9efc-0b81340ebe22	40	361	517	8,1936	126,52	3,211
a94fc38a-73f7-4e4f-9efc-0b81340ebe22	41	450	518	5,56992	229,19	5,817
a94fc38a-73f7-4e4f-9efc-0b81340ebe22	42	918	530	9,65597	196,009	4,975
a94fc38a-73f7-4e4f-9efc-0b81340ebe22	43	376	535	6,17925	103,98	2,639
a94fc38a-73f7-4e4f-9efc-0b81340ebe22	44	747	534	7,74915	41,6541	1,057
a94fc38a-73f7-4e4f-9efc-0b81340ebe22	45	851	537	7,29037	326,969	8,298
a94fc38a-73f7-4e4f-9efc-0b81340ebe22	46	673	538	21,2259	155,609	3,949
a94fc38a-73f7-4e4f-9efc-0b81340ebe22	51	446	739	7,01079	21,2173	0,538
a94fc38a-73f7-4e4f-9efc-0b81340ebe22	53	962	760	9,49826	35,4324	0,899
a94fc38a-73f7-4e4f-9efc-0b81340ebe22	55	234	548	7,60578	93,04	2,361

Tab. 45: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 10 (4,1): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	9	601	323	7,13983	122,478	1,129
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	10	703	325	6,9176	204,711	1,887
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	13	604	345	7,36205	117,252	1,081
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	14	715	346	7,79216	155,76	1,436
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	15	417	379	8,65238	74,3049	0,685
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	16	460	383	13,8567	244,528	2,254
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	17	511	386	7,52693	189,838	1,750
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	18	571	389	5,55559	619,86	5,715
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	19	616	394	9,44808	1389,91	12,814
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	20	683	390	6,18642	54,7756	0,505
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	21	697	412	4,32977	106,305	0,980
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	22	779	411	4,22225	91,7365	0,846
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	23	749	420	12,4517	124,941	1,152
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	24	609	416	5,6201	167,098	1,541
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	25	505	431	6,66671	170,176	1,569
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	26	386	431	7,34054	46,7374	0,431
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	27	449	432	8,55919	157,236	1,450
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	28	419	432	4,1864	55,2701	0,510
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	29	594	436	9,71332	276,226	2,547
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	30	675	446	9,60579	133,855	1,234
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	31	420	457	3,95701	47,178	0,435
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	32	453	459	6,63086	107,209	0,988
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	33	520	464	6,45165	161,803	1,492
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	34	634	468	3,67744	68,7085	0,633
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	35	734	478	10,6022	987,311	9,102
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	36	602	473	8,78858	493,965	4,554
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	37	853	478	5,92835	128,303	1,183
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	38	1013	480	7,91402	348,857	3,216
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	39	657	476	4,8029	79,9109	0,737
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	40	937	486	5,86383	46,9789	0,433
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	41	811	488	6,69538	509,875	4,701
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	42	677	492	9,2617	170,351	1,571
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	43	879	499	11,4696	472,304	4,354
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	44	449	498	12,8101	225,678	2,081
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	45	275	494	5,97853	63,0838	0,582
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	46	338	499	9,44808	553,77	5,105
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	47	404	505	9,38357	835,327	7,701
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	48	516	501	8,49467	93,0449	0,858
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	49	593	506	13,8926	191,981	1,770
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	51	811	520	4,84591	69,166	0,638
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	52	854	537	11,9356	133,776	1,233
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	53	586	548	14,6596	112,968	1,041
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	55	356	627	3,84948	48,7112	0,449
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	56	409	640	3,93551	22,222	0,205
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	57	456	639	5,11114	20,8232	0,192
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	59	816	696	3,16848	15,226	0,140
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	60	900	486	3,74196	130,961	1,207
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	61	596	378	2,11471	169,169	1,560
5431e3f8-217c-4e47-808d-642ab54c0ee1	63	389	462	2,98926	35,0898	0,324

Tab. 46: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 11 (3,1): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	7	473	319	10,4517	173,822	1,667
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	9	569	322	8,53052	277,048	2,658
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	11	476	340	9,06098	146,383	1,404
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	13	579	345	7,39072	201,951	1,937
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	14	304	377	10,552	105,806	1,015
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	15	343	382	11,9786	229,94	2,206
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	17	491	392	10,3011	1185,02	11,367
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	18	557	383	5,93552	76,3971	0,733
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	19	391	385	6,98212	146,918	1,409
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	20	447	388	6,24376	538,24	5,163
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	21	650	405	4,76705	114,375	1,097
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	22	569	406	7,06097	148,59	1,425
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	23	617	411	9,33339	100,679	0,966
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	24	488	415	5,79215	165,669	1,589
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	25	335	431	8,59503	202,238	1,940
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	26	385	431	5,34053	122,64	1,176
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	27	470	434	9,80651	244,705	2,347
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	28	548	436	9,56278	172,587	1,656
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	29	306	459	4,32261	56,4219	0,541
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	30	337	460	6,96778	102,809	0,986
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	31	507	462	4,02153	86,7208	0,832
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	32	395	465	6,44448	152,158	1,460
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	33	532	470	4,95343	87,9276	0,843
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	34	601	480	12,0431	932,812	8,948
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	35	478	475	10,8388	463,061	4,442
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	36	725	478	6,84592	140,894	1,352
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	37	888	480	8,20076	333,603	3,200
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	38	553	484	7,77782	140,899	1,352
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	39	684	485	6,80291	339,665	3,258
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	40	810	487	9,73482	100,353	0,963
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	41	766	483	9,04665	235,919	2,263
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	42	150	499	11,914	95,007	0,911
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	44	220	505	12,4517	489,697	4,697
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	45	754	502	9,60579	249,223	2,391
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	46	290	511	10,8674	705,907	6,771
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	47	332	504	12,3943	243,012	2,331
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	48	394	505	7,75632	79,5663	0,763
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	49	469	508	15,9141	221,461	2,124
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	50	684	520	4,97494	73,4747	0,705
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	51	723	538	17,2187	168,042	1,612
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	53	464	548	13,8997	122,849	1,178
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	54	242	625	5,16132	54,3394	0,521
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	55	295	635	6,43731	49,3485	0,473
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	56	340	641	6,94628	40,2441	0,386
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	58	686	698	3,84232	18,8892	0,181
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	61	307	432	3,97135	77,4377	0,743
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	62	471	374	2,37994	121,599	1,166
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	63	274	430	3,18281	41,3479	0,397
6fb69e35-1b8b-4d45-9d60-d5ad695440f5	64	274	464	3,54124	47,2834	0,454

Tab. 47: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 11 (4): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	6	804	318	4,89609	52,4628	1,429
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	7	667	320	12,1004	41,9192	1,141
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	8	839	320	5,16132	127,729	3,478
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	10	841	343	6,27244	90,2239	2,457
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	11	473	379	5,95702	40,9092	1,114
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	12	587	381	2,82439	54,8294	1,493
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	13	617	381	3,62009	76,0771	2,072
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	14	473	395	5,31903	37,5927	1,024
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	15	514	395	3,56274	32,3062	0,880
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	16	657	405	10,2079	702,779	19,137
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	17	594	397	4,0502	142,876	3,891
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	18	733	415	3,84948	40,1533	1,093
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	19	615	431	5,0753	45,273	1,233
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	20	510	440	3,69178	18,49	0,503
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	21	695	448	7,31904	52,0503	1,417
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	22	613	448	6,80291	65,9993	1,797
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	23	508	476	5,76347	28,8674	0,786
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	24	765	491	9,74199	761,551	20,737
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	25	622	484	6,24376	270,31	7,361
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	26	683	484	6,45165	95,5331	2,601
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	27	832	496	5,08247	84,4162	2,299
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	28	691	497	5,18283	90,4653	2,463
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	30	271	503	5,28319	27,282	0,743
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	31	802	504	8,93912	84,0131	2,288
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	32	356	507	5,29752	153,391	4,177
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	33	410	508	5,54842	209,104	5,694
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	36	367	625	4,61651	18,0311	0,491
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	38	923	503	5,56276	120,66	3,286
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	39	613	501	1,44804	13,2115	0,360
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	40	471	505	3,72762	30,2654	0,824
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	41	469	438	1,79213	10,6882	0,291
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	42	471	471	2,07887	11,9857	0,326
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	43	428	441	1,98567	12,4732	0,340
6849b1fe-89fc-4cc0-a066-6d4957cdd946	44	651	425	1,05377	28,4518	0,775

Tab. 48: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 12 (1,1): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	32	479	224	4,32977	37,062	0,855
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	33	396	224	3,5054	12,5201	0,289
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	34	582	224	3,39787	18,6613	0,431
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	35	619	225	4,1649	59,4244	1,371
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	36	626	247	5,16849	40,5108	0,935
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	37	350	289	4,58067	177,829	4,102
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	38	453	292	3,78497	324,468	7,485
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	39	388	288	5,72763	176,314	4,067
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	40	498	294	6,21509	710,886	16,400
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	41	574	311	2,64518	36,5906	0,844
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	42	474	332	8,36564	127,908	2,951
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	43	386	332	4,20791	69,1709	1,596
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	45	333	334	8,03589	79,6182	1,837
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	46	307	335	4,12189	38,8477	0,896
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	47	555	338	4,91042	33,6182	0,776
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	48	308	361	4,67386	33,3552	0,769
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	49	336	363	6,40864	50,0828	1,155
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	50	386	365	6,50183	90,0695	2,078
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	51	481	370	6,02871	171,513	3,957
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	52	536	370	5,83516	61,625	1,422
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	53	614	377	7,27603	510,799	11,784
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	54	557	383	7,56994	84,4825	1,949
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	55	692	382	4,32977	61,0103	1,407
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	56	771	392	6,21509	66,0811	1,524
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	57	658	397	7,58427	66,0455	1,524
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	58	172	395	4,26526	52,9715	1,222
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	59	339	396	7,92836	119,564	2,758
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	60	241	399	6,58068	293,156	6,763
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	61	294	400	6,15774	279,525	6,449
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	62	396	398	5,36204	56,3419	1,300
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	63	477	400	12,38	126,198	2,911
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	64	253	520	2,4588	14,8654	0,343
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	65	478	281	1,31184	52,5021	1,211
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	66	446	278	2,04302	111,413	2,570
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	69	340	276	1,75628	46,4017	1,070
7854f2e7-f61c-4190-a02e-4b70a0572440	70	491	313	1,51255	43,2906	0,999

Tab. 49: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 12 (3,1): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	10	415	336	9,59862	79,11	1,894
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	11	337	340	8,57353	29,1087	0,697
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	12	507	337	6,03588	51,8104	1,240
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	13	536	338	6,44448	119,557	2,862
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	14	553	362	4,85308	67,5332	1,617
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	16	282	391	7,03947	49,2397	1,179
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	17	388	393	3,39787	111,322	2,665
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	18	291	407	7,25452	76,6664	1,835
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	19	433	411	7,53409	762,162	18,244
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	20	332	408	3,74196	66,2997	1,587
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	21	392	409	3,78497	184,118	4,407
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	23	507	425	3,2545	48,587	1,163
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	24	430	435	4,97494	71,6346	1,715
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	25	330	453	4,95343	37,5635	0,899
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	26	489	456	5,79932	42,2556	1,012
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	27	415	459	6,48032	73,5483	1,761
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	28	260	482	4,52332	50,4304	1,207
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	29	329	488	4,98928	64,9047	1,554
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	30	419	493	8,22944	181,77	4,351
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	31	465	490	8,12908	76,2926	1,826
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	32	542	501	8,41582	606,428	14,517
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	34	494	503	5,01078	85,5891	2,049
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	35	624	504	5,11831	110,127	2,636
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	36	695	522	11,3334	135,968	3,255
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	37	113	521	4,73838	56,0981	1,343
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	38	590	527	8,69539	100,018	2,394
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	39	244	528	5,30469	190,016	4,549
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	40	187	528	7,13266	278,166	6,659
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	41	337	526	6,22226	36,8782	0,883
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	42	416	527	14,7313	154,472	3,698
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	44	201	652	7,01796	31,1498	0,746
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	45	414	392	1,59858	58,9466	1,411
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	47	269	451	2,62367	27,5414	0,659
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	48	284	483	4,85308	41,8238	1,001
7bf2baf0-ca39-4ccf-9255-e9bb141d081a	49	287	454	1,82797	20,3729	0,488

Tab. 50: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 12 (4): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
dd20dd26-cb1e-4b50-8d6e-8fb799c2baf8	13	243	301	4,7097	40,1819	1,202
dd20dd26-cb1e-4b50-8d6e-8fb799c2baf8	14	443	337	5,69179	696,413	20,837
dd20dd26-cb1e-4b50-8d6e-8fb799c2baf8	16	543	335	4,8029	85,559	2,560
dd20dd26-cb1e-4b50-8d6e-8fb799c2baf8	17	390	342	5,83516	488,723	14,623
dd20dd26-cb1e-4b50-8d6e-8fb799c2baf8	18	546	363	6,73839	111,888	3,348
dd20dd26-cb1e-4b50-8d6e-8fb799c2baf8	19	439	360	3,75629	115,23	3,448
dd20dd26-cb1e-4b50-8d6e-8fb799c2baf8	22	424	384	8,27245	98,9677	2,961
dd20dd26-cb1e-4b50-8d6e-8fb799c2baf8	23	513	382	3,3907	43,1014	1,290
dd20dd26-cb1e-4b50-8d6e-8fb799c2baf8	24	354	386	6,28678	42,379	1,268
dd20dd26-cb1e-4b50-8d6e-8fb799c2baf8	26	589	405	5,13981	40,2964	1,206
dd20dd26-cb1e-4b50-8d6e-8fb799c2baf8	28	364	420	5,86383	76,8284	2,299
dd20dd26-cb1e-4b50-8d6e-8fb799c2baf8	30	289	424	4,08605	310,075	9,278
dd20dd26-cb1e-4b50-8d6e-8fb799c2baf8	31	655	429	7,62012	542,705	16,238
dd20dd26-cb1e-4b50-8d6e-8fb799c2baf8	32	544	430	8,63087	124,723	3,732
dd20dd26-cb1e-4b50-8d6e-8fb799c2baf8	35	426	436	5,78498	131,583	3,937
dd20dd26-cb1e-4b50-8d6e-8fb799c2baf8	36	189	440	3,41221	12,3487	0,369
dd20dd26-cb1e-4b50-8d6e-8fb799c2baf8	37	352	453	15,0969	134,087	4,012
dd20dd26-cb1e-4b50-8d6e-8fb799c2baf8	39	226	458	6,05738	31,3885	0,939
dd20dd26-cb1e-4b50-8d6e-8fb799c2baf8	40	505	465	13,9857	65,152	1,949
dd20dd26-cb1e-4b50-8d6e-8fb799c2baf8	41	431	470	9,61296	106,498	3,186
dd20dd26-cb1e-4b50-8d6e-8fb799c2baf8	42	643	540	3,54841	21,6245	0,647
dd20dd26-cb1e-4b50-8d6e-8fb799c2baf8	45	492	411	1,19714	22,4589	0,672

Tab. 51: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 18 (5): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
890fa7a5-6a67-44d1-8847-06edcf546f44	10	244	329	6,83875	56,0746	1,381
890fa7a5-6a67-44d1-8847-06edcf546f44	11	446	370	7,13266	545,43	13,437
890fa7a5-6a67-44d1-8847-06edcf546f44	12	540	368	6,43731	112,186	2,764
890fa7a5-6a67-44d1-8847-06edcf546f44	15	393	377	8,73123	922,744	22,733
890fa7a5-6a67-44d1-8847-06edcf546f44	16	544	397	10,0502	105,763	2,606
890fa7a5-6a67-44d1-8847-06edcf546f44	18	440	393	5,22584	74,4132	1,833
890fa7a5-6a67-44d1-8847-06edcf546f44	19	428	416	9,2617	95,6584	2,357
890fa7a5-6a67-44d1-8847-06edcf546f44	20	511	417	4,4158	71,104	1,752
890fa7a5-6a67-44d1-8847-06edcf546f44	21	356	420	5,12548	37,7112	0,929
890fa7a5-6a67-44d1-8847-06edcf546f44	22	583	439	5,55559	39,1375	0,964
890fa7a5-6a67-44d1-8847-06edcf546f44	24	492	450	2,83156	29,4736	0,726
890fa7a5-6a67-44d1-8847-06edcf546f44	26	360	460	12,0503	185,206	4,563
890fa7a5-6a67-44d1-8847-06edcf546f44	28	292	463	8,00722	557,033	13,723
890fa7a5-6a67-44d1-8847-06edcf546f44	29	650	468	7,89969	315,122	7,763
890fa7a5-6a67-44d1-8847-06edcf546f44	31	229	469	6,33695	55,755	1,374
890fa7a5-6a67-44d1-8847-06edcf546f44	32	538	472	10,2366	135,348	3,334
890fa7a5-6a67-44d1-8847-06edcf546f44	34	431	472	7,98571	149,207	3,676
890fa7a5-6a67-44d1-8847-06edcf546f44	35	498	473	4,29393	37,9675	0,935
890fa7a5-6a67-44d1-8847-06edcf546f44	37	193	475	4,95343	24,4488	0,602
890fa7a5-6a67-44d1-8847-06edcf546f44	38	357	493	12,3298	160,95	3,965
890fa7a5-6a67-44d1-8847-06edcf546f44	39	229	494	6,47316	65,338	1,610
890fa7a5-6a67-44d1-8847-06edcf546f44	41	388	499	9,104	109,878	2,707
890fa7a5-6a67-44d1-8847-06edcf546f44	42	435	508	11,4911	143,376	3,532
890fa7a5-6a67-44d1-8847-06edcf546f44	43	640	585	4,17924	29,7943	0,734

Tab. 52: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 18 (6): Spot-Report

7.2 Spot-Reports der wasserunlöslichen Linsenproteine des Schweins

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
ccd604e3-6a24-42e3-9f25-72b187ed2a3f	24	464	444	686.742	700.090	6,751
ccd604e3-6a24-42e3-9f25-72b187ed2a3f	25	514	446	788.535	844.464	8,143
ccd604e3-6a24-42e3-9f25-72b187ed2a3f	26	379	443	454.483	931.619	8,984
ccd604e3-6a24-42e3-9f25-72b187ed2a3f	28	656	474	151.972	146.534	1,413
ccd604e3-6a24-42e3-9f25-72b187ed2a3f	29	459	476	417.924	539.350	5,201
ccd604e3-6a24-42e3-9f25-72b187ed2a3f	30	516	479	253.765	103.900	1,002
ccd604e3-6a24-42e3-9f25-72b187ed2a3f	31	371	495	235.127	333.497	3,216
ccd604e3-6a24-42e3-9f25-72b187ed2a3f	32	560	506	355.558	138.743	1,338
ccd604e3-6a24-42e3-9f25-72b187ed2a3f	33	370	535	269.536	252.497	2,435
ccd604e3-6a24-42e3-9f25-72b187ed2a3f	34	396	537	151.972	556.848	5,370
ccd604e3-6a24-42e3-9f25-72b187ed2a3f	35	447	541	429.393	300.575	2,898
ccd604e3-6a24-42e3-9f25-72b187ed2a3f	36	491	545	343.371	280.642	2,706
ccd604e3-6a24-42e3-9f25-72b187ed2a3f	37	627	550	665.954	669.749	6,458
ccd604e3-6a24-42e3-9f25-72b187ed2a3f	38	543	547	267.385	964.167	9,297
ccd604e3-6a24-42e3-9f25-72b187ed2a3f	39	926	558	556.992	213.766	2,061
ccd604e3-6a24-42e3-9f25-72b187ed2a3f	40	440	556	192.116	149.779	1,444
ccd604e3-6a24-42e3-9f25-72b187ed2a3f	41	537	562	177.779	908.141	8,757
ccd604e3-6a24-42e3-9f25-72b187ed2a3f	42	270	577	774.915	726.936	7,010
ccd604e3-6a24-42e3-9f25-72b187ed2a3f	43	221	574	356.991	166.517	1,606
ccd604e3-6a24-42e3-9f25-72b187ed2a3f	44	331	577	600.720	627.010	6,046
ccd604e3-6a24-42e3-9f25-72b187ed2a3f	45	380	578	356.991	299.928	2,892
ccd604e3-6a24-42e3-9f25-72b187ed2a3f	49	548	653	329.751	126.424	1,219
ccd604e3-6a24-42e3-9f25-72b187ed2a3f	52	205	572	116.130	389.035	3,751

Tab. 53: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 01 (2): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
3e67ecd2-210d-49a4-b010-a555309c5c2a	38	503	497	131.399	1.518	0,014
3e67ecd2-210d-49a4-b010-a555309c5c2a	39	454	499	105.162	1.391	0,013
3e67ecd2-210d-49a4-b010-a555309c5c2a	40	384	498	252.331	145.126	1,347
3e67ecd2-210d-49a4-b010-a555309c5c2a	41	339	500	513.265	474.520	4,405
3e67ecd2-210d-49a4-b010-a555309c5c2a	42	561	499	215.772	414.067	3,844
3e67ecd2-210d-49a4-b010-a555309c5c2a	44	503	529	569.179	524.544	4,869
3e67ecd2-210d-49a4-b010-a555309c5c2a	45	606	524	226.525	947.056	8,791
3e67ecd2-210d-49a4-b010-a555309c5c2a	46	451	531	395.701	161.242	1,497
3e67ecd2-210d-49a4-b010-a555309c5c2a	47	634	533	162.725	175.798	1,632
3e67ecd2-210d-49a4-b010-a555309c5c2a	48	374	557	183.514	379.956	3,527
3e67ecd2-210d-49a4-b010-a555309c5c2a	49	541	563	292.475	237.436	2,204
3e67ecd2-210d-49a4-b010-a555309c5c2a	50	374	568	136.202	195.355	1,813
3e67ecd2-210d-49a4-b010-a555309c5c2a	51	372	601	286.740	929.889	8,632
3e67ecd2-210d-49a4-b010-a555309c5c2a	52	473	606	686.742	590.617	5,483
3e67ecd2-210d-49a4-b010-a555309c5c2a	53	391	600	181.363	107.237	0,995
3e67ecd2-210d-49a4-b010-a555309c5c2a	54	607	608	816.492	966.986	8,976
3e67ecd2-210d-49a4-b010-a555309c5c2a	55	528	607	313.263	195.396	1,814
3e67ecd2-210d-49a4-b010-a555309c5c2a	56	437	622	234.410	254.143	2,359
3e67ecd2-210d-49a4-b010-a555309c5c2a	57	523	624	248.747	203.386	1,888
3e67ecd2-210d-49a4-b010-a555309c5c2a	58	906	635	559.143	536.757	4,983
3e67ecd2-210d-49a4-b010-a555309c5c2a	59	270	652	847.317	860.482	7,988
3e67ecd2-210d-49a4-b010-a555309c5c2a	60	192	644	338.353	939.748	8,724
3e67ecd2-210d-49a4-b010-a555309c5c2a	61	215	650	451.616	218.479	2,028
3e67ecd2-210d-49a4-b010-a555309c5c2a	62	387	650	313.980	368.278	3,419
3e67ecd2-210d-49a4-b010-a555309c5c2a	63	326	651	827.245	630.752	5,855
3e67ecd2-210d-49a4-b010-a555309c5c2a	64	462	653	876.708	132.462	1,230
3e67ecd2-210d-49a4-b010-a555309c5c2a	66	533	729	315.414	179.915	1,670

Tab. 54: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 01 (3): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
04345749-3214-44e8-ad4a-aa4d519c01ae	27	446	500	107.886	1.026	0,013
04345749-3214-44e8-ad4a-aa4d519c01ae	28	509	505	121.076	1.416	0,017
04345749-3214-44e8-ad4a-aa4d519c01ae	29	385	505	421.508	281.696	3,479
04345749-3214-44e8-ad4a-aa4d519c01ae	30	568	505	316.131	644.118	7,955
04345749-3214-44e8-ad4a-aa4d519c01ae	31	341	507	516.132	125.893	1,555
04345749-3214-44e8-ad4a-aa4d519c01ae	33	616	528	271.686	236.647	2,923
04345749-3214-44e8-ad4a-aa4d519c01ae	34	506	535	550.541	503.614	6,220
04345749-3214-44e8-ad4a-aa4d519c01ae	36	450	534	425.092	177.195	2,188
04345749-3214-44e8-ad4a-aa4d519c01ae	37	644	536	194.983	369.373	4,562
04345749-3214-44e8-ad4a-aa4d519c01ae	39	374	566	243.012	563.364	6,958
04345749-3214-44e8-ad4a-aa4d519c01ae	40	545	568	384.948	427.761	5,283
04345749-3214-44e8-ad4a-aa4d519c01ae	41	374	576	202.869	439.291	5,425
04345749-3214-44e8-ad4a-aa4d519c01ae	42	618	609	949.826	1.032	0,013
04345749-3214-44e8-ad4a-aa4d519c01ae	43	393	607	221.507	146.528	1,810
04345749-3214-44e8-ad4a-aa4d519c01ae	44	476	610	604.305	513.604	6,343
04345749-3214-44e8-ad4a-aa4d519c01ae	45	373	612	366.310	157.858	1,950
04345749-3214-44e8-ad4a-aa4d519c01ae	46	441	608	397.135	653.921	8,076
04345749-3214-44e8-ad4a-aa4d519c01ae	47	533	612	413.622	260.613	3,219
04345749-3214-44e8-ad4a-aa4d519c01ae	49	436	626	242.295	266.050	3,286
04345749-3214-44e8-ad4a-aa4d519c01ae	50	526	630	270.969	212.646	2,626
04345749-3214-44e8-ad4a-aa4d519c01ae	51	910	635	763.445	378.048	4,669
04345749-3214-44e8-ad4a-aa4d519c01ae	52	267	660	113.907	1.216	0,015
04345749-3214-44e8-ad4a-aa4d519c01ae	55	216	659	713.983	681.532	8,417
04345749-3214-44e8-ad4a-aa4d519c01ae	56	192	656	365.594	233.820	2,888
04345749-3214-44e8-ad4a-aa4d519c01ae	57	461	657	100.144	103.829	1,282
04345749-3214-44e8-ad4a-aa4d519c01ae	58	388	658	363.443	428.695	5,294
04345749-3214-44e8-ad4a-aa4d519c01ae	59	333	658	879.575	113.672	1,404
04345749-3214-44e8-ad4a-aa4d519c01ae	61	537	737	430.110	172.574	2,131

Tab. 55: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 01 (4): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	39	301	415	5,40505	79,5137	0,669
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	40	16	413	2,68819	13,3218	0,112
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	41	343	420	4,38712	174,572	1,469
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	42	455	419	9,08249	627,526	5,279
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	43	412	422	4,65236	330,22	2,778
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	44	618	440	5,64161	250,923	2,111
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	45	537	447	3,44805	93,5548	0,787
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	46	417	452	5,63444	132,79	1,117
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	47	455	453	3,92834	45,2835	0,381
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	48	506	471	6,62369	33,5883	0,283
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	49	292	472	6,81008	34,6216	0,291
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	50	331	473	3,29034	90,1255	0,758
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	51	428	476	7,34054	123,089	1,035
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	52	568	517	13,0538	1391,03	11,702
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	53	352	516	10,0646	780,451	6,565
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	54	302	510	5,4839	140,04	1,178
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	55	441	519	13,0108	1459,07	12,274
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	56	882	517	11,7348	859,62	7,231
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	57	488	516	5,29752	335,107	2,819
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	58	398	519	6,65237	515,52	4,337
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	61	802	525	4,96777	143,18	1,204
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	63	176	545	12,932	955,184	8,035
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	64	234	552	19,8137	2017,4	16,971
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	65	286	552	6,2581	210,649	1,772
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	67	344	556	6,07889	99,8302	0,840
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	68	313	558	3,78497	90,8914	0,765
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	69	417	559	5,51975	158,058	1,330
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	71	491	614	4,10038	18,6186	0,157
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	72	232	640	3,87816	38,7715	0,326
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	73	179	650	5,77781	37,2232	0,313
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	74	413	654	3,41937	26,4012	0,222
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	75	307	655	3,51257	42,399	0,357
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	76	566	659	2,10037	54,8729	0,462
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	77	773	664	2,86023	194,574	1,637
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	78	187	685	3,72762	56,6835	0,477
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	79	337	702	4,25809	29,457	0,248
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	80	804	735	2,39428	45,187	0,380
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	81	137	775	4,20074	15,038	0,127
37875c1b-b20c-4c59-a4e8-238d3bfb22ce	82	836	526	3,31902	142,94	1,202

Tab. 56: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 03 (1): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	42	487	401	7,63445	605,81	3,534
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	43	533	403	12,6237	1455,25	8,489
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	44	375	402	7,07531	165,667	0,966
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	45	417	402	6,53767	217,741	1,270
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	46	564	428	9,06098	226,163	1,319
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	47	624	428	6,84592	241,847	1,411
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	48	695	429	7,9427	209,238	1,221
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	49	498	430	8,92478	308,751	1,801
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	50	537	433	4,22942	153,997	0,898
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	51	364	453	7,18284	58,1258	0,339
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	52	406	453	4,09321	107,846	0,629
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	53	507	458	8,94629	159,22	0,929
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	54	586	461	5,72763	104,221	0,608
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	55	429	497	11,57	1046,89	6,107
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	56	378	497	11,5556	684,705	3,994
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	57	519	503	12,3083	1430,17	8,343
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	58	476	500	9,67031	916,627	5,347
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	59	655	507	12,8603	1601,44	9,342
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	61	568	504	8,09324	590,854	3,447
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	63	964	511	4,90325	223,208	1,302
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	64	886	517	7,87101	24,4488	0,143
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	65	251	528	22,251	2172,53	12,674
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	66	308	531	21,8783	2719,39	15,864
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	70	359	534	7,66313	420,661	2,454
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	72	419	534	6,18642	97,2147	0,567
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	73	390	537	3,97135	127,042	0,741
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	75	496	542	6,86026	206,393	1,204
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	79	575	602	4,07171	61,6029	0,359
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	80	308	618	4,3011	94,5279	0,551
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	81	259	630	7,56994	81,2116	0,474
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	82	388	631	3,41937	58,5955	0,342
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	83	496	635	3,74196	86,9412	0,507
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	84	655	651	2,78138	88,6632	0,517
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	85	860	659	2,93192	169,307	0,988
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	86	268	665	4,42297	111,009	0,648
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	87	418	677	4,66669	42,8746	0,250
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	90	894	734	3,36203	22,7625	0,133
45489e44-da85-4487-9770-bf2eb35be10d	91	218	768	5,39071	48,906	0,285

Tab. 57: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 03 (2): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
4f2e7a92-8829-4ae5-9707-1ac60395f7c3	147	380	664	12,1936	452,748	4,467
4f2e7a92-8829-4ae5-9707-1ac60395f7c3	148	273	662	9,77783	89,555	0,884
4f2e7a92-8829-4ae5-9707-1ac60395f7c3	149	313	662	7,82083	84,0977	0,830
4f2e7a92-8829-4ae5-9707-1ac60395f7c3	150	447	664	13,8854	508,926	5,021
4f2e7a92-8829-4ae5-9707-1ac60395f7c3	153	611	705	13,828	428,684	4,230
4f2e7a92-8829-4ae5-9707-1ac60395f7c3	154	449	702	16,208	389,18	3,840
4f2e7a92-8829-4ae5-9707-1ac60395f7c3	156	388	703	14,4804	326,47	3,221
4f2e7a92-8829-4ae5-9707-1ac60395f7c3	157	538	706	13,5485	376,919	3,719
4f2e7a92-8829-4ae5-9707-1ac60395f7c3	159	843	752	13,9714	392,627	3,874
4f2e7a92-8829-4ae5-9707-1ac60395f7c3	161	330	765	7,92836	387,086	3,819
4f2e7a92-8829-4ae5-9707-1ac60395f7c3	162	425	768	15,3478	739,126	7,293
4f2e7a92-8829-4ae5-9707-1ac60395f7c3	163	787	764	6,1219	30,4063	0,300
4f2e7a92-8829-4ae5-9707-1ac60395f7c3	164	369	766	8,16492	436,882	4,311
4f2e7a92-8829-4ae5-9707-1ac60395f7c3	165	568	773	24,3299	1676,2	16,538
4f2e7a92-8829-4ae5-9707-1ac60395f7c3	166	468	773	13,699	596,277	5,883
4f2e7a92-8829-4ae5-9707-1ac60395f7c3	168	70	774	9,39074	205,292	2,026
4f2e7a92-8829-4ae5-9707-1ac60395f7c3	169	126	786	24,0575	1376,56	13,582
4f2e7a92-8829-4ae5-9707-1ac60395f7c3	171	199	794	23,8424	1377,33	13,590
4f2e7a92-8829-4ae5-9707-1ac60395f7c3	172	265	794	8,466	213,602	2,108
4f2e7a92-8829-4ae5-9707-1ac60395f7c3	174	387	809	4,01436	47,276	0,466

Tab. 58: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 05 (1): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	34	435	473	25,6346	1847,8	8,613
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	35	340	470	9,02514	90,8305	0,423
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	36	522	470	9,60579	96,3968	0,449
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	38	598	510	7,45524	105,598	0,492
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	39	485	517	23,1399	950,611	4,431
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	40	633	515	5,76347	281,621	1,313
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	41	538	519	15,3047	671,854	3,131
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	42	422	522	20,0288	682,96	3,183
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	46	914	571	23,9428	1684,14	7,850
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	49	569	582	30,122	3071,03	14,314
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	50	95	574	12,1578	529,315	2,467
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	52	494	582	18,9248	1611,46	7,511
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	53	825	576	6,75273	276,658	1,289
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	54	864	575	6,34412	242,334	1,130
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	56	434	589	19,0037	2144,93	9,997
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	57	343	581	7,24019	493,513	2,300
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	58	387	582	8,22227	722,685	3,368
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	61	160	589	15,3191	1243,55	5,796
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	63	227	593	13,8209	1254,46	5,847
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	65	308	613	6,62369	104,377	0,486
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	66	230	622	7,0323	606,594	2,827
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	67	409	619	9,72049	780,448	3,638
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	68	340	615	7,09682	117,962	0,550
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	69	153	617	5,03229	124,777	0,582
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	71	501	669	5,18283	112,968	0,527
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	73	78	686	11,6847	171,788	0,801
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	74	226	690	8,1936	44,6754	0,208
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	75	164	699	6,2581	107,417	0,501
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	76	305	705	19,8854	72,1989	0,337
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	77	411	707	6,22226	375,243	1,749
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	79	796	724	3,35486	59,4232	0,277
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	80	177	749	3,86382	89,0532	0,415
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	82	832	810	2,7527	102,624	0,478
c4c2071b-63e9-4dc1-9042-bb1fced081be	83	101	856	8,56636	583,431	2,719

Tab. 59: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 07 (7): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	10	380	369	6,76706	28,3133	0,422
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	11	422	372	3,92117	25,1972	0,376
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	12	485	373	4,25809	86,4733	1,290
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	13	543	379	3,84948	199,851	2,981
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	14	493	405	7,49825	65,2964	0,974
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	15	550	405	5,80649	53,3608	0,796
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	16	623	407	4,20791	65,7629	0,981
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	17	704	409	3,10396	53,4516	0,797
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	18	430	453	3,6631	254,097	3,790
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	19	476	456	3,32618	120,473	1,797
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	20	513	464	8,16492	787,667	11,749
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	21	652	469	11,4768	1289,03	19,228
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	22	568	466	4,07888	168,449	2,513
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	23	153	477	13,656	99,9386	1,491
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	24	99	483	13,5556	70,936	1,058
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	25	923	483	4,8029	54,3229	0,810
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	26	970	488	8,31546	454,119	6,774
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	28	892	487	4,93193	63,4943	0,947
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	29	232	489	15,2331	815,804	12,169
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	30	303	497	14,5879	929,83	13,870
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	31	363	492	4,89609	90,8189	1,355
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	32	389	491	3,23299	76,7081	1,144
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	33	427	494	4,26526	33,9458	0,506
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	34	490	500	3,41937	139,196	2,076
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	36	574	554	3,5269	14,1321	0,211
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	37	303	573	7,85668	54,8996	0,819
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	38	386	579	10,9176	39,5427	0,590
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	39	98	579	9,23303	55,2253	0,824
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	40	239	584	6,38713	76,7376	1,145
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	41	490	585	2,56632	24,7418	0,369
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	42	254	613	3,16848	45,1081	0,673
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	43	864	619	5,01078	25,7685	0,384
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	44	741	650	3,55558	14,7381	0,220
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	46	892	689	3,21149	57,0046	0,850
5b005884-94da-4772-823e-c00ffc9e091	48	162	717	7,02513	269,434	4,019

Tab. 60: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 09 (3): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	14	388	377	7,58427	66,7026	0,657
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	15	430	378	3,64877	45,1368	0,445
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	16	495	380	5,44089	133,259	1,313
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	17	557	385	5,17566	261,509	2,578
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	18	503	414	8,38715	89,8364	0,885
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	19	566	413	10,8531	165,542	1,632
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	20	641	416	7,34771	107,925	1,064
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	21	728	418	3,84948	71,1697	0,701
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	24	438	460	4,92476	341,74	3,368
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	25	485	463	4,83874	256,906	2,532
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	26	526	471	10,8173	953,179	9,395
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	27	674	474	12,423	1229,79	12,121
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	28	581	468	7,39072	452,611	4,461
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	29	161	477	13,2689	211,425	2,084
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	31	236	493	22,208	1908,15	18,808
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	32	111	484	9,88536	104,453	1,030
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	34	992	491	9,65597	394,852	3,892
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	35	945	488	5,37638	60,785	0,599
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	36	309	501	19,0825	1396,09	13,760
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	37	917	490	7,02513	83,3003	0,821
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	38	371	497	5,4624	160,609	1,583
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	39	397	498	3,79214	148,52	1,464
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	40	435	499	5,91401	80,5135	0,794
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	41	501	506	4,65953	208,575	2,056
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	43	589	558	4,49465	57,4581	0,566
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	45	309	575	9,25453	106,747	1,052
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	46	108	578	12,3943	91,0348	0,897
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	47	394	583	7,06814	59,8607	0,590
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	48	243	586	8,00005	148,187	1,461
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	50	501	590	5,06813	100,377	0,989
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	52	257	616	5,61294	109,656	1,081
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	53	891	620	7,79933	43,5474	0,429
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	55	768	653	5,08964	30,0392	0,296
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	58	920	689	4,65953	80,2194	0,791
50c3406a-4880-4f5f-a7c6-07e2bbc66d5e	60	164	715	8,93912	385,947	3,804

Tab. 61: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 09 (4): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
44755686-337e-4bb5-b36b-dea54020e79a	13	466	397	5,11114	342,326	7,937
44755686-337e-4bb5-b36b-dea54020e79a	14	530	398	7,43374	655,412	15,195
44755686-337e-4bb5-b36b-dea54020e79a	15	490	396	3,39787	137,298	3,183
44755686-337e-4bb5-b36b-dea54020e79a	16	400	398	4,95343	74,3329	1,723
44755686-337e-4bb5-b36b-dea54020e79a	17	675	417	3,77063	24,4204	0,566
44755686-337e-4bb5-b36b-dea54020e79a	18	469	425	5,5986	75,0808	1,741
44755686-337e-4bb5-b36b-dea54020e79a	19	530	424	3,276	146,311	3,392
44755686-337e-4bb5-b36b-dea54020e79a	20	387	447	4,65236	37,6156	0,872
44755686-337e-4bb5-b36b-dea54020e79a	21	574	446	4,51616	18,6151	0,432
44755686-337e-4bb5-b36b-dea54020e79a	22	386	480	3,21149	39,5531	0,917
44755686-337e-4bb5-b36b-dea54020e79a	23	649	487	7,8065	796,766	18,473
44755686-337e-4bb5-b36b-dea54020e79a	24	957	482	4,8029	107,745	2,498
44755686-337e-4bb5-b36b-dea54020e79a	25	460	485	5,17566	41,822	0,970
44755686-337e-4bb5-b36b-dea54020e79a	26	498	487	4,78856	358,823	8,319
44755686-337e-4bb5-b36b-dea54020e79a	27	412	485	2,63801	92,6596	2,148
44755686-337e-4bb5-b36b-dea54020e79a	28	561	485	3,28317	115,986	2,689
44755686-337e-4bb5-b36b-dea54020e79a	29	887	488	9,34772	35,1675	0,815
44755686-337e-4bb5-b36b-dea54020e79a	31	280	524	6,58785	503,153	11,665
44755686-337e-4bb5-b36b-dea54020e79a	32	218	524	4,58067	239,937	5,563
44755686-337e-4bb5-b36b-dea54020e79a	33	480	523	10,0789	90,5832	2,100
44755686-337e-4bb5-b36b-dea54020e79a	34	406	523	4,35128	32,7836	0,760
44755686-337e-4bb5-b36b-dea54020e79a	35	568	581	4,20791	39,7964	0,923
44755686-337e-4bb5-b36b-dea54020e79a	37	230	655	4,58067	118,647	2,751
44755686-337e-4bb5-b36b-dea54020e79a	38	745	667	3,0036	21,6523	0,502
44755686-337e-4bb5-b36b-dea54020e79a	39	347	400	1,44087	13,0753	0,303
44755686-337e-4bb5-b36b-dea54020e79a	40	200	522	2,48747	99,4773	2,306
44755686-337e-4bb5-b36b-dea54020e79a	41	350	522	1,90682	17,6775	0,410
44755686-337e-4bb5-b36b-dea54020e79a	42	550	498	1,74195	36,502	0,846

Tab. 62: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 12 (3): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
d6a354ae-b8ea-42c3-af40-2f5f79b0d7a6	13	324	377	9,30471	113,053	2,007
d6a354ae-b8ea-42c3-af40-2f5f79b0d7a6	14	364	379	6,09323	124,36	2,207
d6a354ae-b8ea-42c3-af40-2f5f79b0d7a6	15	427	381	4,8244	321,83	5,712
d6a354ae-b8ea-42c3-af40-2f5f79b0d7a6	16	451	380	3,26167	153,643	2,727
d6a354ae-b8ea-42c3-af40-2f5f79b0d7a6	17	488	385	7,58427	676,857	12,014
d6a354ae-b8ea-42c3-af40-2f5f79b0d7a6	18	429	408	5,24734	83,8204	1,488
d6a354ae-b8ea-42c3-af40-2f5f79b0d7a6	19	487	410	3,12547	140,728	2,498
d6a354ae-b8ea-42c3-af40-2f5f79b0d7a6	20	623	411	5,26168	38,5517	0,684
d6a354ae-b8ea-42c3-af40-2f5f79b0d7a6	21	350	427	7,42657	95,9261	1,703
d6a354ae-b8ea-42c3-af40-2f5f79b0d7a6	23	528	436	5,08964	27,5154	0,488
d6a354ae-b8ea-42c3-af40-2f5f79b0d7a6	24	348	460	4,21508	61,916	1,099
d6a354ae-b8ea-42c3-af40-2f5f79b0d7a6	25	374	464	3,07529	120,199	2,134
d6a354ae-b8ea-42c3-af40-2f5f79b0d7a6	26	419	467	6,17925	60,1527	1,068
d6a354ae-b8ea-42c3-af40-2f5f79b0d7a6	27	455	471	5,6201	429,98	7,632
d6a354ae-b8ea-42c3-af40-2f5f79b0d7a6	28	599	479	8,59503	892,335	15,839
d6a354ae-b8ea-42c3-af40-2f5f79b0d7a6	29	513	474	3,87816	125,222	2,223
d6a354ae-b8ea-42c3-af40-2f5f79b0d7a6	32	504	487	1,92116	41,4597	0,736
d6a354ae-b8ea-42c3-af40-2f5f79b0d7a6	33	171	495	5,30469	254,229	4,513
d6a354ae-b8ea-42c3-af40-2f5f79b0d7a6	34	917	495	5,15415	100,66	1,787
d6a354ae-b8ea-42c3-af40-2f5f79b0d7a6	35	247	501	10,2438	784,975	13,933
d6a354ae-b8ea-42c3-af40-2f5f79b0d7a6	36	192	497	4,84591	263,703	4,681
d6a354ae-b8ea-42c3-af40-2f5f79b0d7a6	37	315	501	12,1004	191,429	3,398
d6a354ae-b8ea-42c3-af40-2f5f79b0d7a6	38	367	501	7,0538	88,5062	1,571
d6a354ae-b8ea-42c3-af40-2f5f79b0d7a6	39	434	505	12,6237	162,433	2,883
d6a354ae-b8ea-42c3-af40-2f5f79b0d7a6	42	517	570	3,85665	42,0207	0,746
d6a354ae-b8ea-42c3-af40-2f5f79b0d7a6	44	200	624	5,39071	207,583	3,685
d6a354ae-b8ea-42c3-af40-2f5f79b0d7a6	47	692	666	2,9821	30,7386	0,546

Tab. 63: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 12 (4): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
a0c2aca2-7ec8-48d3-a956-9cf91fcbac38	57	1434	862	2,83866	21,3693	0,462
a0c2aca2-7ec8-48d3-a956-9cf91fcbac38	58	808	936	11,7256	1071,46	23,157
a0c2aca2-7ec8-48d3-a956-9cf91fcbac38	59	717	929	3,20066	166,815	3,605
a0c2aca2-7ec8-48d3-a956-9cf91fcbac38	61	802	987	2,79923	126,481	2,734
a0c2aca2-7ec8-48d3-a956-9cf91fcbac38	62	1122	989	2,36197	98,9949	2,140
a0c2aca2-7ec8-48d3-a956-9cf91fcbac38	63	1161	1001	3,25263	107,708	2,328
a0c2aca2-7ec8-48d3-a956-9cf91fcbac38	64	982	997	5,69703	29,727	0,642
a0c2aca2-7ec8-48d3-a956-9cf91fcbac38	66	1135	1097	2,35659	27,766	0,600
a0c2aca2-7ec8-48d3-a956-9cf91fcbac38	67	1678	1116	8,15577	513,282	11,093
a0c2aca2-7ec8-48d3-a956-9cf91fcbac38	68	1585	1120	6,12713	55,7256	1,204
a0c2aca2-7ec8-48d3-a956-9cf91fcbac38	69	1056	1143	11,5141	1402,86	30,319
a0c2aca2-7ec8-48d3-a956-9cf91fcbac38	70	602	1128	1,35123	22,3838	0,484
a0c2aca2-7ec8-48d3-a956-9cf91fcbac38	71	897	1136	2,99278	73,5959	1,591
a0c2aca2-7ec8-48d3-a956-9cf91fcbac38	72	784	1144	4,10387	359,199	7,763
a0c2aca2-7ec8-48d3-a956-9cf91fcbac38	73	227	1167	4,42645	23,4758	0,507
a0c2aca2-7ec8-48d3-a956-9cf91fcbac38	74	378	1185	3,65047	231,231	4,997
a0c2aca2-7ec8-48d3-a956-9cf91fcbac38	75	909	1328	3,1917	14,0648	0,304
a0c2aca2-7ec8-48d3-a956-9cf91fcbac38	77	283	1478	2,97486	145,218	3,139
a0c2aca2-7ec8-48d3-a956-9cf91fcbac38	78	1279	1518	1,95516	14,8083	0,320
a0c2aca2-7ec8-48d3-a956-9cf91fcbac38	79	1540	1593	2,21322	26,4438	0,572
a0c2aca2-7ec8-48d3-a956-9cf91fcbac38	80	139	1695	5,81889	36,7477	0,794
a0c2aca2-7ec8-48d3-a956-9cf91fcbac38	81	1331	1818	3,0107	47,6172	1,029
a0c2aca2-7ec8-48d3-a956-9cf91fcbac38	83	1255	1840	0,369169	9,95953	0,215

Tab. 64: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 18 (7): Spot-Report

Id	SpotID	X	Y	Area	Vol	%Vol
833434ef-6c23-4ec8-9487-07fcb2c11e21	50	1418	885	1,51431	20,8114	0,264
833434ef-6c23-4ec8-9487-07fcb2c11e21	52	829	936	10,2758	903,345	11,439
833434ef-6c23-4ec8-9487-07fcb2c11e21	53	737	942	9,23998	823,291	10,425
833434ef-6c23-4ec8-9487-07fcb2c11e21	54	610	934	6,14684	380,095	4,813
833434ef-6c23-4ec8-9487-07fcb2c11e21	57	1127	994	2,99278	131,067	1,660
833434ef-6c23-4ec8-9487-07fcb2c11e21	58	998	994	7,06439	75,2651	0,953
833434ef-6c23-4ec8-9487-07fcb2c11e21	59	815	996	3,22754	162,097	2,053
833434ef-6c23-4ec8-9487-07fcb2c11e21	60	1169	1002	2,84583	132,927	1,683
833434ef-6c23-4ec8-9487-07fcb2c11e21	64	1138	1104	2,62899	31,1741	0,395
833434ef-6c23-4ec8-9487-07fcb2c11e21	66	1060	1152	9,15396	1448,25	18,339
833434ef-6c23-4ec8-9487-07fcb2c11e21	67	625	1134	3,43901	168,486	2,134
833434ef-6c23-4ec8-9487-07fcb2c11e21	68	1697	1155	6,94611	443,02	5,610
833434ef-6c23-4ec8-9487-07fcb2c11e21	69	796	1154	5,49632	495,851	6,279
833434ef-6c23-4ec8-9487-07fcb2c11e21	70	1506	1149	3,40496	30,6187	0,388
833434ef-6c23-4ec8-9487-07fcb2c11e21	71	714	1152	4,23648	240,865	3,050
833434ef-6c23-4ec8-9487-07fcb2c11e21	72	908	1154	3,91032	326,592	4,136
833434ef-6c23-4ec8-9487-07fcb2c11e21	74	364	1183	10,6719	998,611	12,645
833434ef-6c23-4ec8-9487-07fcb2c11e21	75	225	1171	7,73642	328,218	4,156
833434ef-6c23-4ec8-9487-07fcb2c11e21	79	753	1399	2,81357	21,6187	0,274
833434ef-6c23-4ec8-9487-07fcb2c11e21	81	266	1480	4,00889	284,021	3,597
833434ef-6c23-4ec8-9487-07fcb2c11e21	83	1262	1527	1,98742	48,1812	0,610
833434ef-6c23-4ec8-9487-07fcb2c11e21	85	1522	1611	1,7204	26,9995	0,342
833434ef-6c23-4ec8-9487-07fcb2c11e21	88	132	1701	5,49811	54,7655	0,693
833434ef-6c23-4ec8-9487-07fcb2c11e21	94	1302	1832	6,15043	320,85	4,063

Tab. 65: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 18 (8): Spot-Report

8. Liste der verwendeten Substanzen

- Agarose IEF, Amersham, Code Number 17-0468-01
- Ampholine, narrow range pH 3,5-5,0, Amersham, Code Number 80-1125-89
- Ampholine, narrow range pH 5-8, Amersham, Code Number 80-1127-19
- Bromphenol Blue, Amersham, Code Number 17-1329-01
- CHAPS, Amersham, Code Number 17-1314-01
- Dithiothreitol, Mr 154,24, M.a. 99%, Amersham, Code Number 17-1318-01
- HCl, Firma Fluka
- Iodacetamide Sigma Ultra, Sigma, Code Number 1149-25G
- Kolloidale Coomassie-Färbung Roti-Blue, Roth
- LMW-SDS Marker Kit, Quantity: 10vials; 575µg/vial, Amersham, Code Number 17-0446-01
- PlusOne Acrylamide IEF, Amersham, Code-Number 17-1300-01
- PlusOne Acrylamide PAGE, Amersham, Code-Number 17-1302-01
- PlusOne Ammonium Persulfate (APS), Amersham, Code-Number 17-1311-01
- PlusOne EDTA disodium salt, Amersham, Code-Number 17-1324-01
- PlusOne Formamide, Amersham, Code-Number 17-1320-01
- PlusOne Glycerol, Amersham, Code-Number 17-1325-01
- PlusOne Glycine, Amersham, Code-Number 17-1323-01
- PlusOne Mercaptoethanol, Amersham, Code-Number 17-1317-01
- PlusOne N,N'-Methylene-bisacrylamide, Amersham, Code-Number 17-1304-01
- PlusOne Repel-Silane, Amersham, Code-Number 17-1332-01
- PlusOne Silver Staining Kit, Protein, Amersham, Code-Number 17-1150-01
- PlusOne TEMED, Amersham, Code-Number 17-1312-01
- Saccharose, Firma Fluka
- Sodium Dodecylsulfate (SDS), Amersham, Code-Number 17-1313-01
- Sorbitol, Firma Fluka
- Tris, Amersham, Code-Number 17-1321-01
- Urea, Amersham, Code-Number 17-1319-01

9. Liste der verwendeten Geräte

- Homogenisator: Sonifier 250, Branson
- IEF-Elektrophoresegerät: Power Supply EPS 3500 XL, Amersham
- IEF-Fokussierungskammer: Multiphor 2, Amersham
- Rocking Platform, Biometra
- Schneidemaschine Bonner Modell
- SDS-Elektrophoresegerät: Power Pack 25, Biometra
- SDS-Fokussierungskammer, Biometra
- Vortex-Genie 2, Scientific industries
- Waage: Mettler, Spoerhase A.G. Giessen
- Wärmeschrank: Typ 2712, Köttermann
- Zentrifuge: Super T 21, Sorwall

10. Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Göttinger Mini Pig
- Abb. 2: Primärstruktur (links), Sekundärstruktur (Helices, Faltblätter, Turns, Loops) (Mitte links), Tertiärstruktur (Mitte rechts) und Quartärstruktur (rechts) von Proteinen
- Abb. 3: α -Helix
- Abb. 4: β -Faltblatt: antiparalleles (links) und paralleles (rechts) β -Faltblatt
- Abb. 5: „Greek-Key“ Motive und ihre Herleitung aus der griechischen Kunst
- Abb. 6: Sekundärstruktur des α -Kristallins
- Abb. 7: Eine mögliche Quartärstruktur des α -Kristallins in der Micellen-Form
- Abb. 8: Die verschiedenen dreidimensionalen Strukturen der β -Kristalline
- Abb. 9: Die dreidimensionale Struktur des γ -Kristallins
- Abb. 10: Eingesanntes Gel (2-D-SDS-Page; Färbung: Kolloidale Coomassie-Färbung Roti-Blue, Firma Roth)
- Abb. 11: Eingesanntes Gel (2-D-SDS-Page) nach Umwandlung in eine tif-Datei
- Abb. 12: Editiertes Gel (2-D-SDS-Page), die editierten Spots sind umrandet
- Abb. 13: IEF-Gelelektrophorese (nativ) der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse
- Abb. 14: IEF-Gelelektrophorese (in Urea) der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse
- Abb. 15: IEF-Gelelektrophorese (in Urea) der wasserunlöslichen Proteine der Schweinelinse
- Abb. 16: 2-D-SDS-Page der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 1 (5)
- Abb. 17: 2-D-SDS-Page der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 2 (3)
- Abb. 18: 2-D-SDS-Page der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 3 (3)
- Abb. 19: 2-D-SDS-Page der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 4 (3)
- Abb. 20: 2-D-SDS-Page der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 5 (1)
- Abb. 21: 2-D-SDS-Page der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 6 (1)
- Abb. 22: 2-D-SDS-Page der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 7 (1)
- Abb. 23: 2-D-SDS-Page der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 8 (1)
- Abb. 24: 2-D-SDS-Page der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 9 (1)
- Abb. 25: 2-D-SDS-Page der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 10 (3)
- Abb. 26: 2-D-SDS-Page der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 11 (4)

- Abb. 27: 2-D-SDS-Page der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 12 (4)
- Abb. 28: 2-D-SDS-Page der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 18 (5)
- Abb. 29: 2-D-SDS-Page der wasserunlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 1 (4)
- Abb. 30: 2-D-SDS-Page der wasserunlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 3 (1)
- Abb. 31: 2-D-SDS-Page der wasserunlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 5 (1)
- Abb. 32: 2-D-SDS-Page der wasserunlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 7 (7)
- Abb. 33: 2-D-SDS-Page der wasserunlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 9 (4)
- Abb. 34: 2-D- SDS-Page der wasserunlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 12 (4)
- Abb. 35: 2-D-SDS-Page der wasserunlöslichen Proteine der Schweinelinse Schnitt 18 (7)
- Abb. 36: 2-D-SDS-Page der wasserunlöslichen Kristalline der Schweinelinse:
Kristallinzuordnung
- Abb. 37: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 01 (3): Spot-IDs
- Abb. 38: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 01 (5): Spot-IDs
- Abb. 39: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 02 (5): Spot-IDs
- Abb. 40: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 03 (3,7): Spot-IDs
- Abb. 41: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 05 (1): Spot-IDs
- Abb. 42: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 05 (3): Spot-ID
- Abb. 43: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 05 (4): Spot-IDs
- Abb. 44: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 06 (1): Spot-IDs
- Abb. 45: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 06 (2): Spot-IDs
- Abb. 46: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 06 (3): Spot-IDs
- Abb. 47: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 06 (4): Spot-IDs
- Abb. 48: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 07 (1): Spot-IDs
- Abb. 49: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 07 (2): Spot-IDs
- Abb. 50: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 07 (4): Spot-IDs
- Abb. 51: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 08 (1): Spot-IDs
- Abb. 52: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 08 (2): Spot-IDs
- Abb. 53: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 08 (4): Spot-IDs
- Abb. 54: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 09 (1): Spot-IDs
- Abb. 55: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 09 (2): Spot-IDs
- Abb. 56: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 09 (3): Spot-IDs

- Abb. 57: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 10 (1): Spot-IDs
- Abb. 58: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 10 (3): Spot-IDs
- Abb. 59: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 10 (4,1): Spot-IDs
- Abb. 60: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 11 (3,1): Spot-IDs
- Abb. 61: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 11 (4): Spot-IDs
- Abb. 62: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 12 (1,1): Spot-IDs
- Abb. 63: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 12 (3,1): Spot-IDs
- Abb. 64: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 12 (4): Spot-IDs
- Abb. 65: Wasser~~un~~lösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 01 (2): Spot-IDs
- Abb. 66: Wasser~~un~~lösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 01 (3): Spot-IDs
- Abb. 67: Wasser~~un~~lösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 01 (4): Spot-IDs
- Abb. 68: Wasser~~un~~lösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 03 (1): Spot-IDs
- Abb. 69: Wasser~~un~~lösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 03 (2): Spot-IDs
- Abb. 70: Wasser~~un~~lösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 05 (1): Spot-IDs
- Abb. 71: Wasser~~un~~lösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 07 (7): Spot-IDs
- Abb. 72: Wasser~~un~~lösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 09 (3): Spot-IDs
- Abb. 73: Wasser~~un~~lösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 09 (4): Spot-IDs
- Abb. 74: Wasser~~un~~lösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 12 (3): Spot-IDs
- Abb. 75: Wasser~~un~~lösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 12 (4): Spot-IDs
- Abb. 76: Wasser~~un~~lösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 18 (7): Spot-IDs
- Abb. 77: Wasser~~un~~lösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 18 (8): Spot-IDs
- Abb. 78: Wasserlösliche Linsenproteine vom Schwein – Schnitt 01: Korrelationen zwischen den verschiedenen Gelen desselben Schnittes
- Abb. 79: Wasserlösliche Linsenproteine vom Schwein – Schnitt 05: Korrelationen zwischen den verschiedenen Gelen desselben Schnittes
- Abb. 80: Wasserlösliche Linsenproteine vom Schwein – Schnitt 06: Korrelationen zwischen den verschiedenen Gelen desselben Schnittes
- Abb. 81: Wasserlösliche Linsenproteine vom Schwein – Schnitt 07: Korrelationen zwischen den verschiedenen Gelen desselben Schnittes
- Abb. 82: Wasserlösliche Linsenproteine vom Schwein – Schnitt 08: Korrelationen zwischen den verschiedenen Gelen desselben Schnittes

- Abb. 83: Wasserlösliche Linsenproteine vom Schwein – Schnitt 09: Korrelationen zwischen den verschiedenen Gelen desselben Schnittes
- Abb. 84: Wasserlösliche Linsenproteine vom Schwein – Schnitt 10: Korrelationen zwischen den verschiedenen Gelen desselben Schnittes
- Abb. 85: Wasserlösliche Linsenproteine vom Schwein – Schnitt 11: Korrelationen zwischen den verschiedenen Gelen desselben Schnittes
- Abb. 86: Wasserlösliche Linsenproteine vom Schwein – Schnitt 12: Korrelationen zwischen den verschiedenen Gelen desselben Schnittes
- Abb. 87: Wasserlösliche Linsenproteine vom Schwein – Schnitt 18: Korrelationen zwischen den verschiedenen Gelen desselben Schnittes
- Abb. 88: Wasserunlösliche Linsenproteine vom Schwein – Schnitt 01: Korrelationen zwischen den verschiedenen Gelen desselben Schnittes
- Abb. 89: Wasserunlösliche Linsenproteine vom Schwein – Schnitt 03: Korrelationen zwischen den verschiedenen Gelen desselben Schnittes
- Abb. 90: Wasserunlösliche Linsenproteine vom Schwein – Schnitt 09: Korrelationen zwischen den verschiedenen Gelen desselben Schnittes
- Abb. 91: Wasserunlösliche Linsenproteine vom Schwein – Schnitt 12: Korrelationen zwischen den verschiedenen Gelen desselben Schnittes
- Abb. 92: Wasserunlösliche Linsenproteine vom Schwein – Schnitt 18: Korrelationen zwischen den verschiedenen Gelen desselben Schnittes
- Abb. 93 a-e: Isoelektrofokussierung von Linsenextrakten (ganze Linse) von Rind und Mensch in Abhängigkeit vom Lebensalter
- Abb. 94 a und b: Isoelektrofokussierung von Rattenlinsenextrakten (ganze Linse)
- Abb. 95: IEF-Gelelektrophorese (nativ) der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse
- Abb. 96: IEF-Gelelektrophorese (in Urea) der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse
- Abb. 97: IEF-Gelelektrophorese (in Urea) der wasserunlöslichen Proteine der Schweinelinse
- Abb. 98: Verteilung der wasserlöslichen und wasserunlöslichen Fraktionen der Kristalline in den einzelnen Schnittebenen der Schweinelinse (graphische Darstellung)
- Abb. 99: IEF-Gelelektrophorese (nativ) der wasserlöslichen Proteine der Schweinelinse
- Abb. 100: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 05(1)

- Tab. 1: Pair-Report der wasserlöslichen Linsenproteine des Schweins, Schnitt 01
- Tab. 2: Pair-Report der wasserlöslichen Linsenproteine des Schweins, Schnitt 05
- Tab. 3: Pair-Report der wasserlöslichen Linsenproteine des Schweins, Schnitt 06
- Tab. 4: Pair-Report der wasserlöslichen Linsenproteine des Schweins, Schnitt 07
- Tab. 5: Pair-Report der wasserlöslichen Linsenproteine des Schweins, Schnitt 08
- Tab. 6: Pair-Report der wasserlöslichen Linsenproteine des Schweins, Schnitt 09
- Tab. 7: Pair-Report der wasserlöslichen Linsenproteine des Schweins, Schnitt 10
- Tab. 8: Pair-Report der wasserlöslichen Linsenproteine des Schweins, Schnitt 11
- Tab. 9: Pair-Report der wasserlöslichen Linsenproteine des Schweins, Schnitt 12
- Tab. 10: Pair-Report der wasserlöslichen Linsenproteine des Schweins, Schnitt 18
- Tab. 11: Pair-Report der wasserunlöslichen Linsenproteine des Schweins, Schnitt 01
- Tab. 12: Pair-Report der wasserunlöslichen Linsenproteine des Schweins, Schnitt 03
- Tab. 13: Pair-Report der wasserunlöslichen Linsenproteine des Schweins, Schnitt 09
- Tab. 14: Pair-Report der wasserunlöslichen Linsenproteine des Schweins, Schnitt 12
- Tab. 15: Pair-Report der wasserunlöslichen Linsenproteine des Schweins, Schnitt 18
- Tab. 16: Veränderungen der Kristalline in verschiedenen Linsenabschnitten der humanen Linse
- Tab. 17: Veränderungen der Kristalline in verschiedenen Linsenabschnitten der Schweinelinse
- Tab. 18: Veränderungen der Kristalline in verschiedenen Linsenabschnitten der Rinderlinse
- Tab. 19: Vorkommen der Kristallinuntergruppen der wasserunlöslichen Fraktionen in verschiedenen Linsenabschnitten der Schweinelinse
- Tab. 20: Vorkommen der Kristallinuntergruppen der wasserlöslichen Fraktionen in verschiedenen
- Tab. 21: Verteilung der wasserlöslichen und wasserunlöslichen Fraktionen der Kristalline in den einzelnen Schnittebenen der Schweinelinse (tabellarische Darstellung)
- Tab. 22: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 01 (3): Spot-Report
- Tab. 23: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 01 (5): Spot-Report
- Tab. 24: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 02 (5): Spot-Report
- Tab. 25: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 03 (3,7): Spot-Report

- Tab. 26: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 04 (3): Spot-Report
- Tab. 27: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 05 (1): Spot-Report
- Tab. 28: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 05 (3): Spot-Report
- Tab. 29: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 05 (4): Spot-Report
- Tab. 30: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 06 (1): Spot-Report
- Tab. 31: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 06 (2): Spot-Report
- Tab. 32: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 06 (3): Spot-Report
- Tab. 33: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 06 (4): Spot-Report
- Tab. 34: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 07 (1): Spot-Report
- Tab. 35: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 07 (2): Spot-Report
- Tab. 36: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 07 (4): Spot-Report
- Tab. 37: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 08 (1): Spot-Report
- Tab. 38: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 08 (2): Spot-Report
- Tab. 39: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 08 (4): Spot-Report
- Tab. 40: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 09 (1): Spot-Report
- Tab. 41: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 09 (2): Spot-Report
- Tab. 42: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 09 (3): Spot-Report
- Tab. 43: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 10 (1): Spot-Report
- Tab. 44: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 10 (3): Spot-Report
- Tab. 45: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 10 (4,1): Spot-Report
- Tab. 46: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 11 (3,1): Spot-Report
- Tab. 47: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 11 (4): Spot-Report
- Tab. 48: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 12 (1,1): Spot-Report
- Tab. 49: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 12 (3,1): Spot-Report
- Tab. 50: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 12 (4): Spot-Report
- Tab. 51: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 18 (5): Spot-Report
- Tab. 52: Wasserlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 18 (6): Spot-Report
- Tab. 53: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 01 (2): Spot-Report
- Tab. 54: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 01 (3): Spot-Report
- Tab. 55: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 01 (4): Spot-Report
- Tab. 56: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 03 (1): Spot-Report

- Tab. 57: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 03 (2): Spot-Report
- Tab. 58: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 05 (1): Spot-Report
- Tab. 59: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 07 (7): Spot-Report
- Tab. 60: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 09 (3): Spot-Report
- Tab. 61: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 09 (4): Spot-Report
- Tab. 62: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 12 (3): Spot-Report
- Tab. 63: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 12 (4): Spot-Report
- Tab. 64: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 18 (7): Spot-Report
- Tab. 65: Wasserunlösliche Linsenproteine des Schweins – Schnitt 18 (8): Spot-Report

11. Literaturverzeichnis

- **Aristoteles.** Nikomachische Ethik. In: Aristoteles. Nikomachische Ethik. Übersetzt und kommentiert von Dirlmeier F. Berlin: Akademie-Verlag; 1983: 56
- **Aristoteles.** Metaphysik I. In: Seidl, H., Hrsg. Aristoteles. Methaphysik I. Erster Halbband (Bücher I-VI). Neubearbeitung der Übersetzung von Bonitz H. Hamburg: Meiner; 1989: I 1, 980 a 21
- **Augusteyn RC.** alpha-crystallin: a review of its structure and function. Clin Exp Optom 2004; 87: 354-355
- **Baader G.** Zur Terminologie des Constantinus Africanus. Med hist J 1967; 2: 36-53
- **Basak A, Batemann O, Slingsby C, Pande A, Asherie N, Ogun O, Benedek GB, Pande J.** High resolution x-ray crystal structures of human γ D crystalline and the R58H mutant associated with aculeiform cataract. J Mol Biol. 2003; 328: 1137-1147
- **Bessem's GHJ.** Some chemical aspects of the aging and cataractous eye lens. Dissertationsschr. der Universität von Nijmegen, 1985
- **Bessem's GHJ, DeMan BM, Bours J, Hoenders HJ.** Age-related variations in the distribution of crystallins within the bovine lens. Exp Eye Res 1986; 43: 1019-1030
- **Bindels JG, Bours J, Hoenders HJ.** Age-dependent variations in the distribution of rat lens water-soluble crystallins. Size fractionation and molecular weight determination. Mech Ageing Dev 1983; 21: 1-13
- **Bloemendal H.** The lens proteins. In: Bloemendal H, Hrsg. Molecular and cellular biology of the eye lens. New York-Chichester-Brisbane-Toronto: John Wiley and Sons, 1981: 1-47
- **Bloemendal H, Hockwin O, Hoenders HJ, Ohrloff C, Rink H.** Linse. In: Hockwin O, Hrsg. Biochemie des Auges. Bücherei des Augenarztes, Bd. 107. Stuttgart: Enke Verlag, 1985: 82-84
- **Bours J.** Isoelectric focusing of lens crystallins. In: Righetti PG, Hrsg. Progress in isoelectric focusing and isotachoforesis. North-Holland Publ. Comp, 1975: 235-256
- **Bours J.** The crystallins of the aging lens from five species studied by various methods of thin-layer isoelectric focusing. In: Radola & Graesslin. Electrofocusing and isotachophoresis. Berlin: Walter de Gruyter, 1977: 303-312

- **Bours J.** Species specificity of the crystallins and the albuminoid of the ageing lens. *Comp Biochem Physiol* 1980; 65B: 215-222
- **Bours J.** Die Analytik des Linseneiweißes. *Pharmazeutische Zeitung* 1984a; 129: 502-504
- **Bours J.** Isotachophoresis and immunoelectrophoresis of water-soluble and -insoluble crystallins of the ageing bovine lens. *Curr Eye Res* 1984b; 3: 691-697
- **Bours J.** Isotachophoresis of water-soluble crystallins from equator, nucleus and anterior and posterior cortex. *Lens Research* 1987; 4: 143-161
- **Bours J, Hockwin O.** Artenunterschiede bei Linsenproteinen nach Trennung mit Isoelektrofokussierung und auf Polyamid-Dünnschichtplatten. *Berl Münch Tierärztl Wochenschr.* 1976; 89: 417-422
- **Bours J, Hockwin O.** Charakterisierung der wasserlöslichen Proteine der Linse mittels Immunologie und Isoelektrofokussierung und ihre Beziehung zum Alterungsprozess. *Klin Monatsbl Augenheilk* 1977; 170: 51-59
- **Bours J, Ahrend MHJ, Hockwin O.** Biochemistry of the aging bovine lens. Isotachophoresis of water-soluble-crystallins from equator, nucleus and anterior and posterior cortex. *Lens Res* 1987a; 4: 143-161
- **Bours J, Födisch HJ, Hockwin O.** Age-related changes in water and crystallin content of the fetal and adult human lens, demonstrated by a microsectioning technique. *Ophthalmic Res* 1987b; 19: 235-239
- **Bours J, Ahrend MHJ, Wegener A, Hockwin O.** Water-insoluble high-molecular-weight and alpha crystalline as the source of Scheimpflug light scattering pattern in rat lens. *Ophthalmic Res* 1990; 22 (suppl. 1): 90-94
- **Bours J, Ahrend MHJ, Breipohl W.** The presence of β -, β_s - and γ -Crystallins in the water-insoluble crystallin complex of the aging bovine lens. *Eurage* 1991a; 15: 341-349
- **Branden C, Tooze J.** Introduction to Protein Structure. New York: Library of Congress Cataloging-in-Publication Data. Garland Publishing, 1991
- **Celsus.** De Medicina, Buch VI. Zitiert nach: Goold GP, Hrsg. The Loeb Classical Library. Celsus II. London-Cambridge-Massachusetts: Harvard University Press, 1977a: 222-223

- **Celsus.** De Medicina, Buch VII. Zitiert nach: Goold GP, Hrsg.. The Loeb Classical Library. Celsus II. London-Cambridge-Massachusetts: Harvard University Press, 1977b: 345-353
- **Chirgadze IuN, Nevskaia NA, Sergeev IuV, Fomenkova NP.** Evolutionary conservatism of the molecular structure of gamma-crystallins of vertebrates. Mol Biol (Mosk) 1987 ; 21: 368-376
- **Daviel J.** Sur une nouvelle méthode de guérir la cataracte par l'extraction du cristallin. Paris: Mém Acad Roy Chir 2, 1753: 337-354
- **Diodor.** Diodor's von Sicilien historische Bibliothek, Erstes Bändchen. Zitiert nach: Zafel GLF, Disiander CN, Schwab G, Hrsg. Griechische Prosaiker in neuen Übersetzungen. Stuttgart: Verlag der JB Metzler'schen Buchhandlung, 1827: 95-96
- **Driessen HP, Herbrink P, Bloemendal H, de Jong WW.** Primary structure of the bovine beta-crystallin Bp chain. Internal duplication and homology with gamma-crystallin. Eur J Biochem 1981; 121: 83-91
- **Ebers G.** Papyrus Ebers. Die Maasse und das Kapitel über die Augenkrankheiten. Zweiter Theil. Das Kapitel über die Augenkrankheiten im Papyrus Ebers. In: Abhandlungen der königlich sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, Bd. 25. Stuttgart: S. Hirzel, 1890: 433-499
- **Fischer KD.** Die Klappe fällt – frühe Belege für lat. cataracta als Bezeichnung für eine Augenkrankheit. Med hist J 2000; 35: 127-147
- **Fischer KD.** Gebärmuttervorfall und Katarakt: Antike Human- und Veterinärmedizin im Vergleich. In: Schweizerisches Archiv für Tierheilkunde 2005; 147, 1: 11-19
- **Goethe, JW.** Poetische Werke Bd. 2. In: Seidel S., Hrsg. Goethe JW. Poetische Werke Bd. 1-16. Kunsttheoretische Schriften und Übersetzungen Bd. 17-22. Berlin: Aufbau Verlag, 1960: 496
- **Goethe, JW.** Aus meinem Leben. Dichtung und Wahrheit. In: Borchmeyer D et al., Hrsg. Johann Wolfgang Goethe Sämtliche Werke. Briefe, Tagebücher und Gespräche, Bd. 14. Frankfurt am Main: Deutscher Klassiker Verlag, 1986: 740-742
- **Gopalakrishnan S, Boyle D, Takemoto L.** Preferential interaction of alpha crystallin with denatured forms of gamma crystallin. Invest Ophthalmol Vis Sci 1994; 35: 382-387
- **Graw J.** Genetic and molecular basis of congenital eye defects. Nat Rev Genet 2003; 4: 876-888

- **Graw J, Löster J.** Developmental genetics in ophthalmology. *Ophthalm Genet* 2003; 24: 1-33
- **Harding JJ.** Nature and origin of the insoluble protein of rat lens. *Exp Eye Res* 1969; 8: 147-156
- **Harding JJ, Dilley KJ.** Structural proteins of the mammalian lens: a review with emphasis on changes in development, aging and cataract. *Exp Eye Res* 1976; 22: 1-73
- **Hockwin O.** Zur Pathogenese und Therapie der Alterskatarakt, historische Aspekte und neue Vorstellungen. *Hist Ophth Inter* 1981; 2: 115-131
- **Hockwin O.** Trübungen der Augenlinse. *Spektrum der Wissenschaft* 1983; 9: 28-37
- **Hockwin O.** Neuere Erkenntnisse über die Ursache der Katarakt. *Die Umschau* 1985; 12: 726-733
- **Hoenders HJ, Bloemendal H.** Veränderungen des Proteinstoffwechsels beim Altern. In: Hockwin O, Hrsg. Altern der Linse. Symposium über die Augenlinse. Strasbourg: Bergmann u. Mayr Miesbach, 1982: 45-58
- **Hoenders HJ, Bloemendal H.** Membran- und Zytoskelettproteine. In: Hockwin O, Hrsg.. Biochemie des Auges, Bücherei des Augenarztes, Bd. 107. Stuttgart: Enke Verlag, 1985
- **Horwitz J.** Alpha-crystallin can function as a molecular chaperone. *Proc Natl Acad Sci USA* 1992; 89: 10449-10453
- **Horwitz J.** Alpha-crystallin. *Exp Eye Res* 2003; 76: 145-153
- **Horwitz J, Bova MP, Ding LL, Haley DA, Stewart PL.** Lens alpha-crystallin: function and structure. *Eye* 1999; 13: 403-408
- **Inana G, Piatigorsky J, Norman B, Slingsby C, Blundell T.** Gene and protein structure of beta-crystallin polypeptide in murine lens: relationship of exons and structural motifs. *Nature* 1983; 302: 310-315
- **Jedziniak JA, Arredono M, Andley U.** Oxidative damage to human lens enzymes. *Current Eye Res* 1987; 6: 345-351
- **Kato K, Shinohara H, Kurobe N, Goto S, Inaguma Y, Ohshima K.** Immunoreactive alpha A crystallin in rat non-lenticular tissues detected with a sensitive immunoassay method. *Biochim Biophys Acta* 1991; 1080: 173-180

- **Klemenz R, Andres AC, Fröhli E, Schäfer R, Aoyama A.** Expression of the murine small heat shock proteins hsp 25 and alpha B crystallin in the absence of stress. *J Cell Biol* 1993; 120: 639-645
- **Lubsen NH, Aarts HJ, Schoenmakers JG.** The evolution of lenticular proteins: the beta- and gamma-crystallin super gene family. *Prog Biophys Mol Biol* 1988; 51: 47-76
- **Maiti M, Kono M, Chakrabarti B.** Heat-induced changes in the conformation of alpha- and beta-crystallins: unique thermal stability of alpha-crystallin. *FEBS Lett* 1988; 236: 109-114
- **Mörner CT.** Untersuchungen der Proteinsubstanzen in den lichtbrechenden Medien des Auges. *Hoppe-Seylers Z physiol Chem* 1894; 18: 61-106
- **Müller-Breitenkamp U, Hockwin O.** Riskfactors in cataract development – a review. In: Sasaki K, Hockwin O (Hrsg.): *Distribution of Cataracts in the Population and Influencing factors*. Dev. Ophthalmol, Basel 1991, Karger, vol 21, &0-65
- **Nutton V.** Artikel ‘Augenheilkunde’. In: *Der Neue Pauly-Enzyklopädie der Antike II*. Stuttgart 1997, Spalte 277-279
- **Ozaki Y, Mizuno A.** Molecular aging of lens crystallins and the life expectancy of the animal. Age-related protein structural changes studied in situ by Raman spectroscopy. *Biochim Biophys Acta* 1992; 1121: 245-251
- **Papaconstatinou J.** Biochemistry of bovine lens proteins. The γ -crystallins of adult bovine, calf and embryonic lenses. *Biochim Biophys Acta* 1965; 107: 81-90
- **Phelps Brown N, Bron AJ.** *Lens Disorders. A Clinical Manual of Cataract Diagnosis* Oxford: Butterworth-Heinemann Ltd, 1996
- **Quax-Jeuken Y, Driessen H, Leunissen J, Quax W, Jong WW de, Bloemendal H.** Beta s-crystallin: structure and evolution of a distinct member of the beta-gamma-superfamily. *EMBO J* 1985; 4: 2597-2602
- **Rao PV, Huang QL, Horwitz J, Zigler JS Jr.** Evidence that alpha-crystallin prevents non-specific protein aggregation in the intact eye lens. *Biochim Biophys Acta* 1995; 1245: 439-447
- **Richardson JS, Richardson DC, Tweedy NB, Gernert KM, Quinn TP, Hecht MH, Erickson BW, Yan Y, McClain RD, Donlan ME.** Looking at proteins: representations, folding, packing, and design. *Biophys J*. 1992; 63(5): 1185–1209

- **Rohen JW.** Der Ziliarkörper als funktionelles System. *Morph. Jahrbuch* 1992; 415
- **Singh K, Groth-Vasselli B, Kumosinski TF, Farnsworth PN.** alpha-Crystallin quaternary structure: molecular basis for its chaperone activity. *FEBS Lett* 1995; 372: 283-287
- **Slingsby C, Driessen HP, Mahadevan D, Blundell TL.** Evolutionary and functional relationship between the basic and acidic beta-crystallins. *Exp Eye Res* 1988; 46: 375-403
- **Slingsby C, Bateman OA.** Rapid separation of bovine β -crystallin subunits β B1, β B2, β B3, β A3 and β A4. *Exp Eye Res* 1989; 51: 21-26
- **Spector A, Freund T, Li LK, Augusteyn RC.** Age-dependent changes in the structure of alpha crystallin. *Invest Ophthalmol* 1971; 10: 677-686
- **Srinivasan AN, Nagineni CN, Bhat SP.** alpha A-crystallin is expressed in non-ocular tissues. *J Biol Chem* 1992 15; 267: 23337-23341
- **Summers LJ, Slingsby C, Blundell TL, den Dunnen JT, Moormann RJ, Schoemakers JG.** Structural variation in mammalian gamma-crystallins based on computer graphics analyses of human, rat and calf sequences. 1. Core packing and surface properties. *Exp Eye Res* 1986; 43: 77-92
- **Van Kamp GJ, Hoenders HJ, Bloemendal H.** One-step preparation of the polypeptide chains of α -crystallin. *Biochim Biophys Acta* 1971; 243: 149-151
- **Van Kamp GJ, Hoenders HJ.** The distribution of the soluble proteins in the calf lens. *Exp Eye Res* 1973 10; 17: 417-426
- **Van Kleef FSM.** Post-synthetic modifications of bovine alpha-crystallin. *Dissertationsschr. der Universität von Nijmegen*, 1975
- **Van Montfort RLM, Bateman O, Lubsen NH, Slingsby C.** Crystal structure of truncated human β B₁-crystallin. *Protein Sci.* 2003; 12: 2606-2612
- **Vesterberg O, Svensson H.** Isoelectric fractionation, analysis and characterization of ampholytes in natural pH gradients. IV. Further studies on the resolving power in connection with separation of myoglobins. *Acta Chem Scand* 1966; 20: 820-834
- **Winstow GJ, Piatigorsky J.** Lens crystallins: the evolution and expression of proteins for a highly specialized tissue. *Annu Rev Biochem* 1988; 57: 479-504
- **Zigman S, Lerman S.** The relationship between soluble and insoluble proteins in the lens. *Biochim Biophys Acta* 1968; 154: 423-425

12. Danksagung

Bedanken möchte ich mich ganz herzlich bei allen, die mich bei der Anfertigung dieser Dissertationsschrift unterstützt haben:

Herrn PD Dr. rer. nat. Alfred Wegener möchte ich ganz herzlich danken für die Überlassung des Themas, für die Bereitstellung aller zur Durchführung der Arbeit benötigten Mittel, für die Hilfe bei aller Art von aufkommenden Fragen und nicht zuletzt für seine Geduld und freundliche sowie engagierte Unterstützung in den ganzen Jahren.

Herrn Dr. rer. nat. Michael Ahrend möchte ich herzlich danken für die Einarbeitung in die Grundlagen der experimentellen Methoden, für die unermüdliche Bereitschaft und Hilfe bei Fragen und Problemen, für sein immer offenes Ohr und die Zeit, die er sich genommen hat, um hilfreich zur Seite zu stehen.

Julia Gardyan und Denise Reimnitz ein herzliches Dankeschön für die gemeinsame Zeit in der Phase des experimentellen Abschnittes im Labor und die gute Kollegialität.

Herrn Dr. phil. Bernhard Herzhoff gilt mein herzlicher Dank für die Möglichkeit der Einblicke in seine reichhaltige Bibliothek und seine diversen Schriftensammlungen.

Nicht zuletzt einen ganz herzlichen Dank an meine Familie für ihre Unterstützung und ihr unermüdliches Antreiben, für die aufmunternden Worte und die bohrenden Fragen, wenn es mal wieder nicht weiter ging.

Und ein ganz großer Dank gilt meinem Mann Ralf - für das Geschenk seiner Liebe.