

# Abschlussbericht: FQ\_Schnelltest

Projektleitung:

Roland Kitzer, HBLFA Raumberg-Gumpenstein





# Abschlussbericht

Dafne-Projekt Nr. 101212/1

Akronym: FQ\_Schnelltest

**Bestimmung der Rindfleischqualität anhand der Leitfähigkeit und Impedanz von Fleisch**

**Determining the quality of beef with methods measuring electrical conductivity and impedance of meat**

**Projektleitung:**

Roland Kitzer, HBLFA Raumberg-Gumpenstein

**Projektmitarbeiter:**

DR<sup>in</sup> Margit Velik, DI Georg Terler, HBLFA Raumberg-Gumpenstein

**Projektpartner:**

Karl Würthinger, RWI Handels OG

**Projektlaufzeit:** 2017 – 2019

Irdning-Donnersbachtal, 2019

## **Impressum**

Medieninhaber und Herausgeber:  
HBLFA Raumberg-Gumpenstein  
Landwirtschaft  
Raumberg 38, 8952 Irdning  
[raumberg-gumpenstein.at](http://raumberg-gumpenstein.at)

Irdning-Donnersbachtal, 2019. Stand: 4. April 2019

## Inhalt

<b>1 Einleitung</b> .....	<b>5</b>
<b>2 Material und Methoden</b> .....	<b>8</b>
2.1 Fleischqualitäts-Untersuchungen .....	10
2.2 Statistische Auswertung .....	11
<b>3 Ergebnisse und Diskussion</b> .....	<b>12</b>
<b>4 Schlussfolgerung</b> .....	<b>20</b>
<b>5 Zusammenfassung</b> .....	<b>21</b>
<b>6 Summary</b> .....	<b>23</b>
<b>7 Literatur</b> .....	<b>25</b>
<b>8 Danksagung</b> .....	<b>26</b>
<b>9 Anhang</b> .....	<b>27</b>



# 1 Einleitung

Im Jahr 2017 wurden in Österreich insgesamt 622.000 Rinder und 56.300 Kälber geschlachtet (STATISTIK AUSTRIA 2018). Dies ergibt zusammen 226.700 t Rindfleisch pro Jahr (STATISTIK AUSTRIA 2018). Die Bezahlung der Schlachtkörper erfolgt derzeit nach mengenmäßigen Kriterien (Schlachtkörpergewicht, Fleisch- und Fettklasse), während die Fleischqualität (Marmorierung, Saftigkeit, Zartheit) im Gegensatz zu anderen Ländern (USA, Australien) nicht berücksichtigt wird.

Umfragen der AMA zeigen jedoch, dass Fleischqualität unter den Konsumenten ein wichtiges Kriterium beim Einkauf von Rindfleisch ist. Bei entsprechender Eignung könnte mit Hilfe des getesteten Gerätes (Fa. Cotrol made by Würthinger, Fa. RWI Handels OG zur Messung von Leitfähigkeit und Impedanz) die Fleischqualität am Schlachthof auf einfache Weise erfasst und somit eine Differenzierung nach Fleischqualität vorgenommen werden. Das würde ermöglichen, hochqualitatives Fleisch entsprechend zu kennzeichnen und zu dementsprechend höheren Preisen zu vermarkten.

Vor allem von den direktvermarktenden Landwirten kommen immer wieder Anfragen, ob es nicht Möglichkeiten gibt, wie man auf einfache Art und Weise die Qualität von Rindfleisch messen kann. Durch Zusammenarbeit mit der Firma RWI Handels OG, die dieses Gerät herstellt, soll gewährleistet werden, dass dieses Gerät bei entsprechender Eignung auch in die Praxis Eingang findet.

Sollte sich herausstellen, dass sich dieses Gerät für die Beurteilung der Fleischqualität eignet, so könnte es in Zukunft auch in der Forschung eingesetzt werden, um einen höheren Durchsatz von Fleischqualitäts-Untersuchungen bei geringeren Kosten zu ermöglichen.

Aus früheren Untersuchungen geht hervor, dass die Leitfähigkeits- bzw. Impedanz-Messung potentielle Möglichkeiten darstellen, um die Fleischqualität am Schlachthof beurteilen zu können. Bei Schweineschlachtungen werden derartige Messungen bereits eingesetzt, um Fleischqualitätsmängel (z.B. PSE-Fleisch) feststellen zu können (PLIQUETT et al. 2003, HONIKEL 2007, BRAUN und MÜLLER s.a.). In einem Versuch von PLIQUETT et al. (2003) wurde nachgewiesen, dass die Impedanz-Messung (PY-Wert) geeignet ist, den Tropfsaftverlust von Schweinefleisch nicht-invasiv zu erfassen. Der PY-Wert schwankt zwischen 0 (keine Zellen mit intakten Membranen) und 100 (nur Zellen ohne Zwischenräume). Unmittelbar nach der Schlachtung liegt der Wert um 75. Nach einem kurzen Anstieg (wahrscheinlich aufgrund von Zellödemen) fallen die Werte je nach PSE-Status dann mehr oder weniger stark ab. Für den Zeitpunkt 24 h p. m. (post mortem) werden von SCHÖBERLEIN et al. (1998) folgende Grenzwerte für Schweinefleisch angegeben (im M. longissimus dorsi gemessen):

PY-Wert = > 50: Fleisch guter Qualität

Py-Wert 30-49: Geringfügige Fleischqualitätsmängel

Py-Wert < 30: Fleisch mit PSE-Eigenschaften

Mit zunehmender Reifedauer stiegen im Versuch SCHMIDTKE (2002) die gemessenen Leitfähigkeits-Werte für Rindfleisch von 2,6 mS/cm unmittelbar nach der Schlachtung auf 12,2 mS/cm am 27. Tag p.m. an. Die Zunahme des Tropfsaftverlustes korrelierte mit dem Anstieg des Leitfähigkeits-Wertes mit  $r = 70$ . Auch die Korrelation zwischen Leitfähigkeit und Scherkraft (Zartheit) korrelierte mit  $r = -0,78$ .

Zum Einsatz derartiger Geräte bei Rinderschlachtungen gibt es bis dato jedoch erst wenige Versuchsergebnisse. Darüber hinaus wurden derartige Methoden in den bisherigen Versuchen meist nur bei einer Rinder-Kategorie (Kalbinnen, Stier, ...) getestet. Im vorliegenden Projekt soll die Eignung dieses Messgeräts bei allen in Österreich geschlachteten Kategorien (Jungrinder, Kalbinnen, Ochsen, Stiere, Kühe) untersucht werden. Die Anwendbarkeit dieser Messmethode bei allen Kategorien ist eine wichtige Voraussetzung für einen möglichen Einsatz in der Praxis.

Bisher lassen sich auch die mit Leitfähigkeits-Messgeräten unterschiedlicher Hersteller ermittelten Leitfähigkeit-Werte kaum miteinander vergleichen, da die Messwerte der verschiedenen Geräte zum Teil stark voneinander abweichen, weil die Geräte beispielsweise mit ganz unterschiedlichen Messfrequenzen arbeiten (SACK 1988, HONIKEL 1995).

#### **Leitfähigkeit und Impedanz lassen sich wie folgt erklären:**

Im Zuge der Fleischreifung lösen sich nach und nach Zellmembranen in den Muskeln auf, sodass Zellflüssigkeit in die interzellulären Räume gelangt und sich mit der dortigen Flüssigkeit vermischt. Dadurch kommt es zu einer Anreicherung von Ionen in der interzellulären Flüssigkeit, wodurch das elektrische Potential steigt. Bringt man daher im Fleisch eine Anode und Kathode an, so beginnt Strom zu fließen. Je mehr Zellen im Zuge der Reifung zerstört werden, desto größer ist das elektrische Leitpotential (mS/cm = milliSiemens pro Zentimeter, Maßeinheit der Leitfähigkeit) und desto geringer ist die Impedanz des Fleisches (Py-Wert = Widerstand, entspricht dem von einer isolierenden Membran umgebenen Zellvolumenanteil. Bei länger abgehangenem oder zwischendurch gefrorenem Fleisch werden die Membranen zerstört, wodurch der Py-Wert gegen null geht) (HONIKEL 2007).

Durch die Untersuchung verschiedener Kategorien im aktuellen Versuch soll geprüft werden, ob die Korrelationen stärker sind, wenn Fleischproben von sehr unterschiedlicher Qualität untersucht werden.

Die Messwerte der Leitfähigkeit und die Impedanz wurden anschließend mit den Ergebnissen der Fleischqualitätsuntersuchungen (Tropf-, Koch-, Grillsaftverlust und Zartheit) der gleichen Probe verglichen. Aus den Ergebnissen wurden Korrelationen errechnet und

überprüft, ob bereits wenige Tage nach der Schlachtung die Fleischqualität von ausgereiftem Rindfleisch vorausgesagt werden kann.



Foto: Leitfähigkeit- und Impedanzmessgerät (Foto: Kitzer)

## 2 Material und Methoden

Das vorliegende Projekt wurde von der HBLFA Raumberg-Gumpenstein in Kooperation mit der Firma RWI Handels OG (Messtechnik, Prozesskontrolle, Optimierung, Softwareentwicklung, Qualitätsmanagement) durchgeführt.

Bei allen Projekten an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurde zwischen September 2016 bis Dezember 2018 bei den geschlachteten Rindern nach 2 und 7 Tage (nach der Schlachtung) am Schlachtkörper im Bereich der 9. Rippe (Rostbraten) die Leitfähigkeit und Impulsimpedanz gemessen. Weiters wurden diese beiden Parameter auch an allen Fleischproben, die für die Fleischqualitäts-Untersuchung vorgesehen waren, erhoben. Die Fleischproben stammten je nach Projekt von verschiedenen Teilstücken (Rostbraten Beiried, Weiße Scherzel) und wiesen unterschiedliche Reifezeiten auf (7 und 14 Tage).

Die Messwerte für die elektrischen Leitfähigkeit und die Impulsimpedanz einer Probe wurden anschließend mit den Ergebnissen der Fleischqualitätsuntersuchungen (Tropfsaft, Scherkraft (Zartheit)) der gleichen Probe verglichen. Auf diese Weise wurden Korrelationen zwischen diesen Messwerten und den Fleischqualitätsparametern errechnet. Weiters wurden Korrelationen zwischen den Messwerten an den Schlachtkörpern (2 und 7 Tage nach der Schlachtung) und den Fleischqualitätsparametern ermittelt. Damit wurde überprüft, ob bereits wenige Tage nach der Schlachtung die Fleischqualität von Rindfleisch vorausgesagt werden kann.



Foto: Messung am Schlachtkörper (Foto: Kitzer)

*Tabelle 1: Anzahl der Schlachtkörper*

Dafne Projekt	Kategorie	Anzahl/Schlachtkörper
Masteffizienz	Stier	38
IntMast StOcKa	Stier/Ochs/Kalbin	18
Altkuh	Kuh	19
Weideochsen	Ochse	22
Suckler Crossbreed	Jungrind	25
<b>Gesamt</b>		<b>122</b>

Beim Dafne-Projekt „Hohenlehen Jungrind“ wurde die Leitfähigkeit und Impulsimpedanz am Schlachtkörper nicht gemessen.

*Tabelle 2: Anzahl der Fleischproben*

Dafne Projekt	Kategorie	Teilstück	
		Rostbraten	Beiried
Masteffizienz	Stier	75	40
IntMast StOcKa	Stier/Ochs/Kalbin	36	16
Altkuh	Kuh	17	
Weideochsen	Ochse	20	
Suckler Crossbreed	Jungrind	19	
Hohenlehen Jungrind	Jungrind	17	17
<b>Gesamt</b>		<b>184</b>	<b>73</b>

*Tabelle 3: Anzahl der Fleischproben Messungen nach Reifezeit*

Dafne Projekt	Kategorie	Reifezeit/Tage	
		7 Tage	14 Tage
Masteffizienz	Stier	70	120
IntMast StOcKa	Stier/Ochs/Kalbin	26	26
Altkuh	Kuh		17
Weideochsen	Ochse		40
Suckler Crossbreed	Jungrind	39	
Hohenlehen Jungrind	Jungrind	51	
<b>Gesamt</b>		<b>186</b>	<b>203</b>

## 2.1 Fleischqualitäts-Untersuchungen

Der Tropfsaftverlust wurde bei allen Proben unmittelbar nach dem Zerlegen am frischen Fleisch festgestellt. Die Probe wurde nach der Einwaage in eine verschließbare Plastikdose mit Gitterrost gelegt und 48 Stunden im Kühlschrank bei 2 °C belassen und danach zurückgewogen.

Mit gegrillten 2,5 cm dicken Fleischproben (grillen bis Kerntemperatur 60 °C) wurde nach abkühlen auf Raumtemperatur die Zartheit (Scherkraftmessung) ermittelt. Die Scherkraft gibt an, wie viel Kraft notwendig ist, um Fleisch durchzuschneiden (Imitation der Zähne) und wird in kg angegeben. Die Scherkraftmessung wurde mit der Warner-Bratzler Schere der Firma Instron 3365 durchgeführt. Für die Scherkraftmessung wurden ein dreieckiges ( $\Delta$ ) bzw. ein rechteckiges ( $\square$ ) Scherblatt verwendet. Das rechteckige Scherblatt wurde nur bei den gekochten Fleischproben des Projektes Masteffizienz verwendet. Von jeder Fleischprobe wurden 12 Scherkraftproben (mit einem Durchmesser von 1,27 cm (dreieckigen Scherblatt) und 1cm<sup>2</sup> (rechteckigen Scherblatt)) längs der Faserrichtung ausgestochen und quer zur Faserrichtung geschert. Aus den 12 Wiederholungen wurde ein Mittelwert gebildet, um ein repräsentatives Ergebnis zu erhalten.

An allen im Rahmen der Versuche an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein geschlachteten Tieren wurde nach 2 und 7 Tagen nach der Schlachtung am Schlachtkörper im Bereich der 9. Rippe die elektrische Leitfähigkeit und Impedanz gemessen. Weiters wurden diese beiden Parameter auch an allen 7 und 14 Tage gereiften Fleischproben, die für die Fleischqualitäts-Untersuchung vorgesehen waren, erhoben. Die Messwerte für die

elektrischen Leitfähigkeit und die Impedanz einer Probe wurden anschließend mit den Ergebnissen der Fleischqualitätsuntersuchungen der gleichen Probe verglichen. Auf diese Weise wurden Korrelationen zwischen diesen Messwerten und den Fleischqualitätsparametern errechnet. Weiters wurden Korrelationen zwischen den Messwerten an den Schlachtkörpern (2 und 7 Tage nach der Schlachtung) und den Fleischqualitätsparametern ermittelt. Damit soll überprüft werden, ob bereits wenige Tage nach der Schlachtung die Fleischqualität von ausgereiftem Rindfleisch vorausgesagt werden kann.

## 2.2 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem Statistikpaket SAS (Version 9.4, 2013). Die Korrelationen wurden mit der Prozedur „proc corr“ ermittelt. Davor wurden Daten der einzelnen Merkmale, die mehr als 2,5 Standardabweichungen vom Mittelwert abwichen, aus dem Datenpool gelöscht.

# 3 Ergebnisse und Diskussion

Als Grenzen für die Interpretation wurden folgende Werte angenommen:

**Für Korrelationen [r] wurde angenommen:**

0 – 0,49... Zusammenhang nicht feststellbar

0,5 – 0,69... als Trend erkennbar

0,70 – 0,79 ...enger Zusammenhang

0,80 – 1,0... sehr enger Zusammenhang

## Legende:

- LF 2 links Leitfähigkeit 2 Tage nach Schlachtung an linker Schlachtkörperhälfte
- LF 2 rechts Leitfähigkeit 2 Tage nach Schlachtung an rechter Schlachtkörperhälfte
- LF 7 links Leitfähigkeit 7 Tage nach Schlachtung an linker Schlachtkörperhälfte
- LF 7 rechts Leitfähigkeit 7 Tage nach Schlachtung an rechter Schlachtkörperhälfte
- II 2 links Impulsimpedanz 2 Tage nach Schlachtung an linker Schlachtkörperhälfte
- II 2 rechts Impulsimpedanz 2 Tage nach Schlachtung an rechter Schlachtkörperhälfte
- II 7 links Impulsimpedanz 2 Tage nach Schlachtung an linker Schlachtkörperhälfte
- II 7 rechts Impulsimpedanz 2 Tage nach Schlachtung an rechter Schlachtkörperhälfte
- TS Tropfsaftverlust
- SK gegr. 7 T Scherkraftwert gegrillt nach 7 Tagen
- SK gegr. 14 T Scherkraftwert gegrillt nach 14 Tagen
- SK gek. 7 T Scherkraftwert gekocht nach 7 Tagen
- SK gek. 14 T Scherkraftwert gekocht nach 14 Tage
- LF – 7 T Leitfähigkeit nach 7 Tagen an Fleischscheibe
- LF – 14 T Leitfähigkeit nach 14 Tagen an Fleischscheibe

*Tabelle 4: Korrelationen von Leitfähigkeit und Impulsimpedanz am Schlachtkörper aller Kategorien*

Leitfähigkeit/Impulsimpedanz	Korrelation (r)
LF 2 links – LF 2 rechts	0,30
LF 7 links – LF 7 rechts	0,34
II 2 links – II 2 rechts	0,34
II 7 links – II 7 rechts	0,39
LF 2 links – II 2 links	-0,42
LF 2 rechts – II 2 rechts	-0,22
LF 7 links – II 7 links	-0,49
LF 7 rechts – II 7 rechts	<b>-0,72</b>

Zwei Tage p.m. konnte am Schlachtkörper kein erkennbarer Zusammenhang zwischen Leitfähigkeit und Impulsimpedanz gefunden werden (siehe Tab. 4). Nach 7 Tagen Reifung am Schlachtkörper war ein tendenzieller Zusammenhang zwischen Leitfähigkeit und Impulsimpedanz erkennbar ( $r = -0,49$  bzw.  $-0,72$ ). Zwischen linker und rechter Schlachtkörperhälfte konnte kein klarer Zusammenhang in den beiden Merkmalen festgestellt werden, wofür sich keine Erklärung findet.

*Tabelle 5: Korrelationen von Leitfähigkeit und Impulsimpedanz am Schlachtkörper „Altkuh“*

Leitfähigkeit/Impulsimpedanz	Korrelation (r)
LF 2 links – LF 2 rechts	0,14
LF 7 links – LF 7 rechts	<b>0,65</b>
II 2 links – II 2 rechts	0,33
II 7 links – II 7 rechts	0,28
LF 2 links – II 2 links	-0,11
LF 2 rechts – II 2 rechts	-0,44
LF 7 links – II 7 links	-0,49
LF 7 rechts – II 7 rechts	<b>-0,68</b>

Bei der Kategorie „Altkuh“ konnte 7 Tage nach der Schlachtung sowohl zwischen linker und rechter Schlachtkörperhälfte als auch teilweise zwischen Leitfähigkeit und Impulsimpedanz ein Zusammenhang festgestellt werden ( $r = -0,65$  bzw.  $-0,68$ ).

*Tabelle 6: Korrelationen von Leitfähigkeit und Impulsimpedanz am Schlachtkörper mit Tropfsaft und Scherkraft an Fleischscheibe aller Kategorien*

	TS	SKgegr7T	SKgek7T	SKgegr14T	SKgek14T
LF 2 links	-0,04	0,20	0,27	0,20	-0,08
LF 2 rechts	0,07	0,05	0,09	-0,03	-0,14
LF 7 links	0,22	-0,03	-0,10	-0,21	-0,25
LF 7 rechts	0,14	-0,19	-0,05	<b>-0,31</b>	-0,10
II 2 links	0,12	-0,22	-0,14	0,04	-0,01
II 2 rechts	-0,01	-0,21	-0,14	-0,04	0,05
II 7 links	-0,07	-0,18	0,08	<b>0,28</b>	<b>0,31</b>
II 7 rechts	-0,16	0,14	0,08	<b>0,26</b>	0,13

Für Leitfähigkeit bzw. Impulsimpedanz und Scherkraft (gegrillt bzw. gekocht) konnte 2 Tage nach der Schlachtung kein erkennbarer Zusammenhang festgestellt werden (siehe Tab. 6). Bei der 7 Tage nach der Schlachtung gemessenen Leitfähigkeit und Impulsimpedanz war ein leichter Zusammenhang feststellbar. Steigende Leitfähigkeit geht mit sinkenden Scherkraftwerten (= zarteres Fleisch) einher (siehe Abb. 3- 6).

SCHMIDTKE (2002) stellte bei Rindfleisch eine enge Korrelation zwischen elektrischer Leitfähigkeit und Tropfsaftverlust ( $r = 70$ ) bzw. Scherkraft ( $r = -0,78$ ) fest. BYRNE et al. (2000) fanden bei Kalbinnenfleisch eine mittlere bis starke Korrelation zwischen den elektrischen Messmethoden und der Farbe sowie Zartheit des Fleisches, wenn alle Messungen im gleichen Reifestadium durchgeführt wurden. Allerdings ermöglichte eine elektrische Messung kurz nach der Schlachtung keine Voraussage über die Fleischqualität 7 oder 14 Tage nach der Schlachtung.

*Tabelle 7: Korrelationen von Leitfähigkeit und Impulsimpedanz am Schlachtkörper mit Tropfsaft und Scherkraft an Fleischscheibe „Altkuh“*

	TS	SKgegr7T	SKgek7T	SKgegr14T	SKgek14T
LF 2 links	0,24	-	-	0,26	-
LF 2 rechts	0,23	-	-	-0,17	-
LF 7 links	-0,28	-	-	<b>-0,65</b>	-
LF 7 rechts	-0,22	-	-	<b>-0,72</b>	-
II 2 links	0,38	-	-	0,44	-
II 2 rechts	-0,15	-	-	0,36	-
II 7 links	<b>0,54</b>	-	-	0,31	-
II 7 rechts	0,31	-	-	<b>0,55</b>	-

Innerhalb der Kategorie Altkuh waren die Korrelationen der Leitfähigkeit 7 Tag p.m. mit der Scherkraft gegrillt (Fleischscheibe 14 Tage gereift) deutlich erkennbar ( $r = -0,65$  und  $r = -0,72$ ). Als klarer Trend war die Impulsimpedanz der linken Schlachtkörperhälfte mit dem Tropfsaft ( $r = 0,54$ ) sowie die Impulsimpedanz rechts mit der Scherkraft gegrillt 14 Tage ( $r = 0,55$ ) erkennbar. Wieso der Zusammenhang jeweils nur bei einer Schlachtkörperhälfte nachweisbar war, bleibt unklar. Bei den übrigen Parametern waren keine deutlichen Zusammenhänge fest zu stellen (siehe Tab. 7).

In der Studie SCHMIDTKE (2002), die täglich Messungen bis 27 Tag p.m. durchführte, war ein Anstieg der Leitfähigkeit erst nach 48 - 72 h p.m. zu verzeichnen. Im Abgleich mit den gemessenen Zartheitsparametern kann für die Leitfähigkeitsmessung beim Rindfleisch von 7,5 mS/cm angegeben werden, bei dem eine ausreichende Zartheit des Fleisches erreicht wird. Dieser Grenzwert wurde nach einer Lagerungszeit von durchschnittlich 17 Tagen erreicht (SCHMIDTKE 2002). Diese Parameter werden allerdings von mehreren Faktoren beeinflusst (höhere Lagerungstemperaturen führen z. B. zu einem beschleunigten Verlauf der Fleischreifung) (DRANSFIELD 1992, AUGUSTINI und FISCHER 1998). Mechanische Belastung führt ebenfalls zu einem schnelleren und stärkeren Anstieg der Leitfähigkeit. Das bedeutet, dass Transport und Zerlegung des Fleisches nach der Schlachtung einen wesentlichen Einfluss auf die gemessenen Leitfähigkeits-Werte haben, dies wurde schon von SCHWÄGELE (1991, 1992b) für Schweinefleisch festgestellt.

*Tabelle 8: Korrelationen von Leitfähigkeit am Schlachtkörper und Fleischscheibe im Labor*

	LF2 links	LF2 rechts	LF7 links	LF7 rechts
LF_7T	-0,05	-0,10	-0,16	-0,13
LF_14T	-0,29	-0,05	-0,18	0,16

Zwischen Leitfähigkeit 2 und 7 Tage am Schlachtkörper und Leitfähigkeit an Fleischscheibe nach 7 und 14 Tagen Reifung war kein erkennbarer Zusammenhang feststellbar (siehe Tab. 8).

*Tabelle 9: Korrelationen von Leitfähigkeit bei Fleischprobe und Tropfsaft und Scherkraft*

	TS	SKgegr	SKgek
LF-7T	0,36	<b>0,68</b>	0,24
LF-14T	0,06	0,09	0,31

Beim Tropfsaftverlust am Fleisch konnte kein Zusammenhang zur Leitfähigkeit der Fleischscheibe bei 7 und 14 Tagen erkannt werden. Interessanterweise war bei der Scherkraft gegrillt nach 7 Tage eine Tendenz feststellbar ( $r = 0,68$ ), bei 14 tägiger Reifung wiederum nicht, ebenfalls nicht bei den gekochten Scherkraftproben (siehe Tab. 9).

*Tabelle 10: Korrelationen bei Fleischprobe (Scherkraft)*

Leitfähigkeit/Impulsimpedanz	Korrelation [r]
SK geogr7T – SKgeogr147T	0,45
SKgek7T – Skgek14T	<b>0,61</b>
SKgeogr7T – Skgek7T	<b>0,62</b>
SKgeogr14T – Skgek14T	0,44

Beim Vergleich von Scherkraft gegrillt und gekocht bzw. 7 und 14 Tagen Reifung waren teilweise Zusammenhänge nachweisbar. Ein Grund für nicht erkennbare Korrelationen zwischen 7 und 14 Tage gereiften Fleisch könnte in den unterschiedlichen Rinderkategorien liegen (Stierfleisch wird langsamer zart als Fleisch anderer Kategorien).

*Tabelle 11: Mittelwerte und Standardabweichung der gemessenen Leitfähigkeit und Impulsimpedanz am Schlachtkörper*

Schlachtkörper	Mittelwerte	SD
LF 2 links	3,03	0,80
LF 2 rechts	3,31	0,94
LF 7 links	4,25	1,25
LF 7 rechts	5,16	1,82
II 2 links	43,81	5,08
II 2 rechts	44,91	5,82
II 7 links	34,70	7,60
II 7 rechts	34,84	8,94

*Tabelle 12: Mittelwerte und Standardabweichung der gemessenen Leitfähigkeit an Fleischscheibe*

Fleischscheibe	Mittelwerte	SD
LF- 7T	18,94	1,42
LF - 14T	19,17	1,39

Die Leitfähigkeitswerte bei dieser Studie an der Fleischscheibe gemessen waren viel höher als am Schlachtkörper (7 Tage nach Schlachtung), bei Fleischscheibe (MW knapp 20 mS/cm, Standardabweichung 1,42); am Schlachtkörper (MW ca. 4,7 mS/cm, SD 1,53). Allerdings wurden die Fleischproben nach der Reifezeit von 7 bzw. 14 Tagen eingefroren und für die Messungen wieder aufgetaut. Bei gefrorenem Fleisch werden die Membranen zerstört, und sich somit die Leitfähigkeit entsprechen erhöht.

Der Py-Wert nahm mit fortschreitender Reifezeit am Schlachtkörper ab (2 Tage Impulsimpedanz 44 Py; 7 Tage – Impulsimpedanz 34 Py). An der Fleischscheibe gemessen ergab die Impulsimpedanz 0. Das ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass die Fleischproben nach der 7 bzw. 14 tägigen Reifung tiefgefroren wurden und beim gefrorenen Fleisch die Membranen (Zellwände) zerstört werden, wodurch der Py-Wert gegen null geht.

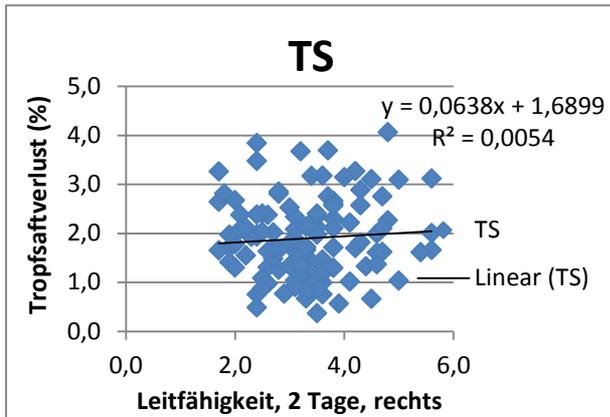


Abbildung 1: Zusammenhang TS und LF nach 2 Tagen

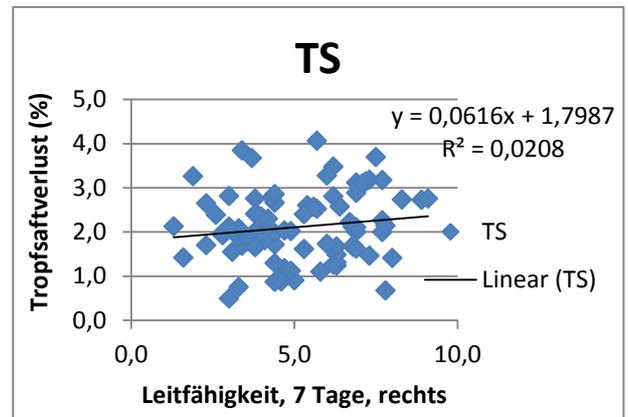


Abbildung 2: Zusammenhang TS und LF nach 7 Tagen

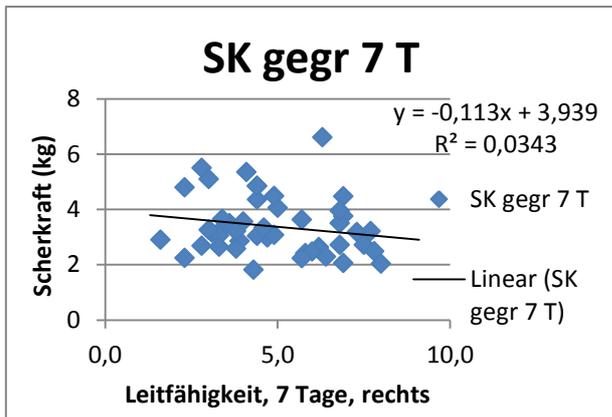


Abbildung 3: Zusammenhang LF und SK gegrillt nach 7 Tagen

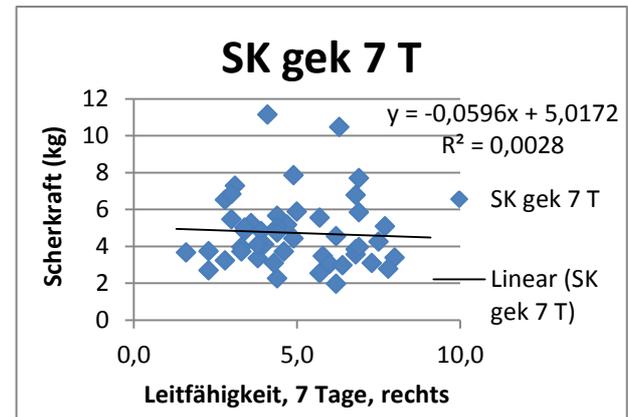


Abbildung 4: Zusammenhang LF und SK gekocht nach 7 Tagen

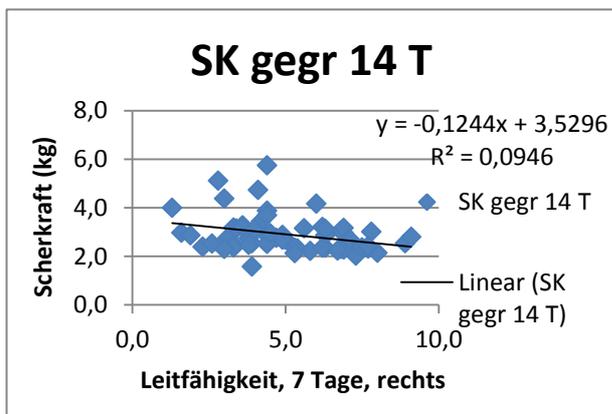


Abbildung 5: Zusammenhang LF und SK gegrillt 14 Tagen

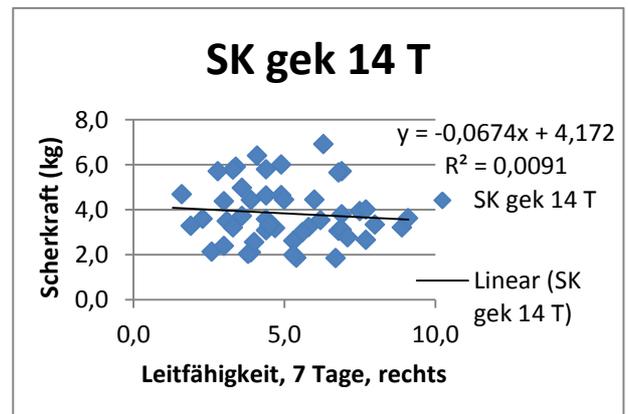


Abbildung 6: Zusammenhang LF und SK gekocht 14 Tagen

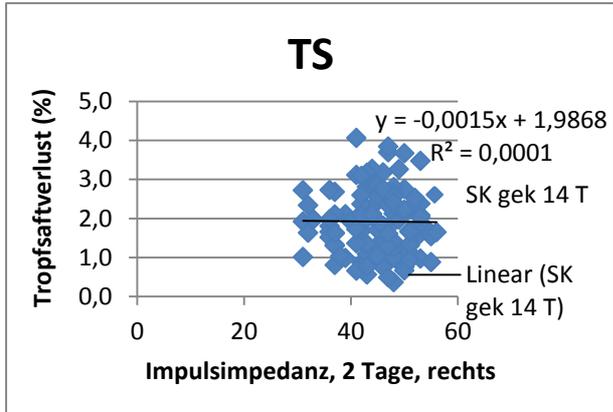


Abbildung 7: Zusammenhang TS und II nach 2 Tagen

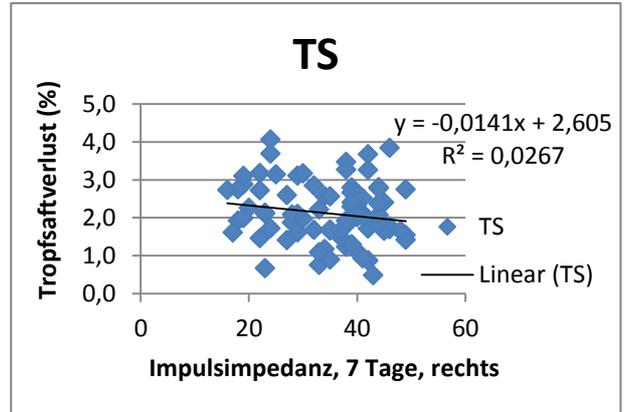


Abbildung 8: Zusammenhang TS und II nach 7 Tagen

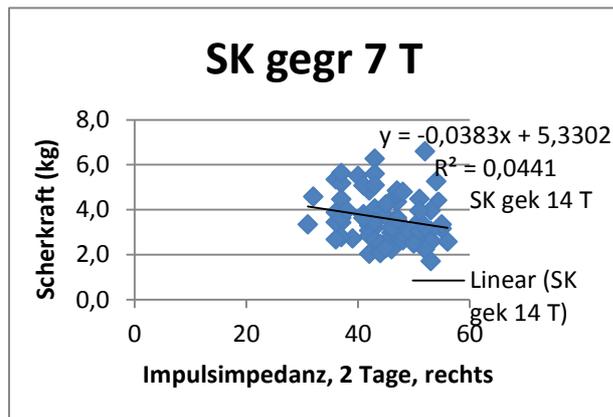


Abbildung 9: Zusammenhang II und SK gegrillt nach 7 Tagen

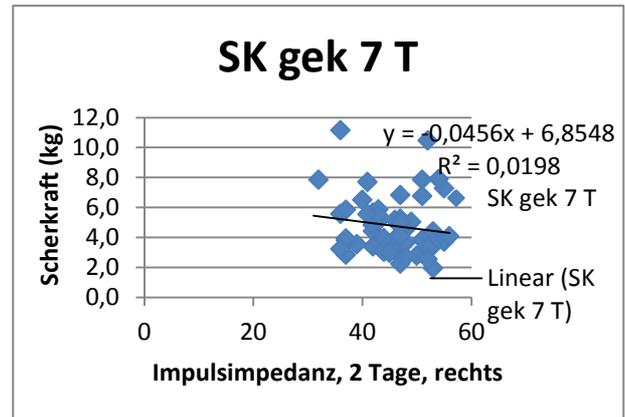


Abbildung 10: Zusammenhang II und SK gekocht nach 7 Tagen

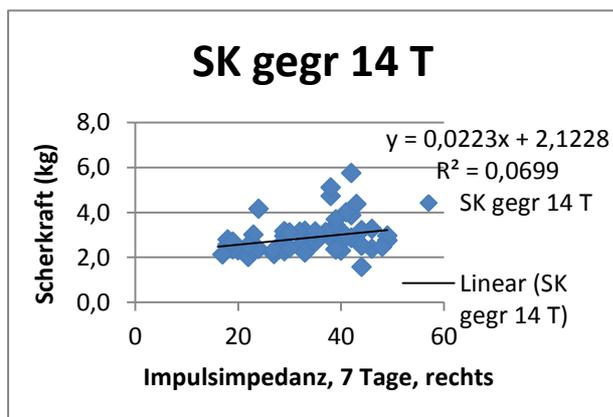


Abbildung 11: Zusammenhang II und SK gegrillt 14 Tagen

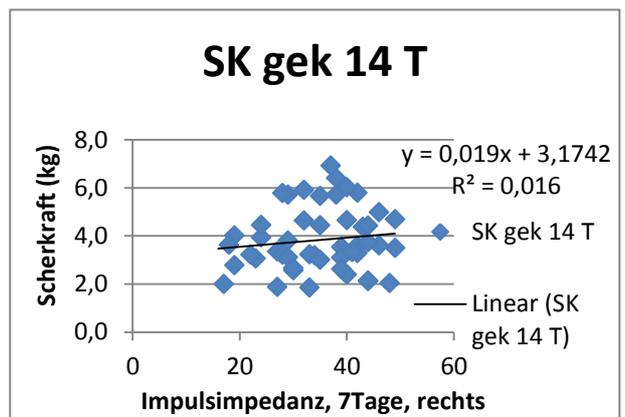


Abbildung 12: Zusammenhang II und SK gekocht 14 Tagen

## 4 Schlussfolgerung

Die Zartheit ist ein wichtiger Qualitätsparameter bei Rindfleisch. Die strukturellen und physikalischen Veränderungen, die zur Entwicklung der erwünschten Fleischbeschaffenheit führen, führen zum Anstieg der elektrischen Leitfähigkeit sowie zum Absinken der Impulsimpedanz in der Muskulatur, da Denaturierung und Membranschäden einen freien Austausch von Flüssigkeiten und Ionen ermöglichen.

Ziel dieses Projektes war es,

- den Verlauf der Leitfähigkeit über eine Reifungszeit (2 bzw. 7 Tage nach der Schlachtung sowie 7 bzw. 14 Tage an Fleischscheiben) zu dokumentieren
- Beziehungen zwischen der elektrischen Leitfähigkeit und Impulsimpedanz und dem Verhalten verschiedener Parameter (Tropfsaftverlust und Zartheit) während der Fleischreifung aufzuzeigen

Es ist festzuhalten, dass gewisse schwache Tendenzen zwischen Leitfähigkeit, Impulsimpedanz, Tropfsaftverlust und Zartheit (Scherkraft) erkennbar sind. Die Korrelationen liegen allerdings bei maximal 0,3 (ab 0,5 wäre zumindest ein tendenzieller Zusammenhang erkennbar). Somit lassen sich keine zuverlässigen, vorausschauenden Aussagen über die Zartheit von Rindfleisch aufgrund der Messgerät-Werte treffen. Diese Methodik hat sich in unserer Studie daher als nicht praxistauglich erwiesen. Eventuell lässt sich damit auf etwaige Fleischmängel (z.B. DCB-Fleisch, cold-shortening, rigor-shortening) rückschließen.

- Entgegen der Erwartungen ist zwischen rechter und linker Schlachtkörperhälfte kein deutlicher Zusammenhang für die Merkmale Leitfähigkeit und Impulsimpedanz erkennbar. Ebenso besteht zwischen den 2 und 7 Tage p.m. gemessenen Werten kein klarer Zusammenhang.
- Nach 2 Tagen Reifung lässt sich keinerlei Zusammenhang zur Fleischqualität (Zartheit, Tropfsaft) feststellen. Da die Korrelationen mit 7 Tagen etwas deutlicher werden, könnte die Methodik zur Fleischqualitäts-Voraussage unter Umständen für längere Reifedauern am Schlachtkörper besser geeignet sein.
- Um die Leitfähigkeits- und Impulsimpedanz-Messung als Methode für die Diagnose von Fleischreifungs-Vorgängen zu standardisieren, bedarf es jedenfalls genauer Vorgaben bezüglich Messzeitpunkt und Zerlegungsgrad des untersuchten Fleisches.

# 5 Zusammenfassung

In diesem Projekt wurde geklärt, inwieweit die Leitfähigkeit und Impulsimpedanz bei Rindfleisch einen Einfluss auf die Fleischqualität (Tropfsaftverlust, Scherkraft (Zartheit)) unter Berücksichtigung der Reifedauer hat.

Aus früheren Untersuchungen geht hervor, dass die Leitfähigkeits- bzw. Impulsimpedanz-Messung potentielle Möglichkeiten darstellen, die Fleischqualität am Schlachthof beurteilen zu können. Bei Schweineschlachtungen werden derartige Messungen bereits eingesetzt um Fleischqualitätsmängel (z.B. PSE-Fleisch) feststellen zu können. Zum Einsatz derartiger Geräte bei Rinderschlachtungen gibt es bis dato jedoch erst wenige Versuchsergebnisse. Darüber hinaus wurden derartige Methoden in den bisherigen Versuchen meist nur bei einer Kategorie an Rindern (Kalbinnen, Stier, ...) getestet. Im vorliegenden Projekt soll die Eignung dieses Messgeräts bei allen in Österreich geschlachteten Kategorien (Jungrinder, Kalbinnen, Ochsen, Stiere, Kühe) untersucht werden. Die Anwendbarkeit dieser Messmethode bei allen Kategorien ist eine wichtige Voraussetzung für einen möglichen Einsatz in der Praxis.

Die Bezahlung der Schlachtkörper erfolgt derzeit nach mengenmäßigen Kriterien (Schlachtkörpergewicht, Fleisch- und Fettklasse), während die Fleischqualität (Marmorierung, Zartheit, Saftigkeit, Reifedauer) zurzeit im Gegensatz zu anderen Ländern (USA, Australien) nicht berücksichtigt wird.

Bei allen laufenden Versuchen an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurde bei den geschlachteten Rindern nach 2 und 7 Tage nach der Schlachtung am Schlachtkörper im Bereich der 9. Rippe am Rückenmuskel (Rostbraten bzw. Beiried) die elektrische Leitfähigkeit und Impulsimpedanz gemessen. Es waren insgesamt 122 Rinderschlachtkörper, die sich in 5 Kategorien aufteilten (Stier, Kuh, Ochse, Kalbin, Jungrind). Weiters wurden diese beiden Parameter auch an allen 257 Fleischproben, die von den gemessenen Rinderschlachtkörpern stammen und für die Fleischqualitäts- Untersuchung vorgesehen waren, erhoben. Die Messwerte für die elektrischen Leitfähigkeit und die Impulsimpedanz der Probe wurden anschließend mit den Ergebnissen der Fleischqualitätsuntersuchungen (Tropfsaftverlust, Zartheit) der gleichen Probe verglichen. Auf diese Weise wurden Korrelationen zwischen diesen Messwerten und den Fleischqualitätsparametern errechnet. Weiters wurden Korrelationen zwischen den Messwerten an den Schlachtkörpern (2 und 7 Tage nach der Schlachtung) und den Fleischqualitätsparametern ermittelt. Damit wurde überprüft, ob bereits wenige Tage nach der Schlachtung die Fleischqualität von ausgereiftem Rindfleisch vorausgesagt werden kann.

Die Leitfähigkeitswerte an der Fleischscheibe gemessen waren viel höher als am Schlachtkörper (7 Tage nach Schlachtung), bei Fleischscheibe (MW ca. 20 mS/cm, Standardabweichung 1,42); am Schlachtkörper (MW ca. 4,7 mS/cm, SD 1,53).

Die Anwendbarkeit dieser Methodik hat sich in dieser Studie als nicht praxistauglich erwiesen. Die Korrelationen zeigen dies sehr deutlich (siehe Tab.2).

## 6 Summary

Aim of this project was to examine the extent to which the conductivity and impulse impedance of beef have an influence on meat quality (tripless, shear force, tenderness) after a precisely defined maturation period.

Previous studies have shown that conductivity and impulse impedance measurements could be potential ways of assessing meat quality at slaughterhouses. In pig slaughtering, such measurements are already used to determine meat quality defects (e.g. PSE meat). To date, however, only a few test results have been obtained for the use of such devices in beef slaughtering. In addition, such methods mostly have been tested only on one category of cattle (calves, bulls, ...). In this project, the suitability of this measuring instrument for all categories slaughtered in Austria (suckler beef, heifers, oxen, steers, cows) is to be investigated. The applicability of this measuring method to all categories is an important prerequisite for a possible use in practice.

Carcasses are currently paid according to quantitative criteria (carcass weight, meat and fat class), while meat quality (marbling, tenderness, juiciness, maturation period) is not currently taken into account, in contrast to other countries (USA, Australia).

In all ongoing experiments at AREC Raumberg-Gumpenstein, the electrical conductivity and impulse impedance of the slaughtered cattle were measured in the area of the 9th rib of the m. longissimus (forerib and striploin) 2 and 7 days after slaughter at the carcass. A total of 122 cattle carcasses were divided into 5 categories (bull, cow, steer, heifer, suckler beef). Furthermore, these two parameters were also measured on all 257 meat samples taken from the measured cattle carcasses and intended for shear force measurement (tenderness determination). Depending on the project, the meat samples came from different cuts (forerib and striploin) and had different maturation times (7 and 14 days).

The values measured for electrical conductivity and impulse impedance of the samples were then compared with the results of the meat quality tests (drip loss, tenderness) of the same sample. In this way, correlations between these measured values and the meat quality parameters were calculated. Correlations were also established between the carcass measurements (2 and 7 days after slaughter) and the meat quality parameters. This was used to examine whether the meat quality of mature beef could be predicted just a few days after slaughter.

The conductivity values measured on the meat slice were much higher than on the carcass (7 days after slaughter), on the meat slice (MW approx. 20 mS/cm, standard deviation 1.42); on the carcass (MW approx. 4.7 mS/cm, SD 1.53).

The applicability of this methodology in this study has proved to be impractical. The correlations show this very clearly (see Table2).

# 7 Literatur

- BRANSCHIED, W., K. O. HONIKEL, G. von LENGERKEN und K. TROEGER (Hrsg.) 2007: Physikalische Messmethoden zur Erfassung der Fleischqualität. In: Qualität von Fleisch und Fleischwaren, Band 2. 2, überarbeitete und erweiterte Auflage, Deutscher Fachverlag GmbH, Frankfurt/Main, 855- 880.
- BRAUN U. und S. MÜLLER, s.a.: Was ist Schweinefleischqualität – erfasste Merkmale und ihre Bedeutung. Bericht, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, 14 S.
- BYRNE, C.E., D.J. TROY und D.J. BUCKLEY, 2000: Postmortem changes in muscle electrical properties of bovine M. longissimus dorsi and their relationship to meat quality attributes and pH fall. Meat Sci. 54, 23-34.
- CHRYSTALL, B.B: 1994: Meat texture measurement. In: Advances in Meat Research, Vol. 9 "Quality Attributes and their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products"(eds. A. M. Pearson and T. R. Dutson) 316-336.
- HECHT, H. 1986: Reifung und Zartheit von Fleisch in: Chemisch-physikalische Merkmale der Fleischqualität, Kulmbacher Reihe 6, Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, 39-66.
- HONIKEL, K. (1986): Muskelstruktur und Fleischqualität in: Chemisch-physikalisch Merkmale der Fleischqualität, Kulmbacher Reihe 6, Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, 18-38.
- HONIKEL, K. O., ESTEVES, A. und RAUH, S. 1995: Die Messung der Impedanz zur Feststellung der Qualität von Schweinefleisch, Mittbl. Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, 34, 13-20.
- HONIKEL, K. O. 1998: Reference Methods for the Assessment of Physical Characteristics of Meat. Meat Sci., Vol. 49, No. 4, 447-457
- HONIKEL, K. O. PLIQUETT, U., M. ALTMANN, F. PLIQUETT und L. SCHÖBERLEIN, 2003: Py—a parameter for meat quality. Meat Sci. 65, 1429-1437.
- SCHMIDTKE S. 2002: Die elektrische Leitfähigkeit als Diagnoseparameter für die Rindfleisch-Reifung. Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover.

## 8 Danksagung

Ich möchte mich bei der Fa. RWI Handels OG (Messtechnik, Prozesskontrolle Optimierung, Softwareentwicklung, Qualitätsmanagement) besonders bei Herrn Karl Würthinger herzlich für die Zusammenarbeit bedanken.

Herr Würthinger hat uns für die Dauer des Versuchszeitraums das Messgerät zur Ermittlung der Leitfähigkeit und Impulsimpedanz kostenlos zur Verfügung gestellt.

# 9 Anhang

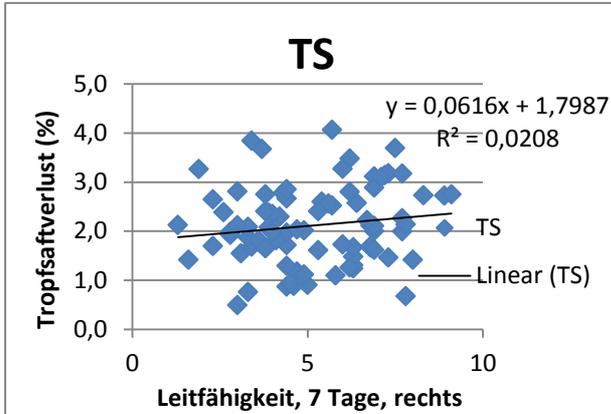


Abbildung 1: TS und LF nach 7 Tage rechts

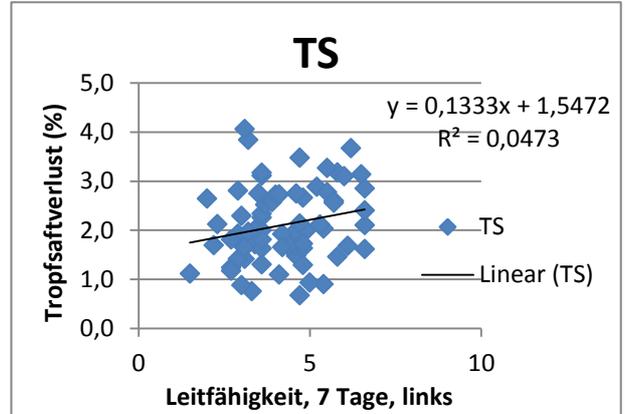


Abbildung 2: TS und LF nach 7 Tage links

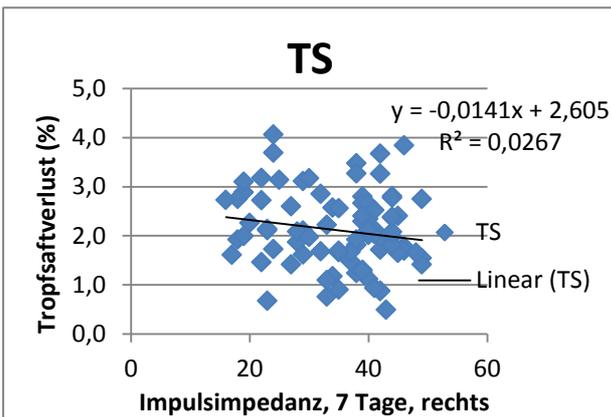


Abbildung 3: TS und II nach 7 Tage rechts

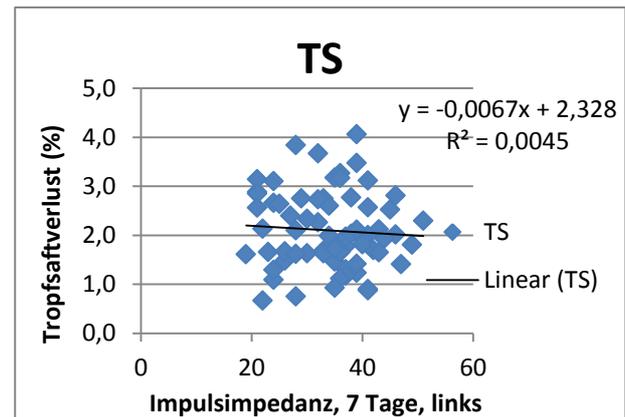


Abbildung 4: TS und II nach 7 Tage links

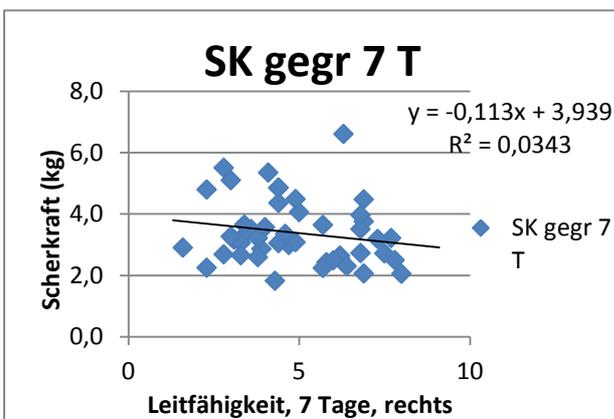


Abbildung 5: SK und LF nach 7 Tage rechts

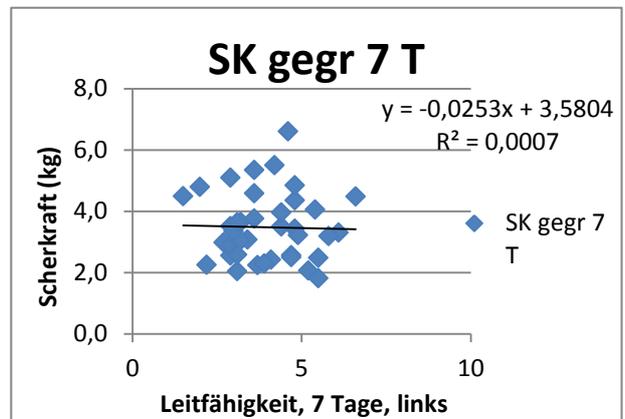


Abbildung 6: SK und LF nach 7 Tage links

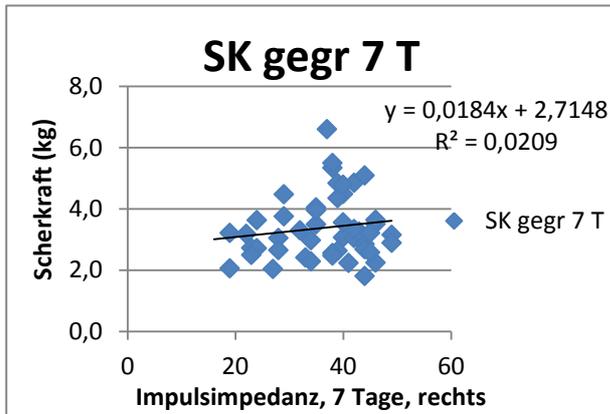


Abbildung 7: SK gegrillt und II nach 7 Tage rechts

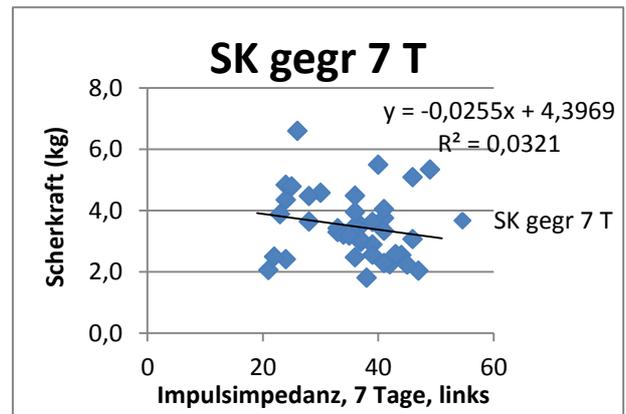


Abbildung 8: SK gegrillt und II nach 7 Tage links

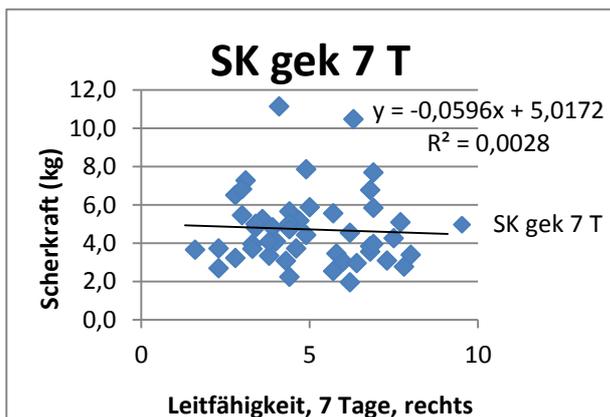


Abbildung 9: SK gekocht und LF nach 7 Tage rechts

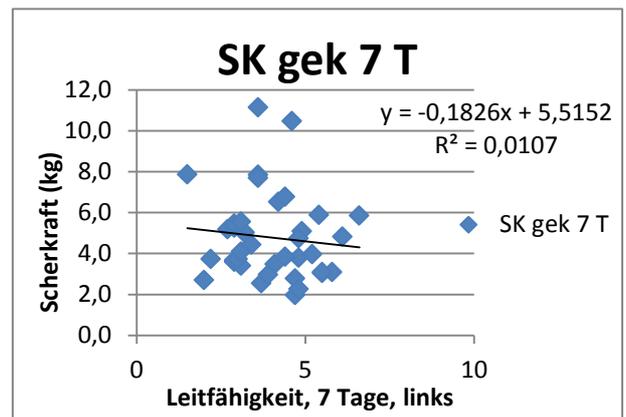


Abbildung 10: SK gekocht und LF nach 7 Tage links

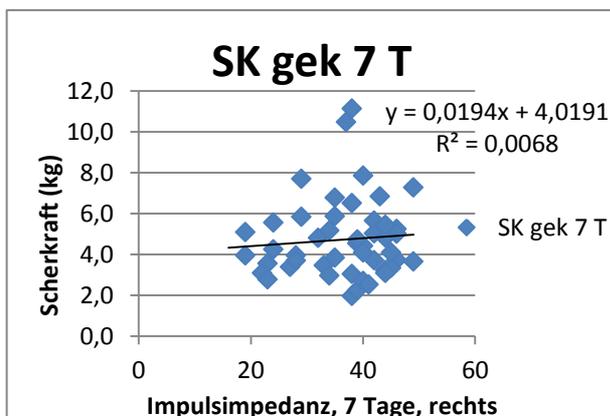


Abbildung 11: SK gekocht und LF nach 7 Tage rechts

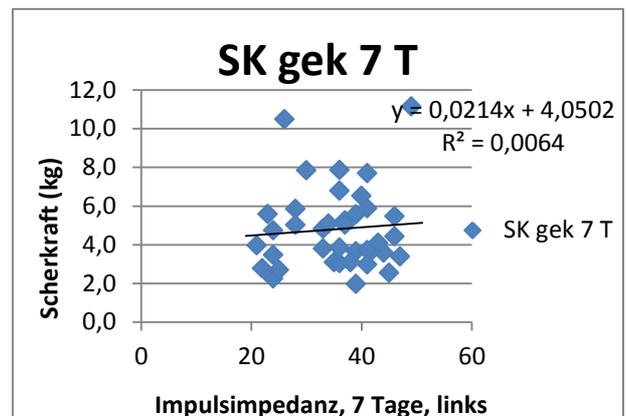


Abbildung 12: SK gekocht und LF nach 7 Tage links

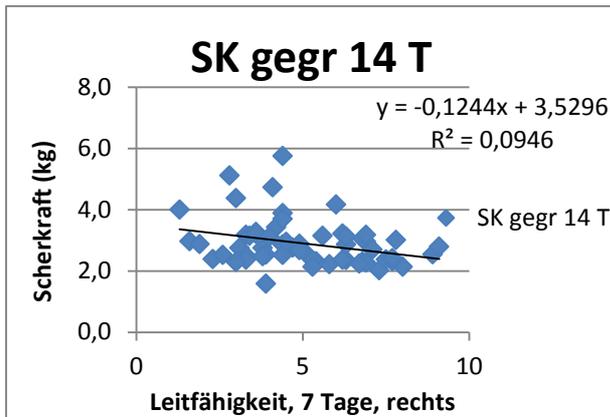


Abbildung 13: SK gegrillt und LF nach 14 Tage rechts

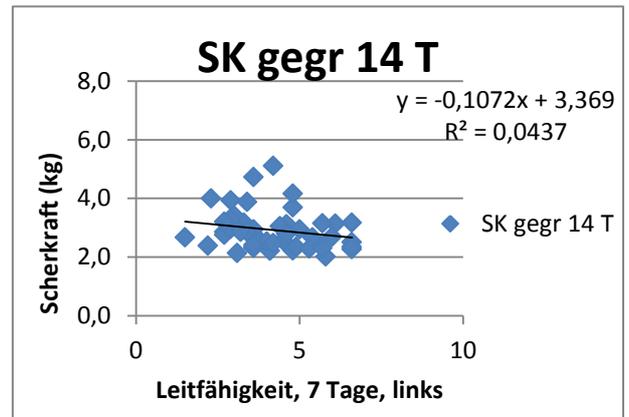


Abbildung 14: SK gegrillt und LF nach 14 Tage links

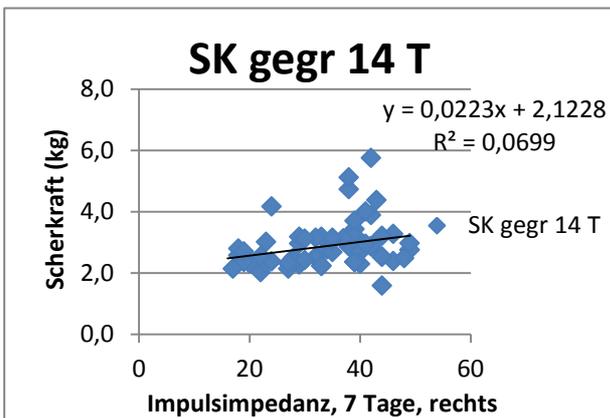


Abbildung 15: SK gegrillt und II nach 14 Tage rechts

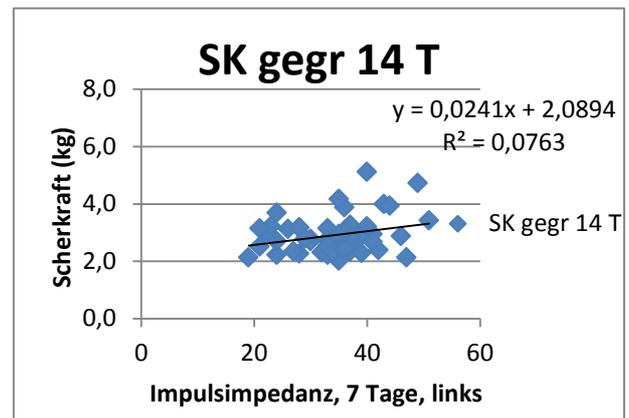


Abbildung 16: SK gegrillt und II nach 14 Tage links

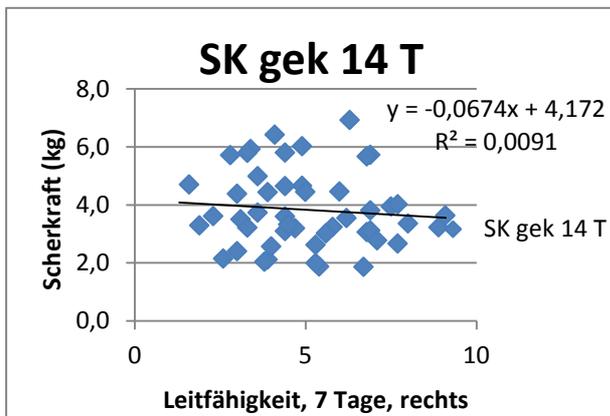


Abbildung 17: SK gekocht und LF nach 14 Tage rechts

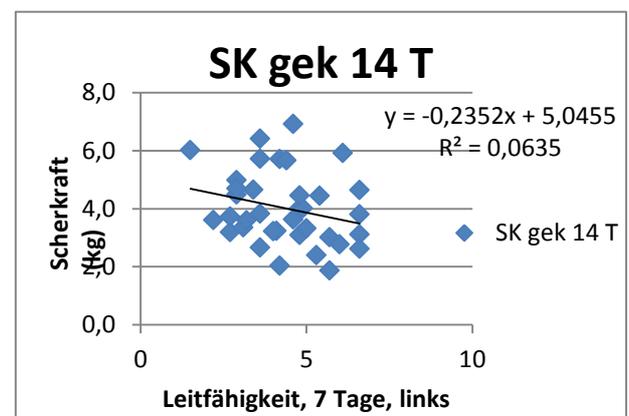


Abbildung 18: SK gekocht und LF nach 14 Tage links

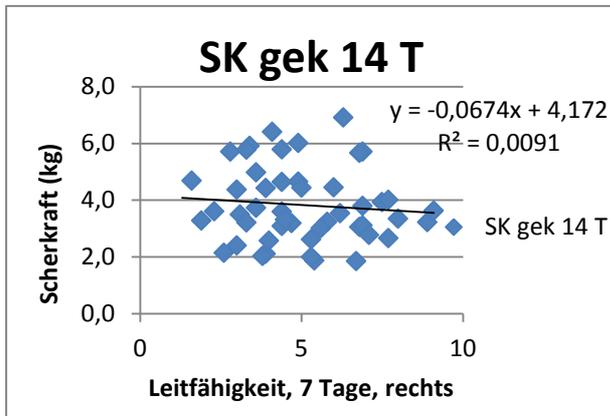


Abbildung 19: SK gekocht und LF nach 14 Tage rechts

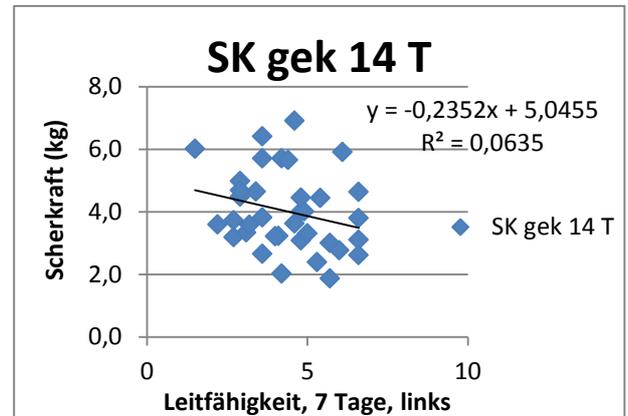


Abbildung 20: SK gekocht und LF nach 14 Tage links

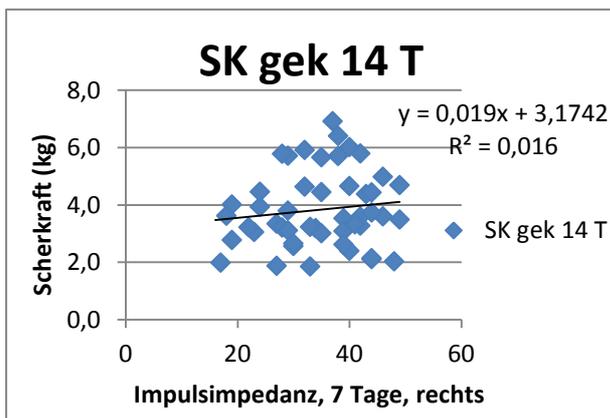


Abbildung 21: SK gekocht und II nach 14 Tage rechts

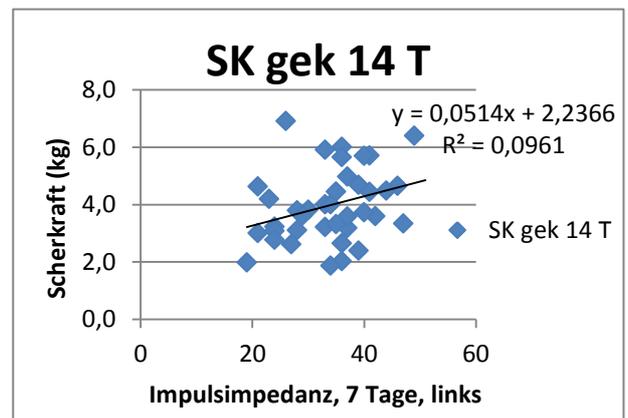


Abbildung 22: SK gekocht und II nach 14 Tage links



**HBLFA Raumberg-Gumpenstein**

Landwirtschaft

Raumberg 38, 8952 Irdning

[raumberg-gumpenstein.at](http://raumberg-gumpenstein.at)