

4 Ergebnisse

4.1 Differenzierung der Skelettmuskelfasertypen

Die Differenzierung der Skelettmuskelfasertypen entsprechend der gegenwärtig gültigen Nomenklatur in Fasern vom Typ I, IIA sowie IIB ist anhand von Faserquerschnitten sowohl lichtmikroskopisch als auch elektronenmikroskopisch mehrheitlich sicher möglich. Die Differenzierung kann bei der lichtmikroskopischen sowie der elektronenmikroskopischen Betrachtung bei geringerer Vergrößerung (1250fach) nach den gleichen Kriterien erfolgen: Faserquerschnittsfläche, Menge und Verteilung der Mitochondrien. Bei höheren Vergrößerungen können außerdem

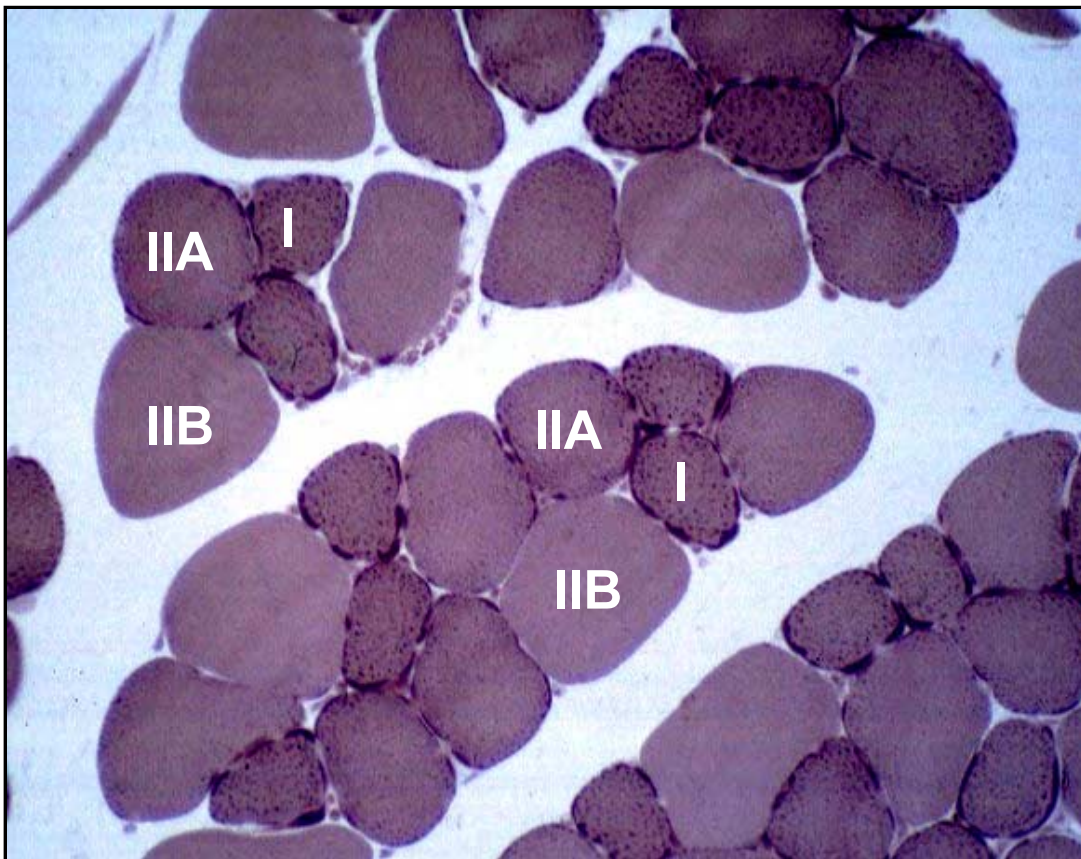


Abb. 8: Darstellung der verschiedenen Skelettmuskelfasertypen im *M. rectus femoris* der Labormaus anhand von Faserquerschnitten im Semidünnschnitt nach Färbung mit *p*-Phenylendiamin. Eine Zuordnung der Faserquerschnitte zu den Fasertypen I, IIA und IIB ist nach morphologischen Kriterien möglich. Siehe auch Tabelle 6 auf Seite 14.

die Beschaffenheit des sarkoplasmatischen Retikulums, die Größe, der Aufbau sowie die Verteilung der Mitochondrien in den Fasern sowie die Menge an Sarkoplasma und Neutralfettpartikeln zur Bewertung herangezogen werden. Die Fasereinteilung

und die Auswahl der Skelettmuskelfasern vom Typ IIB erfolgten also in der vorliegenden Arbeit nicht anhand spezieller färbereischer Darstellungen von Enzymaktivitäten, sondern mithilfe morphologischer Merkmale.

4.2 Ultrastrukturelle Komponenten des Skelettmuskelfaserquerschnittes

Die wesentlichen ultrastrukturellen Komponenten des Skelettmuskelfaserquerschnittes sind die Myofibrillen, das sarkoplasmatische Retikulum sowie die Mitochondrien. Diese Strukturen zeigen in Abhängigkeit vom Fasertyp eine unterschiedliche Ausprägung (s. Abb. 9; s. a. Tabellen 5 und 6 auf den Seiten 13 und 14).

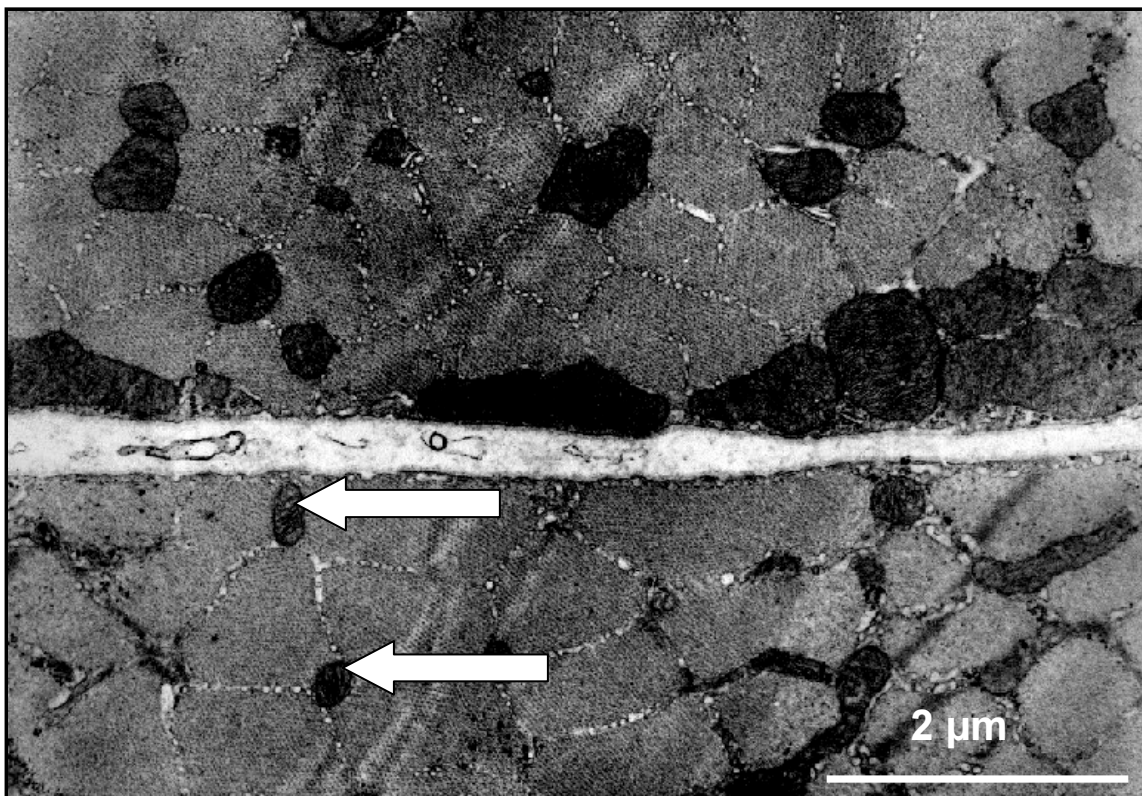


Abb. 9: Unterschiede in der myogenen Ultrastruktur werden besonders deutlich, wenn sich Skelettmuskelfasern unterschiedlichen Fasertyps in unmittelbarer Nachbarschaft befinden. Besonders eindrucksvoll ist der unterschiedliche Aufbau der Faserperipherie. So besitzen Skelettmuskelfasern vom Typ I (obere Bildhälfte) subsarkolemmale Ansammlungen von Mitochondrien, die sich in Anzahl, Größe und Struktur deutlich von denen in der Skelettmuskelfaser vom Typ IIB (untere Bildhälfte, Mitochondrien mit Pfeilen dargestellt) unterscheiden.

Ferner sind Zellkerne, Sarkolemm und Sarkoplasma mit Glykogengranula und Liposomen auszumachen, die jedoch für die vorliegenden quantitativen Untersuchungen von geringer Bedeutung sind.

Die nachfolgende Abbildung stellt den Querschnitt einer Skelettmuskelfaser vom Typ IIB mit den Myofibrillen und dem sarkoplasmatischen Retikulum als wichtige myogene Strukturen für die morphometrischen Bestimmungen dar.

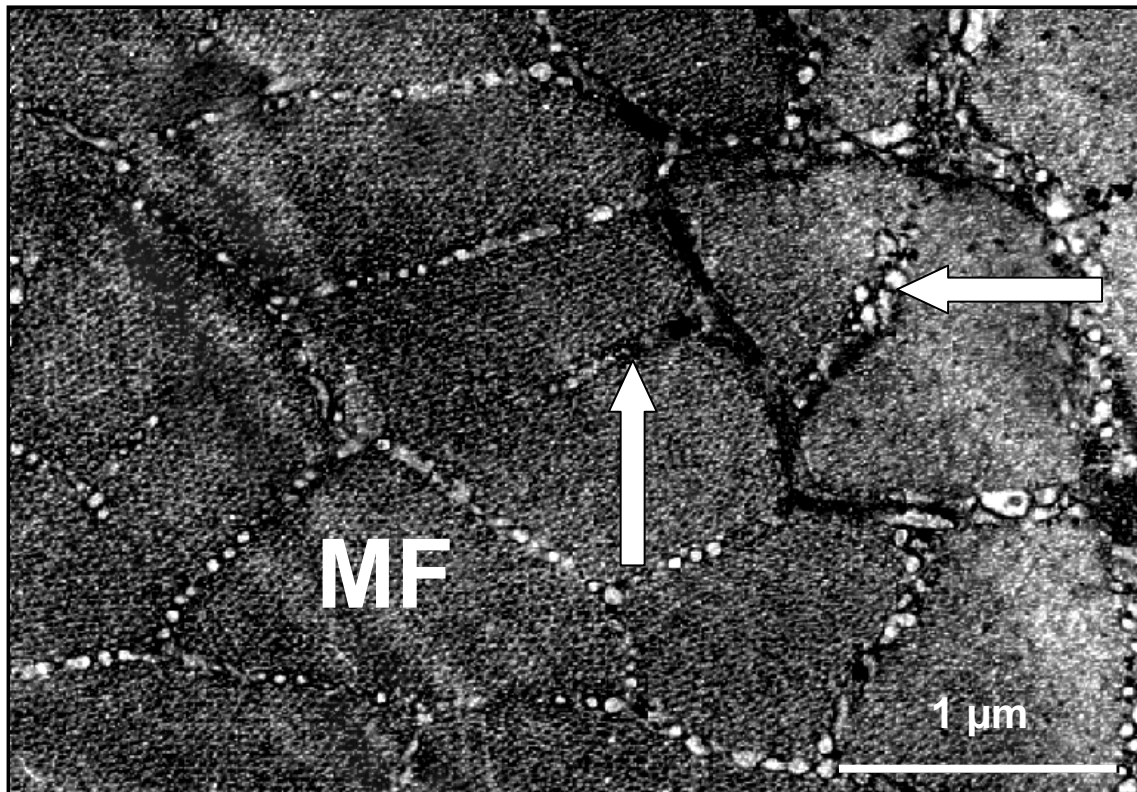


Abb. 10: Darstellung der Ultrastruktur der murinen Skelettmuskelfaser vom Typ IIB. Die punktförmige Darstellung der Myofilamente weist auf einen exakten Faserquerschnitt hin. Die beiden Pfeile kennzeichnen die Längsteilung der Myofibrillen mittels Invasion durch das sarkoplasmatische Retikulum. Mit MF ist eine Myofibrille ohne Teilungsanzeichen gekennzeichnet. Mitochondrien sind in dieser Abbildung nicht vorhanden.

4.3 Querschnittsflächen der Myofibrillen

Es wurden die Flächeninhalte der einzelnen Myofibrillen ermittelt, wie sie sich auf der Querschnittsfläche der Skelettmuskelfaser vom Typ IIB im ultrastrukturellen Bild darstellen. Gemessen wurden nur solche Myofibrillen, die vollständig abgebildet

waren und keinerlei Teilungsanzeichen aufwiesen. Die LSMeans sowie die Standarderrors für die einzelnen Linien und Altersgruppen werden durch die Abbildungen 11 und 12 veranschaulicht. Siehe auch Tabellen 4 und 5 im Anhang, Seite III.

4.3.1 Altersgruppe 43. Lebenstag

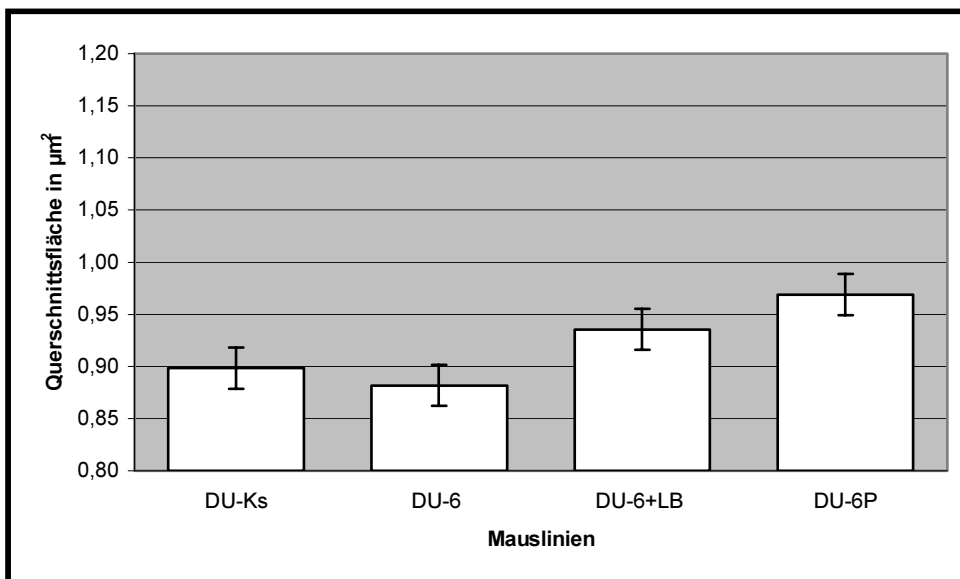


Abb. 11: Querschnittsflächen der Myofibrillen in der Altersgruppe 43. Lebenstag (n = 5 Tiere pro Linie)

DU-Ks Kontrolllinie DU-6+LB Indexlinie
DU-6 Wachstumslinie DU-6P Proteinlinie

Von den drei Selektionslinien weist nur die Proteinlinie DU-6P eine signifikant größere Myofibrillenquerschnittsfläche im Vergleich zur Kontrolllinie DU-Ks auf. Weder die Wachstumslinie DU-6 noch die Indexlinie DU-6+LB zeigen in ihren LSMeans für das betrachtete Merkmal einen signifikanten Unterschied zur Kontrolllinie DU-Ks. Die Linie DU-6 unterscheidet sich signifikant von den Linien DU-6+LB als auch DU-6P. Zwischen den Linien DU-6P und DU-6+LB konnte keine statistisch gesicherte Differenz ermittelt werden.

4.3.2 Altersgruppe 73. Lebenstag

In der Altersgruppe 73. Lebenstag sind zwischen den Mauslinien signifikante Unterschiede ausgeprägt. Die Wachstumslinie DU-6 besitzt im Vergleich zur Kontrolllinie DU-Ks signifikant kleinere, die Proteinlinie DU-6P signifikant größere Myofibrillenquerschnittsflächen, während sich die Indexlinie DU-6+LB in diesem Merkmal nicht signifikant vom Kontrollniveau Du-Ks unterscheidet.

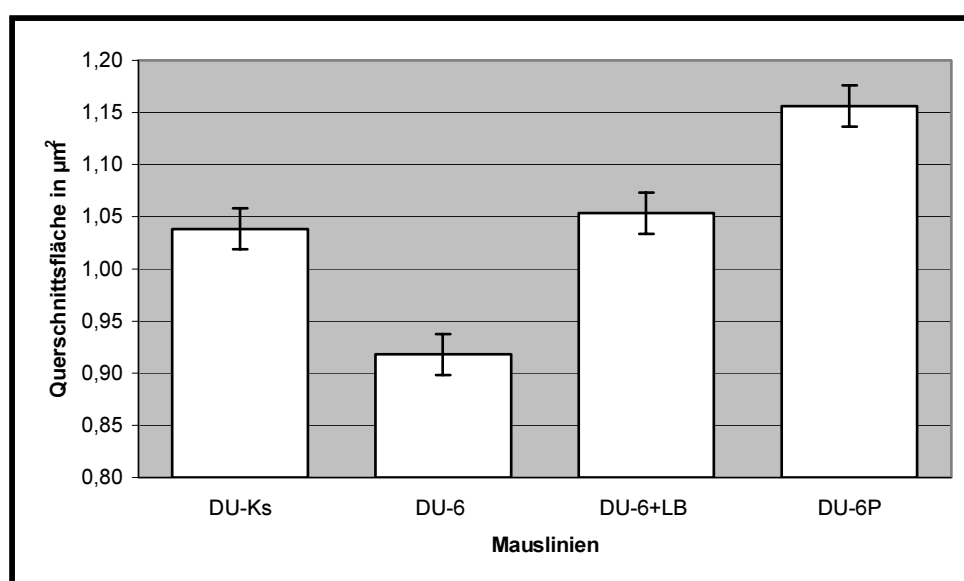


Abb. 12: Querschnittsflächen der Myofibrillen in der Altersgruppe 73. Lebenstag
($n = 5$ Tiere pro Linie)

DU-Ks Kontrolllinie DU-6+LB Indexlinie
DU-6 Wachstumslinie DU-6P Proteinlinie

Weiterhin treten signifikante Merkmalsunterschiede zwischen den Linien DU-6 und DU-6+LB, DU-6 und DU-6P sowie den Linien DU-6+LB und DU-6P auf. Die Proteinlinie DU-6P besitzt in dieser Altersgruppe von allen Mauslinien die größten bzw. dicksten Myofibrillen in der Typ-II-B-Faser.

4.4 Querschnittsflächen der Myofibrillen mit Teilungsanzeichen

Es wurden die Flächeninhalte solcher Myofibrillen gemessen, die longitudinale Splittings aufweisen, die als Anzeichen einer Myofibrillenlängsteilung anzusehen sind. In den Abbildungen 13 und 14 auf den Seiten 70 und 71 sind die für die jeweiligen Altersgruppen und Mauslinien ermittelten LSMeans +/- Standarderrors grafisch dargestellt. Die für dieses Merkmal ermittelten statistischen Daten können den Tabellen 6 und 7 im Anhang auf den Seiten IV und V entnommen werden.

4.4.1 Altersgruppe 43. Lebenstag

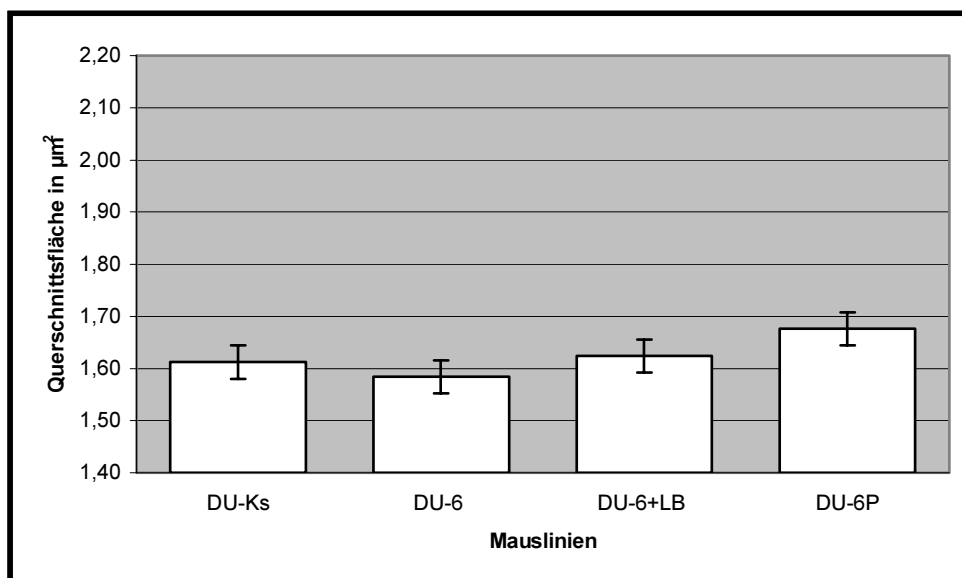


Abb. 13: Querschnittsflächen der Myofibrillen mit Teilungsanzeichen in der Altersgruppe 43. Lebenstag ($n = 5$ Tiere pro Linie)

DU-Ks Kontrolllinie DU-6+LB Indexlinie
 DU-6 Wachstumslinie DU-6P Proteinlinie

In dem Merkmal Querschnittsflächen der Myofibrillen mit Teilungsanzeichen unterscheidet sich keine der drei Selektionslinien statistisch signifikant von der Kontrolllinie DU-Ks. Zwischen den drei Selektionslinien gibt es nur einen signifikanten Unterschied: die Proteinlinie DU-6P besitzt Myofibrillen mit Teilungsanzeichen, die signifikant größere Querschnittsflächen aufweisen als die der Wachstumslinie DU-6.

4.4.2 Altersgruppe 73. Lebenstag

Die Proteinlinie DU-6P besitzt im Vergleich zur Kontrolllinie DU-Ks teilungsaktive Myofibrillen mit größeren, die Wachstumslinie DU-6 solche mit kleineren Querschnittsflächen, während die Indexlinie DU-6+LB nur im Trend größere bzw. dickere Myofibrillen aufweist.

Die Linie DU-6 besitzt für dieses Merkmal signifikant geringere LSMeans im Vergleich zu den Linien DU-6+LB sowie DU-6P, während sich die beiden letztgenannten Linien nicht statistisch signifikant unterscheiden.

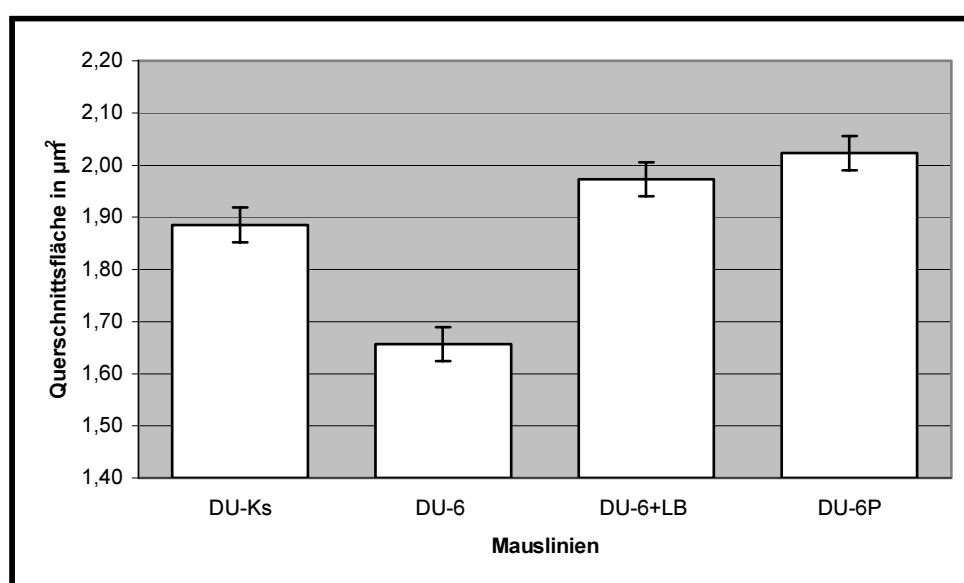


Abb. 14: Querschnittsflächen der Myofibrillen mit Teilungsanzeichen in der Altersgruppe 73. Lebenstag ($n = 5$ Tiere pro Linie)

DU-Ks Kontrolllinie DU-6+LB Indexlinie
 DU-6 Wachstumslinie DU-6P Proteinlinie

4.5 Größenverhältnisse zwischen den Myofibrillen mit Teilungsanzeichen und den Myofibrillen ohne Teilungsanzeichen

Die Bestimmung dieses Merkmals erfolgte durch Berechnung unter Verwendung der ermittelten Werte für die Querschnittsflächen der Myofibrillen mit und ohne Teilungsanzeichen für die einzelnen Linien und Altersgruppen. In den Abbildungen 15 und 16 auf den Seiten 72 und 73 sind die für dieses Merkmal ermittelten

LSMeans sowie die Standarderrors dargestellt. Diese und weitere Angaben befinden sich in den Tabellen 8 und 9 im Anhang auf den Seiten VI und VII.

4.5.1 Altersgruppe 43. Lebenstag

Die Querschnittsflächen der Myofibrillen mit Teilungsanzeichen sind bei den Tieren der Kontrolllinie DU-Ks um den Faktor $1,805 \pm 0,026$ größer als die Querschnittsflächen der nicht teilungsaktiven Myofibrillen. Keine der drei Selektionslinien unterscheidet sich in diesem Merkmal signifikant von der Linie DU-Ks.

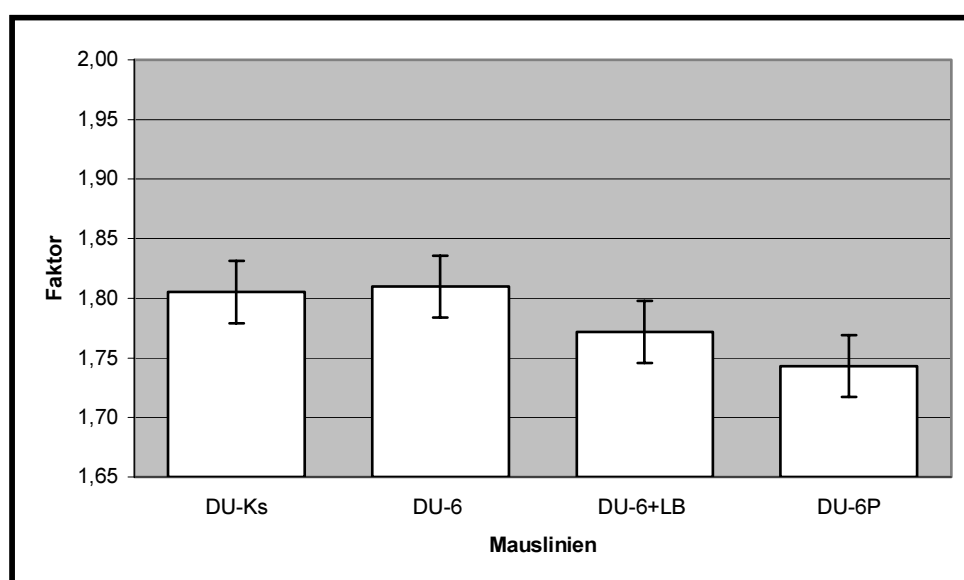


Abb. 15: Größenverhältnisse zwischen den Myofibrillen mit Teilungsanzeichen und den Myofibrillen ohne Teilungsanzeichen in der Altersgruppe 43. Lebenstag ($n = 5$ Tiere pro Linie)
DU-Ks Kontrolllinie DU-6+LB Indexlinie
DU-6 Wachstumslinie DU-6P Proteinlinie

Auch zwischen den drei Selektionslinien treten keine signifikanten Merkmalsdifferenzen auf. Das für die Proteinlinie DU-6P ermittelte Größenverhältnis liegt im Trend unter den für die Linien DU-Ks und DU-6 ermittelten Werten.

4.5.2 Altersgruppe 73. Lebenstag

Die für die drei selektierten Mauslinien ermittelten LSMMeans unterscheiden sich nicht signifikant von dem für die Kontrolllinie DU-Ks berechneten Wert.

Auch zwischen den drei Selektionslinien existiert nur eine statistisch signifikante Differenz: die Indexlinie DU-6+LB weist einen für das Merkmal größeren Wert auf als die Proteinlinie DU-6P.

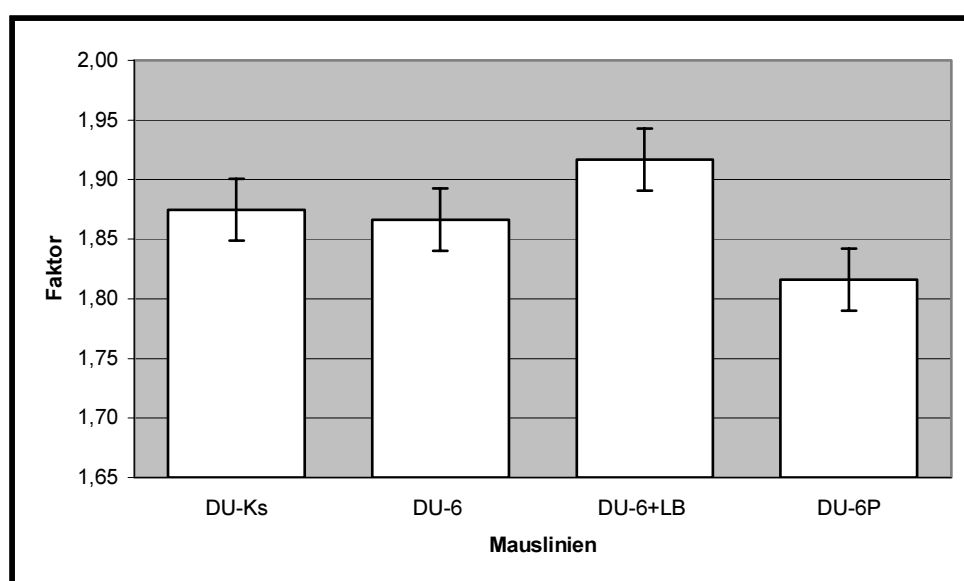


Abb. 16: Größenverhältnisse zwischen den Myofibrillen mit Teilungsanzeichen und den Myofibrillen ohne Teilungsanzeichen in der Altersgruppe 73. Lebenstag ($n = 5$ Tiere pro Linie)
 DU-Ks Kontrolllinie DU-6+LB Indexlinie
 DU-6 Wachstumslinie DU-6P Proteinlinie

4.6 Prozentuale Anteile der Myofibrillen mit Teilungsanzeichen an der Gesamtmyofibrillenanzahl

Aus der Ermittlung der Anzahlen von teilungsaktiven und nicht teilungsaktiven Myofibrillen auf den Mikrofotogrammen wurden die prozentualen Anteile der teilungsaktiven Myofibrillen an der Gesamtmyofibrillenanzahl rechnerisch ermittelt. Das longitudinale Splitting der Myofibrillen und die damit verbundenen Veränderungen werden als Merkmal des Wachstums der Skelettmuskelfaser angesehen. In den Abbildungen 17 und 18 auf den Seiten 74 und 75 sind die

LSMeans sowie die Standarderrors dargestellt. Die für dieses Merkmal ermittelten statistischen Daten können den Tabellen 10 und 11 im Anhang auf der Seite VIII entnommen werden.

4.6.1 Altersgruppe 43. Lebenstag

Die Indexlinie DU-6+LB weist im Vergleich zur Kontrolllinie DU-Ks einen geringeren prozentualen Anteil an Myofibrillen mit Teilungsanzeichen auf, während sich die Wachstumslinie DU-6 als auch die Proteinlinie DU-6P nicht signifikant von der Linie DU-Ks unterscheiden.

Der für die Indexlinie DU-6+LB ermittelte Wert für das Merkmal ist auch im Vergleich zu den Linien DU-6 und DU-6P statistisch signifikant geringer.

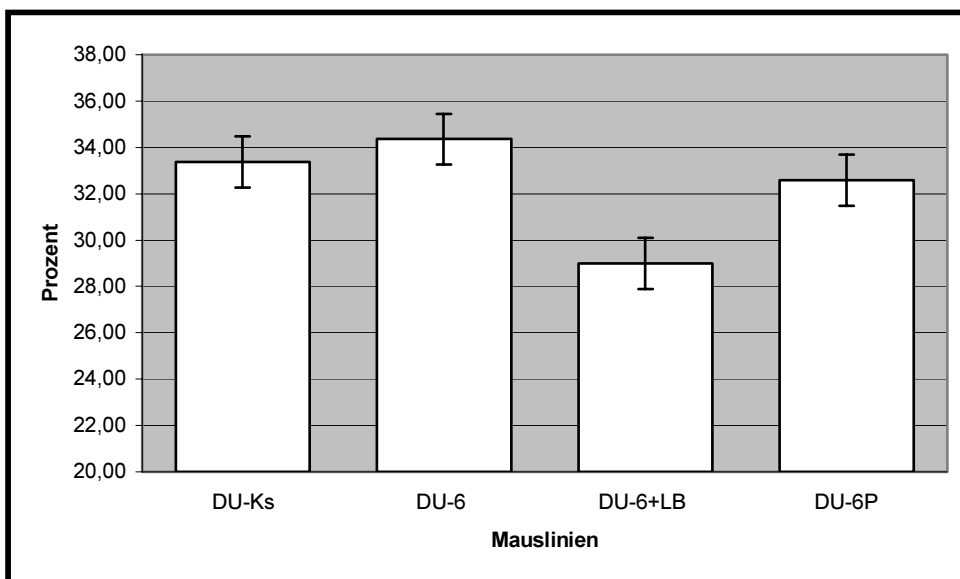


Abb. 17: Prozentuale Anteile der Myofibrillen mit Teilungsanzeichen an der Gesamtmyofibrillenanzahl in der Altersgruppe 43. Lebenstag (n = 5 Tiere pro Linie)
DU-Ks Kontrolllinie DU-6+LB Indexlinie
DU-6 Wachstumslinie DU-6P Proteinlinie

4.6.2 Altersgruppe 73. Lebenstag

In der Altersgruppe 73. Lebenstag weisen die Indexlinie DU-6+LB sowie die Proteinlinie DU-6P im Vergleich zur Kontrolllinie DU-Ks statistisch signifikant geringere prozentuale Anteile an Myofibrillen mit Teilungsanzeichen auf.

Weiterhin bestehen signifikante Liniendifferenzen zwischen den Linien DU-6 und DU-6+LB sowie zwischen DU-6 und DU-6P.

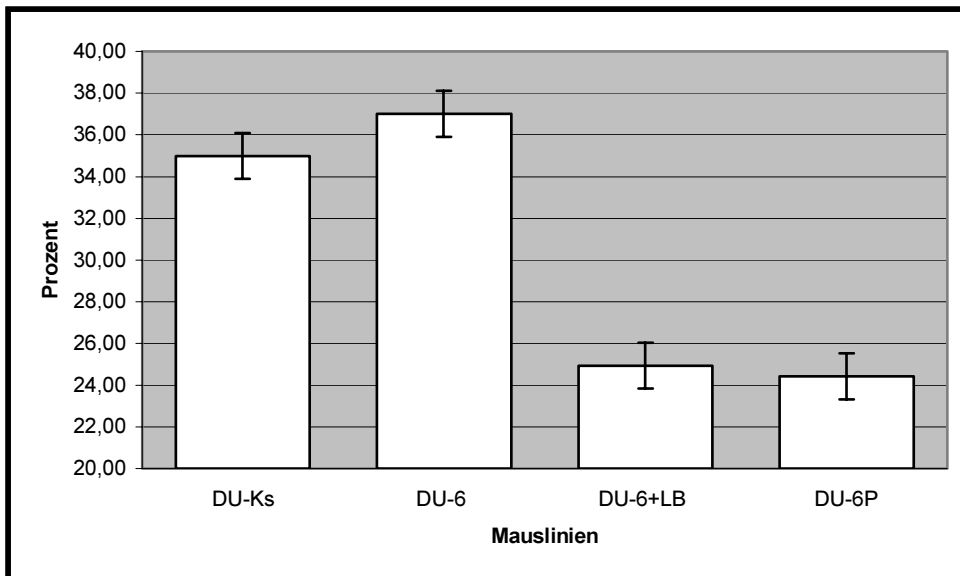


Abb. 18: Prozentuale Anteile der Myofibrillen mit Teilungsanzeichen an der Gesamtmyofibrillenanzahl in der Altersgruppe 73. Lebenstag ($n = 5$ Tiere pro Linie)
 DU-Ks Kontrolllinie DU-6+LB Indexlinie
 DU-6 Wachstumslinie DU-6P Proteinlinie

4.7 Querschnittsflächen der Mitochondrien

Es wurden die Flächeninhalte der einzelnen Mitochondrien planimetrisch bestimmt, wie sie sich auf der Querschnittsfläche der Typ-II-B-Skelettmuskelfaser im ultrastrukturellen Bild darstellen. Die für dieses Merkmal ermittelten Werte sind in den Abbildungen 19 und 20 auf der Seite 76 grafisch dargestellt (LSMeans \pm Standarderrors). Zu weiteren Angaben s. Tabellen 12 und 13 im Anhang, Seite X.

4.7.1 Altersgruppe 43. Lebenstag

Die LSMeans für die Querschnittsflächen der einzelnen Mitochondrien der drei Selektionslinien unterscheiden sich nicht signifikant von der Kontrolllinie DU-Ks. Auch zwischen den drei Selektionslinien treten keine signifikanten Differenzen auf.

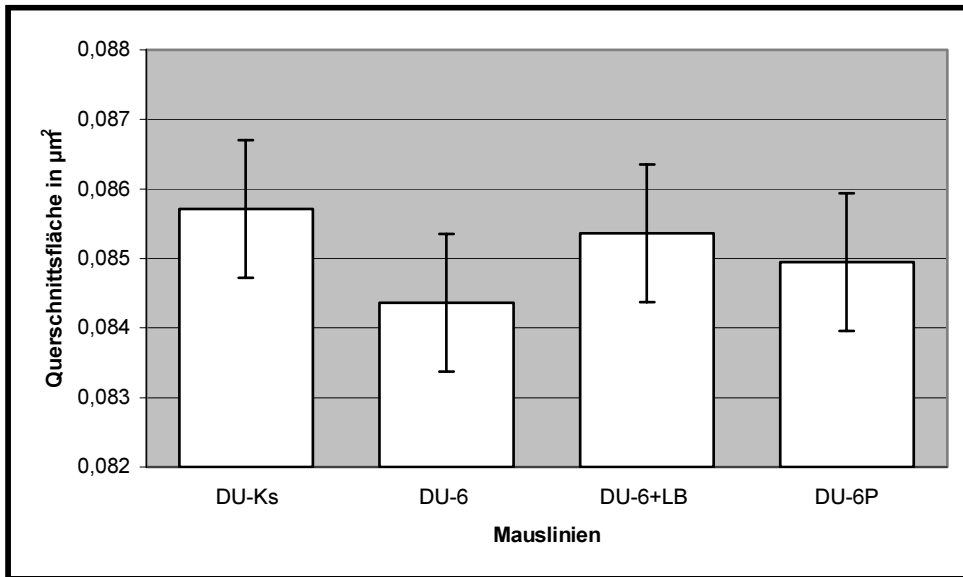


Abb. 19: Querschnittsflächen der Mitochondrien in der Altersgruppe 43. Lebenstag
(n = 5 Tiere pro Linie)

DU-Ks Kontrolllinie DU-6+LB Indexlinie
DU-6 Wachstumslinie DU-6P Proteinlinie

4.7.2 Altersgruppe 73. Lebenstag

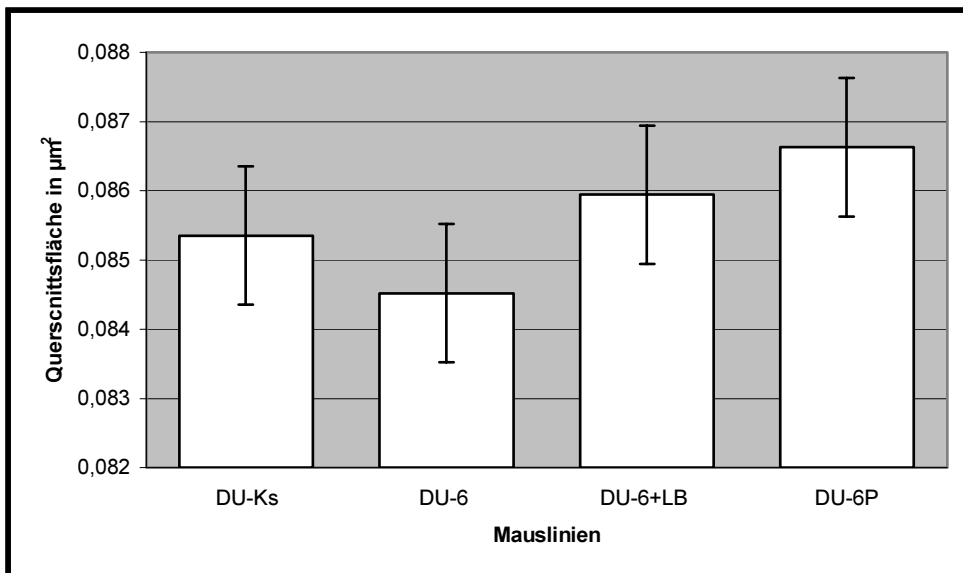


Abb. 20: Querschnittsflächen der Mitochondrien in der Altersgruppe 73. Lebenstag
(n = 5 Tiere pro Linie)

DU-Ks Kontrolllinie DU-6+LB Indexlinie
DU-6 Wachstumslinie DU-6P Proteinlinie

Die Querschnittsflächen der einzelnen Mitochondrien der drei Selektionslinien unterscheiden sich nicht von dem für die Kontrolllinie DU-Ks ermittelten Wert.

Die drei Selektionslinien differieren in diesem Merkmal nicht voneinander.

4.8 Anzahl der Mitochondrien pro 100 μm^2 Skelettmuskelfaserfläche

Aus der ermittelten Anzahl der Mitochondrien pro Flächeneinheit wurde die Anzahl der Mitochondrien pro 100 μm^2 Skelettmuskelfaserfläche berechnet und statistisch ausgewertet. In den Abbildungen 21 und 22 auf den Seiten 77 und 78 sind die ermittelten LSMeans sowie die Standarderrors grafisch dargestellt. Weitere Angaben befinden sich in den Tabellen 14 und 15 im Anhang auf den Seiten XI und XII.

4.8.1 Altersgruppe 43. Lebenstag

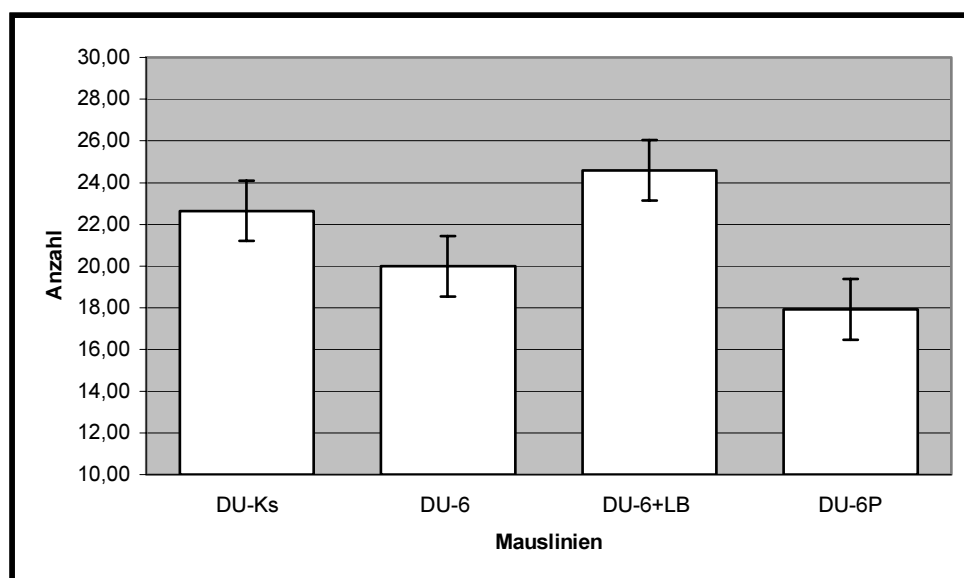


Abb. 21: Anzahl der Mitochondrien pro 100 μm^2 Skelettmuskelfaserfläche in der Altersgruppe 43. Lebenstag ($n = 5$ Tiere pro Linie)

DU-Ks Kontrolllinie DU-6+LB Indexlinie
 DU-6 Wachstumslinie DU-6P Proteinlinie

In dem genannten Merkmal weisen die Wachstumslinie DU-6 sowie die Proteinlinie DU-6P signifikant geringere Werte im Vergleich zur Kontrolllinie DU-Ks auf, während sich die Indexlinie DU-6+LB nicht von der Kontrolllinie DU-Ks unterscheidet.

Die Linie DU-6+LB besitzt signifikant mehr Mitochondrien pro 100 μm^2 Skelettmuskelfaserfläche als die Linien DU-6 und DU-6P.

4.8.2 Altersgruppe 73. Lebensstag

Die Wachstumslinie DU-6 besitzt eine geringere, die Proteinlinie DU-6P eine höhere Anzahl an Mitochondrien pro 100 μm^2 Skelettmuskelfaserfläche im Vergleich zur Kontrolllinie DU-Ks. Weitere statistisch signifikante Liniendifferenzen bestehen zwischen den Linien DU-6 und DU-6+LB, DU-6 und DU-6P sowie DU-6+LB und DU-6P. Somit weist die Linie DU-6P den höchsten Wert von allen vier Mauslinien auf.

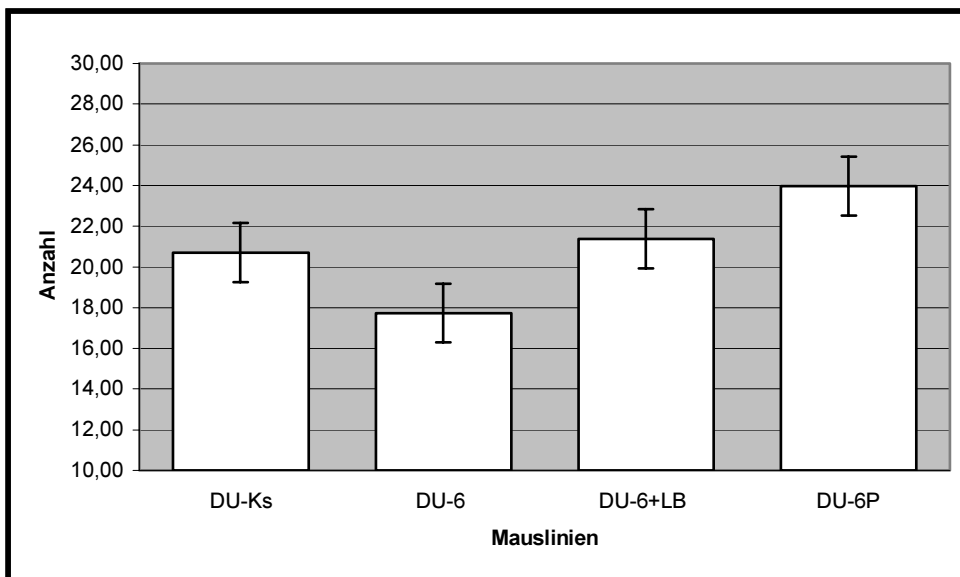


Abb. 22: Anzahl der Mitochondrien pro 100 μm^2 Skelettmuskelfaserfläche in der Altersgruppe 73. Lebensstag ($n = 5$ Tiere pro Linie)

DU-Ks Kontrolllinie DU-6+LB Indexlinie
DU-6 Wachstumslinie DU-6P Proteinlinie

4.9 Prozentuale Anteile der Mitochondrienflächen an der Gesamtfläche der Skelettmuskelfaser vom Typ IIB

Zur Bestimmung dieses ultrastrukturellen Merkmals wurde die pro Flächeneinheit Skelettmuskelfaserquerschnittsfläche gemessene Gesamtfläche der darin

enthaltenen Mitochondrien ins Verhältnis zur Gesamtfläche der Skelettmuskelfaser gesetzt. Die berechneten LSMeans +/- Standarderrors sind in den Abbildungen 23 und 24 auf den Seiten 79 und 80 grafisch dargestellt. Die ermittelten statistischen Daten befinden sich in den Tabellen 16 und 17 auf der Seite XIII des Anhangs.

4.9.1 Altersgruppe 43. Lebenstag

Der prozentuale Anteil der Mitochondrienfläche an der Gesamtfläche der Skelettmuskelfaser vom Typ IIB ist bei der Wachstumslinie DU-6 sowie der Proteinlinie DU-6P signifikant geringer im Vergleich zur Kontrolllinie DU-Ks, während zwischen der Indexlinie DU-6+LB und dem Kontrollniveau DU-Ks keine statistisch signifikante Differenz vorliegt.

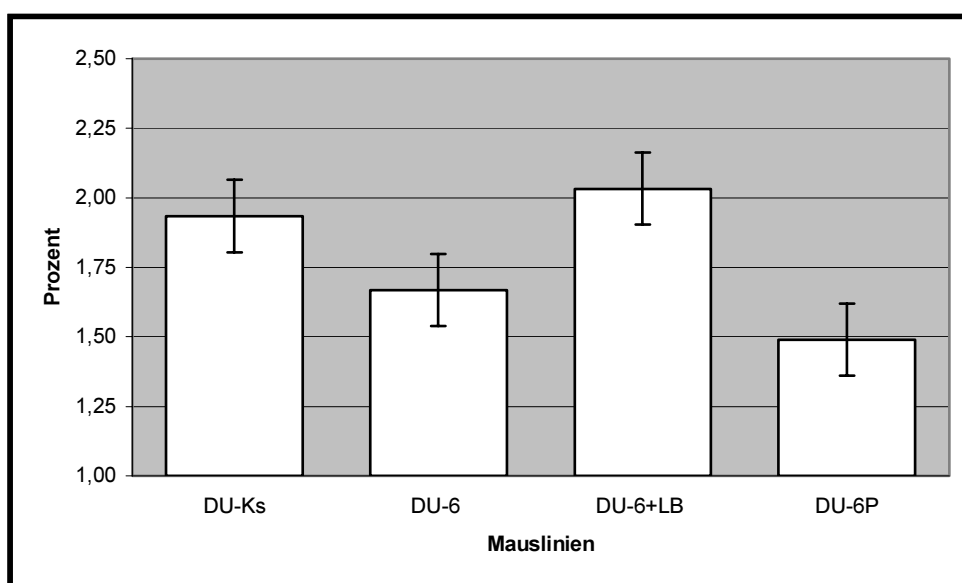


Abb. 23: Prozentuale Anteile der Mitochondrienflächen an der Gesamtfläche der Skelettmuskelfaser vom Typ IIB in der Altersgruppe 43. Lebenstag ($n = 5$ Tiere pro Linie)
 DU-Ks Kontrolllinie DU-6+LB Indexlinie
 DU-6 Wachstumslinie DU-6P Proteinlinie

Weitere signifikante Linienunterschiede bestehen für dieses Merkmal zwischen den Linien DU-6 und DU-6+LB sowie zwischen DU-6+LB und DU-6P, während zwischen der Wachstumslinie DU-6 und der Proteinlinie DU-6P keine Differenz besteht.

4.9.2 Altersgruppe 73. Lebenstag

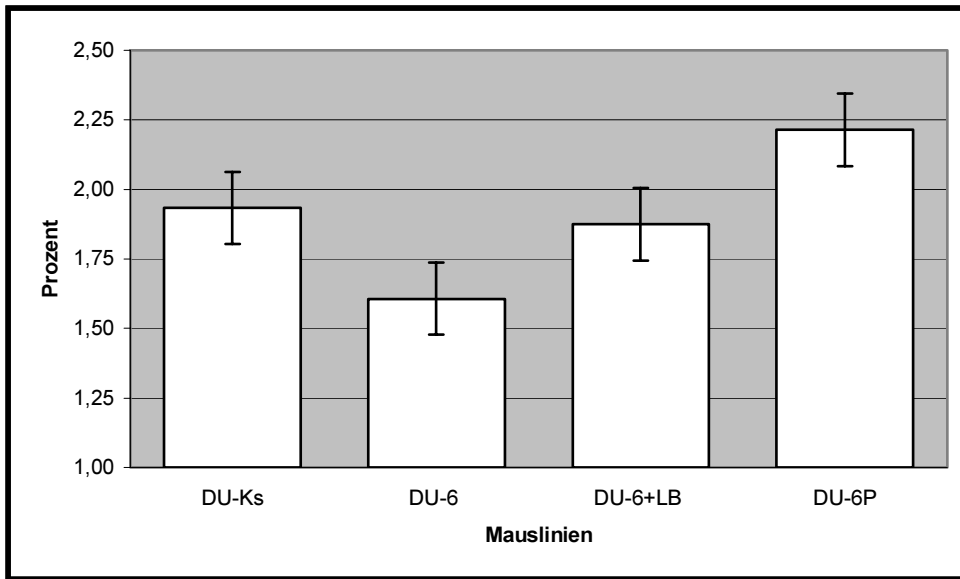


Abb. 24: Prozentuale Anteile der Mitochondrienflächen an der Gesamtfläche der Skelettmuskelfaser vom Typ IIB in der Altersgruppe 73. Lebenstag ($n = 5$ Tiere pro Linie)
 DU-Ks Kontrolllinie DU-6+LB Indexlinie
 DU-6 Wachstumslinie DU-6P Proteinlinie

In der Altersgruppe 73. Lebenstag ist der prozentuale Anteil der Mitochondrienfläche an der Gesamtfläche der Skelettmuskelfaser vom Typ IIB bei der Wachstumslinie DU-6 signifikant geringer und bei der Proteinlinie DU-6P signifikant höher im Vergleich zur Kontrolllinie DU-Ks, während sich zwischen der Indexlinie DU-6+LB und der Kontrolllinie DU-Ks keine statistisch signifikante Differenz herausgebildet hat. Weitere signifikante Linienunterschiede bestehen für dieses Merkmal zwischen den Linien DU-6 und DU-6+LB, den Linien DU-6+LB und DU-6P sowie zwischen der Wachstumslinie DU-6 und der Proteinlinie DU-6P. Somit weist die Proteinlinie DU-6P in diesem Merkmal den höchsten Wert von allen vier Mauslinien auf.

4.10 Prozentuale Anteile der Myofibrillenflächen an der Gesamtfläche der Skelettmuskelfaser vom Typ IIB

Zur Bestimmung dieses ultrastrukturellen Merkmals wurde die pro Flächeneinheit Skelettmuskelfaserquerschnittsfläche gemessene Gesamtfläche der darin enthaltenen Myofibrillen ins Verhältnis zur Gesamtfläche der Skelettmuskelfaser

gesetzt. Die ermittelten LSMeans sowie die Standarderrors sind in den Abbildungen 25 und 26 auf den Seiten 81 und 82 grafisch dargestellt. Den Tabellen 18 und 19 im Anhang auf Seite XV können die statistischen Daten entnommen werden.

4.10.1 Altersgruppe 43. Lebenstag

Die Proteinlinie DU-6P weist den signifikant größten prozentualen myofibrillären Flächenanteil an der Gesamtfläche der Typ-IIB-Faser von allen vier Mauslinien auf. Die Wachstumslinie DU-6 besitzt einen signifikant höheren Myofibrillenflächenanteil als die Kontrolllinie DU-Ks. Die Indexlinie DU-6+LB unterscheidet sich in diesem Merkmal weder von der Kontrolllinie DU-Ks noch von der Wachstumslinie DU-6.

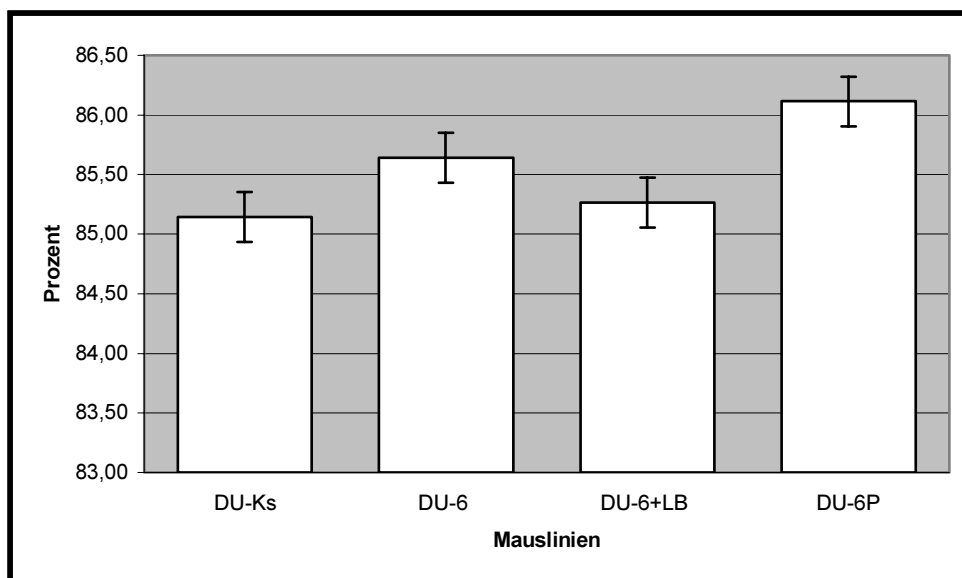


Abb. 25: Prozentuale Anteile der Myofibrillenflächen an der Gesamtfläche der Skelettmuskelfaser vom Typ IIB in der Altersgruppe 43. Lebenstag ($n = 5$ Tiere pro Linie)

DU-Ks Kontrolllinie DU-6+LB Indexlinie
 DU-6 Wachstumslinie DU-6P Proteinlinie

4.10.2 Altersgruppe 73. Lebenstag

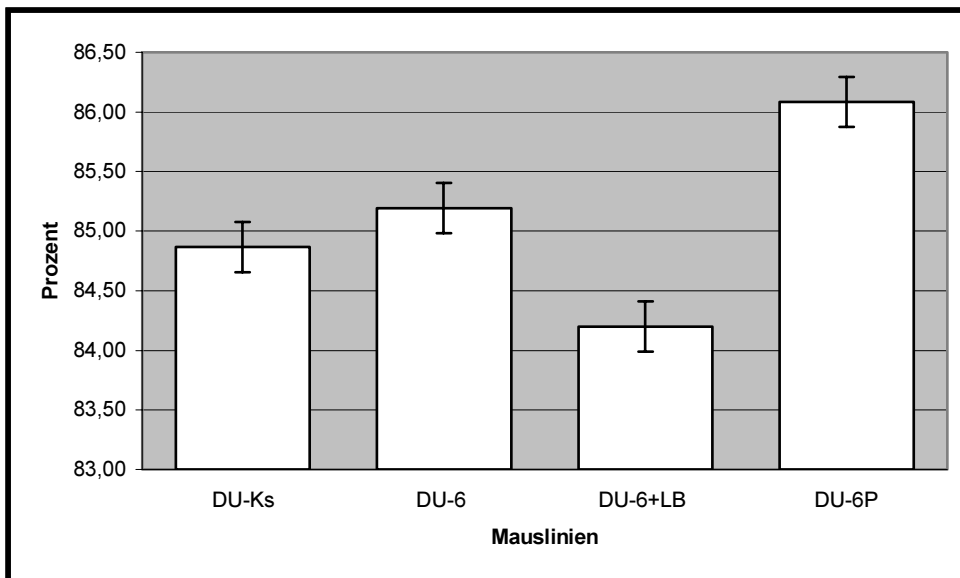


Abb. 26: Prozentuale Anteile der Myofibrillenflächen an der Gesamtfläche der Skelettmuskelfaser vom Typ IIB in der Altersgruppe 73. Lebenstag (n = 5 Tiere pro Linie)
 DU-Ks Kontrolllinie DU-6+LB Indexlinie
 DU-6 Wachstumslinie DU-6P Proteinlinie

Die Proteinlinie DU-6P verhält sich in der Altersgruppe 73. Lebenstag analog der Altersgruppe 43. Lebenstag. Diese Linie weist den höchsten prozentualen myofibrillären Flächenanteil von allen vier Mauslinien auf. Die Wachstumslinie DU-6 zeigt im Gegensatz zur Altersgruppe 43. Lebenstag keinen signifikanten Unterschied zur Kontrolllinie DU-Ks. Den geringsten Wert für das dargestellte Merkmal zeigt die kombinierte Linie DU-6+LB mit statistisch gesichertem Unterschied zur Linie DU-Ks.

4.11 Prozentuale Anteile der Flächen der mitochondrien- und myofibrillenfreien Strukturen an der Gesamtfläche der Skelettmuskelfaser vom Typ IIB

Der prozentuale Anteil der Flächen der mitochondrien- und myofibrillenfreien Strukturen an der Gesamtfläche der Skelettmuskelfaser vom Typ IIB ergibt sich aus der Bestimmung der Flächenanteile der Mitochondrien und der Myofibrillen als reiner

Differenzbetrag. In den Abbildungen 27 und 28 auf den Seiten 83 und 84 sind die berechneten LSMeans \pm Standarderrors grafisch dargestellt. Die für dieses Merkmal ermittelten statistischen Werte sind in den Tabellen 20 und 21 im Anhang auf den Seiten XVI und XVII enthalten.

4.11.1 Altersgruppe 43. Lebenstag

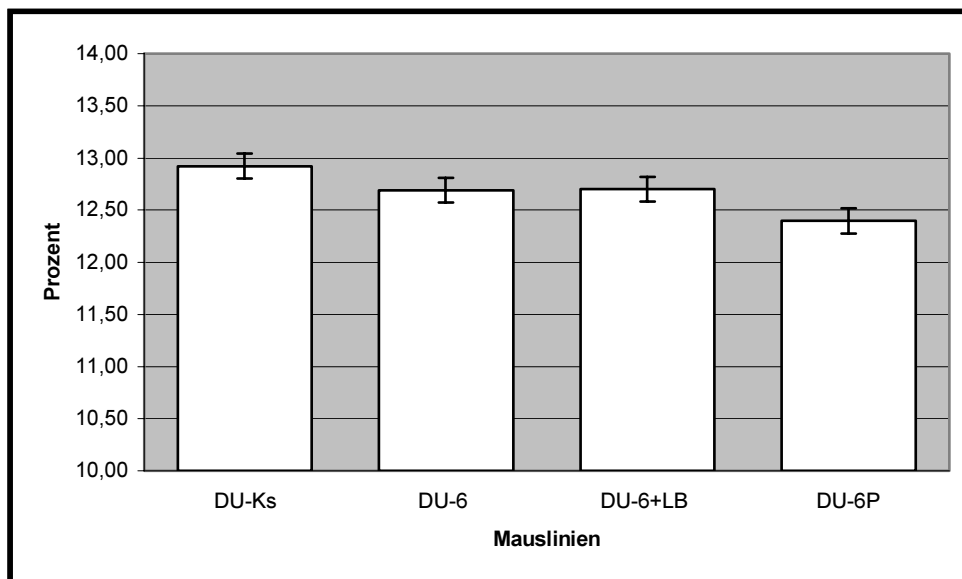


Abb. 27: Prozentuale Anteile der Flächen der mitochondrien- und myofibrillenfreien Strukturen an der Gesamtfläche der Skelettmuskelfaser vom Typ IIB in der Altersgruppe 43. Lebenstag ($n = 5$ Tiere pro Linie)

DU-Ks Kontrolllinie DU-6+LB Indexlinie
 DU-6 Wachstumslinie DU-6P Proteinlinie

Die einzige Selektionslinie, die in diesem Merkmal einen signifikanten Unterschied zur Kontrolllinie DU-Ks aufweist, ist die Proteinlinie DU-6P. Bei dieser Linie ist der prozentuale Flächenanteil der mitochondrien- und myofibrillenfreien Strukturen geringer als bei der Kontrolllinie DU-Ks. Die Selektionslinien DU-6 und DU-6+LB weisen in der Tendenz einen höheren Anteil als die Linie DU-6P auf. Diese beiden Linien unterscheiden sich nicht signifikant vom Kontrollniveau DU-Ks.

4.11.2 Altersgruppe 73. Lebensstag

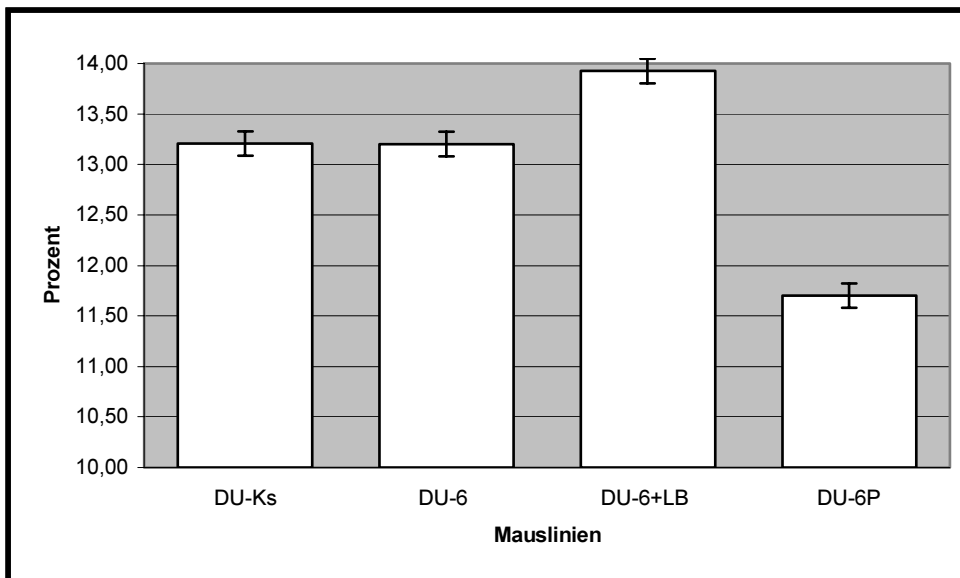


Abb. 28: Prozentuale Anteile der Flächen der mitochondrien- und myofibrillenfreien Strukturen an der Gesamtfläche der Skelettmuskelfaser vom Typ IIB in der Altersgruppe 73. Lebensstag ($n = 5$ Tiere pro Linie)

DU-Ks Kontrolllinie DU-6+LB Indexlinie
DU-6 Wachstumslinie DU-6P Proteinlinie

In der Altersgruppe 73. Lebensstag weist die Indexlinie DU-6+LB von allen vier Mauslinien den höchsten prozentualen Anteil der Flächen der mitochondrien- und myofibrillenfreien Strukturen an der Gesamtfläche der Skelettmuskelfaser vom Typ IIB, die Proteinlinie DU-6P den geringsten Anteil auf. Die Wachstumslinie DU-6 unterscheidet sich in diesem Merkmal nicht signifikant vom Kontrollniveau DU-Ks.

4.12 Zusammenfassender Vergleich der alters- und selektionsbedingten ultrastrukturellen Veränderungen der Skelettmuskelfaser vom Typ IIB bei den untersuchten Labormauslinien

Mit Bezug auf die unter den Punkten 4.3 bis 4.11 grafisch dargestellten und beschriebenen Ergebnisse werden in den nachfolgenden Tabellen die alters- und selektionsbedingten Veränderungen der Ultrastruktur der Typ-IIB-Faser im M. rectus femoris bei der Labormaus nach den drei Langzeitselektionen auf Wachstum (Linie

DU-6), Wachstum und physische Belastbarkeit (Linie DU-6+LB) und Proteinansatz (Linie DU-6P) und normalem Wachstum (Kontrolllinie DU-Ks) synoptisch dargestellt. Dabei sind in den Tabellen 16, 17, 19, 20, 22 und 23 die statistisch signifikanten Merkmalsdifferenzen zum Kontrollniveau Du-Ks ausgewiesen, während die Tabellen 18, 21 und 24 statistisch signifikante altersbedingte Merkmalsdifferenzen der jeweiligen Linie aufzeigen.

Tabelle 16: Selektionsbedingte Veränderungen von Merkmalen der Myofibrillen in der Typ-IIB-Skelettmuskelfaser im M. rectus femoris im Vergleich zur unselektierten Kontrolllinie DU-Ks – 43. Lebensstag

Merkmal	Selektionslinien		
	DU-6 Wachstumslinie	DU-6+LB Indexlinie	DU-6P Proteinlinie
Querschnittsflächen - Myofibrillen	=	=	↑
- Myofibrillen mit Teilungsanzeichen	=	=	=
Größenverhältnisse zwischen den Myofibrillen mit Teilungsanzeichen und den Myofibrillen ohne Teilungsanzeichen	=	=	=
Prozentuale Anteile der Myofibrillen mit Teilungsanzeichen an der Gesamtmyofibrillenanzahl	=	↓	=
Prozentuale Anteile der Myofibrillenflächen an der Gesamtfläche der Skelettmuskelfaser vom Typ IIB	↑	=	↑

Legende: = statistisch nicht signifikante Differenz zur Kontrolllinie Du-Ks
 ↑ statistisch signifikant höherer Wert im Vergleich zur Kontrolllinie Du-Ks
 ↓ statistisch signifikant geringerer Wert im Vergleich zur Kontrolllinie Du-Ks

Tabelle 17: Selektionsbedingte Veränderungen von Merkmalen der Myofibrillen in der Typ-IIB-Skelettmuskelfaser im M. rectus femoris im Vergleich zur unselektierten Kontrolllinie DU-Ks – 73. Lebensstag

Merkmal	Selektionslinien		
	DU-6 Wachstumslinie	DU-6+LB Indexlinie	DU-6P Proteinlinie
Querschnittsflächen - Myofibrillen	↓	=	↑
- Myofibrillen mit Teilungsanzeichen	↓	=	↑

Fortsetzung Tabelle 17

Merkmal	Selektionslinien		
	DU-6 Wachstumslinie	DU-6+LB Indexlinie	DU-6P Proteinlinie
Größenverhältnisse zwischen den Myofibrillen mit Teilungsanzeichen und den Myofibrillen ohne Teilungsanzeichen	=	=	=
Prozentuale Anteile der Myofibrillen mit Teilungsanzeichen an der Gesamtmyofibrillenanzahl	=	↓	↓
Prozentuale Anteile der Myofibrillenflächen an der Gesamtfläche der Skelettmuskelfaser vom Typ IIB	=	↓	↑

Legende: = statistisch nicht signifikante Differenz zur Kontrolllinie Du-Ks
 ↑ statistisch signifikant höherer Wert im Vergleich zur Kontrolllinie Du-Ks
 ↓ statistisch signifikant geringerer Wert im Vergleich zur Kontrolllinie Du-Ks

Tabelle 18: Altersbedingte Veränderungen von Merkmalen der Myofibrillen in der Typ-IIB-Skelettmuskelfaser im *M. rectus femoris* – **Vergleich zwischen 73. und 43. Lebensjahr**

Merkmal	Kontrolllinie	Selektionslinien		
	DU-Ks unselektiert	DU-6 Wachstumslinie	DU-6+LB Indexlinie	DU-6P Proteinlinie
Querschnittsflächen - Myofibrillen - Myofibrillen mit Teilungsanzeichen	↑ ↑	= =	↑ ↑	↑ ↑
Größenverhältnisse zwischen den Myofibrillen mit Teilungsanzeichen und den Myofibrillen ohne Teilungsanzeichen	=	=	↑	↑
Prozentuale Anteile der Myofibrillen mit Teilungs- anzeichen an der Gesamtmyofibrillenanzahl	=	=	↓	↓
Prozentuale Anteile der Myofibrillenflächen an der Gesamtfläche der Skelettmuskelfaser vom Typ IIB	=	↓	↓	=

Legende: = statistisch nicht signifikante Differenz zwischen den Altersgruppen einer Linie
 ↑ statistisch signifikant höherer Wert in der Altersgruppe 73. Lebensjahr im Vergleich zur Altersgruppe 43. Lebensjahr einer Linie
 ↓ statistisch signifikant geringerer Wert in der Altersgruppe 73. Lebensjahr im Vergleich zur Altersgruppe 43. Lebensjahr einer Linie

Tabelle 19: Selektionsbedingte Veränderungen von Merkmalen der Mitochondrien in der Typ-IIB-Skelettmuskelfaser im M. rectus femoris im Vergleich zur unselektierten Kontrolllinie DU-Ks – 43. Lebensstag

Merkmal	Selektionslinien		
	DU-6 Wachstumslinie	DU-6+LB Indexlinie	DU-6P Proteinlinie
Querschnittsflächen der Mitochondrien	=	=	=
Anzahl der Mitochondrien pro 100 μm^2 Skelettmuskelfaserfläche	↓	=	↓
Prozentuale Anteile der Mitochondrienflächen an der Gesamtfläche der Skelettmuskelfaser vom Typ IIB	↓	=	↓

Legende: = statistisch nicht signifikante Differenz zur Kontrolllinie DU-Ks
 ↑ statistisch signifikant höherer Wert im Vergleich zur Kontrolllinie DU-Ks
 ↓ statistisch signifikant geringerer Wert im Vergleich zur Kontrolllinie DU-Ks

Tabelle 20: Selektionsbedingte Veränderungen von Merkmalen der Mitochondrien in der Typ-IIB-Skelettmuskelfaser im M. rectus femoris im Vergleich zur unselektierten Kontrolllinie DU-Ks – 73. Lebensstag

Merkmal	Selektionslinien		
	DU-6 Wachstumslinie	DU-6+LB Indexlinie	DU-6P Proteinlinie
Querschnittsflächen der Mitochondrien	=	=	=
Anzahl der Mitochondrien pro 100 μm^2 Skelettmuskelfaserfläche	↓	=	↑
Prozentuale Anteile der Mitochondrienflächen an der Gesamtfläche der Skelettmuskelfaser vom Typ IIB	↓	=	↑

Legende: = statistisch nicht signifikante Differenz zur Kontrolllinie DU-Ks
 ↑ statistisch signifikant höherer Wert im Vergleich zur Kontrolllinie DU-Ks
 ↓ statistisch signifikant geringerer Wert im Vergleich zur Kontrolllinie DU-Ks

Tabelle 21: Altersbedingte Veränderungen von Merkmalen der Mitochondrien in der Typ-IIB-Skelettmuskelfaser im M. rectus femoris – Vergleich zwischen 73. und 43. Lebensstag

Merkmal	Kontrolllinie	Selektionslinien		
	DU-Ks unselektiert	DU-6 Wachstumslinie	DU-6+LB Indexlinie	DU-6P Proteinlinie
Querschnittsflächen der Mitochondrien	=	=	=	=
Anzahl der Mitochondrien pro 100 µm ² Skelettmuskelfaserfläche	=	=	↓	↑
Prozentuale Anteile der Mitochondrienflächen an der Gesamtfläche der Skelettmuskelfaser vom Typ IIB	=	=	=	↑

Legende = statistisch nicht signifikante Differenz zwischen den Altersgruppen einer Linie
 ↑ statistisch signifikant höherer Wert in der Altersgruppe 73. Lebensstag im Vergleich zur Altersgruppe 43. Lebensstag einer Linie
 ↓ statistisch signifikant geringerer Wert in der Altersgruppe 73. Lebensstag im Vergleich zur Altersgruppe 43. Lebensstag einer Linie

Tabelle 22: Selektionsbedingte Veränderungen der prozentualen Zusammensetzung der Transversalebene der Typ-IIB-Skelettmuskelfaser im M. rectus femoris im Vergleich zur unselektierten Kontrolllinie DU-Ks – 43. Lebensstag

Merkmal	Selektionslinien		
	DU-6 Wachstumslinie	DU-6+LB Indexlinie	DU-6P Proteinlinie
Prozentuale Anteile der Mitochondrienflächen an der Gesamtfläche der Skelettmuskelfaser vom Typ IIB	↓	=	↓
Prozentuale Anteile der Myofibrillenflächen an der Gesamtfläche der Skelettmuskelfaser vom Typ IIB	↑	=	↑
Prozentuale Anteile der Flächen der mitochondrien- und myofibrillenfreien Strukturen an der Gesamtfläche der Skelettmuskelfaser vom Typ IIB	=	=	↓

Legende: = statistisch nicht signifikante Differenz zur Kontrolllinie DU-Ks
 ↑ statistisch signifikant höherer Wert im Vergleich zur Kontrolllinie DU-Ks
 ↓ statistisch signifikant geringerer Wert im Vergleich zur Kontrolllinie DU-Ks

Tabelle 23: Selektionsbedingte Veränderungen der prozentualen Zusammensetzung der Transversalebene der Typ-IIB-Skelettmuskelfaser im *M. rectus femoris* im Vergleich zur unselektierten Kontrolllinie DU-Ks – **73. Lebensstag**

Merkmal	Selektionslinien		
	DU-6 Wachstumslinie	DU-6+LB Indexlinie	DU-6P Proteinlinie
Prozentuale Anteile der Mitochondrienflächen an der Gesamtfläche der Skelettmuskelfaser vom Typ IIB	↓	=	↑
Prozentuale Anteile der Myofibrillenflächen an der Gesamtfläche der Skelettmuskelfaser vom Typ IIB	=	↓	↑
Prozentuale Anteile der Flächen der mitochondrien- und myofibrillenfreien Strukturen an der Gesamtfläche der Skelettmuskelfaser vom Typ IIB	=	↑	↓

Legende: = statistisch nicht signifikante Differenz zur Kontrolllinie DU-Ks
 ↑ statistisch signifikant höherer Wert im Vergleich zur Kontrolllinie DU-Ks
 ↓ statistisch signifikant geringerer Wert im Vergleich zur Kontrolllinie DU-Ks

Tabelle 24: Altersbedingte Veränderungen der prozentualen Zusammensetzung der Transversalebene der Typ-IIB-Skelettmuskelfaser im *M. rectus femoris* - **Vergleich zwischen 73. und 43. Lebensstag**

Merkmal	Kontrolllinie	Selektionslinien		
	DU-Ks unselektiert	DU-6 Wachstumslinie	DU-6+LB Indexlinie	DU-6P Proteinlinie
Prozentuale Anteile der Mitochondrienflächen an der Gesamtfläche der Skelettmuskelfaser vom Typ IIB	=	=	=	↑
Prozentuale Anteile der Myofibrillenflächen an der Gesamtfläche der Skelettmuskelfaser vom Typ IIB	=	↓	↓	=
Prozentuale Anteile der Flächen der mitochondrien- und myofibrillenfreien Strukturen an der Gesamtfläche der Skelettmuskelfaser vom Typ IIB	=	↑	↑	↓

Legende: = statistisch nicht signifikante Differenz zwischen den Altersgruppen einer Linie
 ↑ statistisch signifikant höherer Wert in der Altersgruppe 73. Lebensstag im Vergleich zur Altersgruppe 43. Lebensstag einer Linie
 ↓ statistisch signifikant geringerer Wert in der Altersgruppe 73. Lebensstag im Vergleich zur Altersgruppe 43. Lebensstag einer Linie