

JOCHEN WEGNER und HEIDE-DÖRTE MATTHES

Zelluläres Wachstum von Muskelfasern und Fettzellen und die Fleischqualität von Hereford-Ochsen unter extensiven Haltungsbedingungen

Zusammenfassung

Bei 20 Ochsen der Rasse Hereford wurden am 140., 180., 300., 400., 470. und 570. Lebenstag Muskel- und Fettgewebeproben mittels Schußbiopsie aus dem *M. semitendinosus* entnommen. Die Rinder wurden unter extensiven Bedingungen im Biosphärenreservat gehalten.

Der mikroskopisch gemessene Durchmesser der Muskelfasern und Fettzellen zeigte während des Wachstums einen durch die extensive Ernährung bedingten Verlauf. Im Winter stagnierte das Wachstum der Zellen und erreichte auch im Sommer nicht das Niveau von gleichaltrigen Tieren aus Stallmast. Die im Herbst durchgeführte Schlachtung ergab nur geringe Fettgehalte im Schlachtkörper und Muskel. Der intramuskuläre Fettgehalt erfüllte nicht die Anforderungen an Qualitätsfleisch.

Schlüsselworte: Muskelfaser, Fettzelle, Wachstum, Fleischqualität, Hereford-Ochsen, extensive Haltung

Summary

Title of the paper: Cellular growth of muscle fibre and fat cells from Hereford steers under extensive methods of management

Muscle and fat samples were taken from *M. semitendinosus* by shot biopsy at 140., 180., 300., 400., 470. and 570. days of life in twenty Hereford steers.

The microscopically measured diameter of muscle fibres and fat cells were influenced by extensive feeding during growth. In the winter the growth of cells ceased and also in the summer the cells did not attain the level seen in cattle kept in stables. The slaughtering in autumn yielded only a small fat content in both carcass and muscle. The intramuscular fat content did not meet the requirements of quality meat.

Key words: Muscle fibre, fat cell, growth, meat quality, Hereford steers, extensive management

Rindfleischqualität wird im allgemeinen erst nach der Schlachtung an Hand verschiedener subjektiver und objektiver Einschätzungen und Messungen beurteilt. Die Beschaffenheit des Fleisches ist, abgesehen von perimortalen Faktoren, auch ein Ergebnis des Wachstums von Muskel- und Fettgewebe und kann somit durch muskelbiologische Untersuchungen bereits am lebenden Tier (Biopsie und Mikroskopie) beurteilt werden.

Das postnatale Wachstum der Skelettmuskulatur beim Rind stellt unter normalen Bedingungen nur noch eine Vergrößerung (Hypertrophie) der in der Myogenese gebildeten Muskelfasern dar (WEGNER, 1983). Somit besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Zunahme des Muskelfaserdurchmessers während des Wachstums und dem Zuwachs an magerem Fleisch. Das Längenwachstum des Muskels und einzelner Muskelfasern intrafaszikulär bleibt dabei zunächst unberücksichtigt.

Zu einer ähnlichen Einschätzung kommt STAUFENBIEL (1993) hinsichtlich der Fettzellentwicklung. Die Fettzellhyperplasie ist im wesentlichen in den ersten Lebensmonaten abgeschlossen. Bei wachsenden Mastrindern dominiert somit der Fettsatz durch Fettzellhypertrophie. Demzufolge spielt die Fettzellgröße eine entscheidende Rolle bei der Beurteilung von Lipogenese und Lipolyse während des Wachstums. Vor allem bei einer sehr geringen subkutanen Fettschicht, wo herkömmliche in vivo Methoden, wie Messung der Rückenfettdicke mit Nadelsonden oder Ultraschall (Zusammenstellung bei STAUFENBIEL, 1993) zu ungenau sind, ist die Fettzellgrößenmessung an histologischen Schnittpräparaten von Biopaten sehr gut geeignet, das Fettwachstum zu charakterisieren.

Bezüglich der Fettzellentwicklung beim Rind konnten RENAND u. a. (1992) feststellen, daß die Fettzellgröße in vivo der beste Indikator für den Fettgehalt im Vergleich zu Ultraschall- und Fettiefenmessungen ist ($R^2 = 0,63$).

Im vorliegenden Versuch wurden das Wachstum von Hereford-Ochsen in einem Biosphärenreservat und die unter extensiven Haltungsbedingungen erreichte Fleischqualität untersucht. Dazu kamen die Methoden der muskelbiologischen Grundlagenforschung zum Muskel- und Fettwachstum am lebenden Tier zur Anwendung.

Material und Methoden

Aus einer Herde von extensiv gehaltenen Herefordrindern wurden 20 männliche Kälber, die im Mai/Juni 1992 geboren wurden, für den Versuch ausgewählt. Bis zu einem Lebensalter von 13 Monaten wurden viermal Biopsieproben mit dem Schußgerät DUMEG (SCHÖBERLEIN, 1976; WEGNER u. a., 1993) aus dem M. *semitendinosus* entnommen (140., 180., 300., 400. Lebenstag). Im weiteren Verlauf des Versuches erfolgten Stufenschlachtungen am 400., 470. und 570. Lebenstag von jeweils 8, 7 und 4 Tieren, nachdem kurz vor der Tötung ebenfalls Biopsieproben entnommen wurden.

Herrn Dr. Dörschner sei an dieser Stelle recht herzlich für die Bereitstellung des Tiermaterials und die gewährte Unterstützung bei den Biopatientnahmen gedankt.

Die Stufenschlachtungen im Schlachthaus des Bereiches Muskelbiologie und Wachstum in Dummerstorf dienten zur Ermittlung der Schlachtkörperzusammensetzung und Fleischbeschaffenheit.

Die Biopsieproben wurden im Histologischen Labor, wie bei WEGNER u. a. (1993) beschrieben, aufgearbeitet und morphometrisch ausgewertet. Im Ergebnis liegen die Durchmesser der Muskelfasern, die Muskelfasertypenverteilung und die Durchmesser der subkutanen und intramuskulären Fettzellen in den einzelnen Wachstumsstufen vor (Abb.1, 2, 3).

Ergebnisse und Diskussion

Zur besseren Sichtbarmachung der wachstumsbedingten Besonderheiten der zellulären Parameter bei extensiv gehaltenen Herefordrindern wurden die Ergebnisse mit denen der Schwarzbunten Rasse aus Stallintensivmast verglichen (WEGNER u. a., 1993). Bei beiden Tiergruppen wurden die gleiche Methodik der Probenentnahme durch Schußbiopsie im M. *semitendinosus*, sowie die gleichen histologischen und histochemischen Methoden und Meßverfahren angewandt, wie sie vergleichbar bisher nicht in der Literatur zu finden sind.

In der Abbildung 4 sind die Veränderungen des Durchmessers der Muskelfasern sowie der subkutanen und intramuskulären Fettzellen während des Wachstums dargestellt. Die

Muskelfasertypenverteilung wird im Zusammenhang mit einem umfangreichen Rinderwachstumsversuch in einer späteren Veröffentlichung vorgestellt.

Alle drei Parameter zeigen übereinstimmend hohe Werte für die Durchmesser der Zellen bei den Hereford-Ochsen am 140. und 180. Lebenstag, die die Kälber offensichtlich der guten Versorgung durch die Mutterkühe verdanken. Während die Tiere in der Stallintensivmast eine kontinuierliche Hypertrophie der Zellen zeigen, kommt es bei den Herefords unter extensiven Haltungs- und Fütterungsbedingungen während der Wintermonate zu einer Stagnation bzw. Verringerung der Zelldurchmesser und damit des Muskel- und Fettwachstums.

Am 400. Lebenstag, im Juni, ist bei den Muskelfasern der Durchmesser vom Beginn der Winterperiode (Oktober, 180. Lebenstag) wieder erreicht, während dieser Stand beim Fettzellendurchmesser sowohl subkutan als auch intramuskulär erst später erreicht wird. Ab dem 400. Lebenstag (Juni) wachsen die subkutanen Fettzellen, die die Fettauflage und damit die Verfettung des Schlachtkörpers repräsentieren, besonders stark, ohne jedoch von einem verstärkten Wachstum der intramuskulären Fettzellen begleitet zu werden. Aus dem Verlauf der Fettzellentwicklung bei den Schwarzbuntbullen in der Stallintensivmast geht hervor, daß zunächst die subkutanen Fettzellen wachsen und erst danach die intramuskulären, die die Marmorierung des Fleisches bestimmen. Demzufolge könnte ab dem 470. Lebenstag ein verstärktes Wachstum der intramuskulären Fettzellen bei den Herefords erwartet werden, was aber nicht der Fall ist, da sich das Nahrungsangebot im Zeitraum August bis Dezember bei extensiver Haltung naturgemäß wieder verringert.

Zum Schlachtzeitpunkt (400 Tage) kann festgestellt werden, daß die Werte für die zellulären Parameter des Muskel- und Fettwachstums bei den Hereford-Ochsen deutlich unter den Werten für die Schwarzbuntbullen aus Stallmast liegen. Bei längerer Mast der Hereford-Ochsen erreicht die subkutane Verfettung das Niveau der Schwarzbuntbullen. Demgegenüber bleibt die intramuskuläre Fettzellhypertrophie auch bei fünf Monate längerer Extensivmast unter den Werten für die Schwarzbuntbullen.

Aus den Ergebnissen der Bioplatuntersuchungen konnten bereits am lebenden Tier Einschätzungen zum zu erwartenden intramuskulärem Fettgehalt und damit zur Fleischqualität getroffen werden, die sich durch die nachfolgenden Schlachtungen bestätigten.

In der Tabelle sind einige Schlachtkörper- und Fleischbeschaffenheitsmerkmale, der in drei Altersstufen (400., 470. und 570. Lebenstag) geschlachteten Hereford-Ochsen dargestellt.

Die Verfettung des Schlachtkörpers und der Muskulatur ist bei den Hereford-Ochsen in allen drei Schlachtstufen im Vergleich zu Ochsen der Rasse Schwarzbuntes Rind aus Weidehaltung mit Stallendmast (WENDT u. PAPSTEIN, 1993) als sehr gering einzustufen. Dem intramuskulären Fettgehalt von 1,3 bzw. 1,5 % bei Hereford-Ochsen stehen bei gleichaltrigen Ochsen der Schwarzbunten 2,9 bis 3,2 % gegenüber. Die Bewertungsnoten für die Marmorierung des Fleisches 1,1 bzw. 1,5 bei Hereford entsprechen Noten von 2,6 bzw. 2,8 bei Ochsen aus Weidehaltung mit Stallendmast.

Einen ähnlichen Versuch, jedoch ohne Betrachtung der Fettzellendurchmesser, führten LEANDER u. a. (1978) in den USA durch. Hereford-Ochsen wurden 643 Tage, d. h. länger als im vorliegenden Versuch, auf Wiesenschwingel-Weide extensiv gehalten. Der intramuskuläre Fettgehalt im *M. semitendinosus* bzw. *M. longissimus* betrug 1,6 bzw. 1,9 % und ist damit sehr gut vergleichbar mit dem Gehalt von 1,5 % bei 570 Tage alten Hereford-Ochsen des vorliegenden Versuches. In zwei weiteren Versuchsgruppen wurden die Hereford-Ochsen von LEANDER u. a. (1978) nach der Weidemast 47 bzw. 112 Tage intensiv mit Getreide gefüttert. Der intramuskuläre Fettgehalt stieg auf 3,5 bzw.

5,5 %, und die Zartheit des Fleisches verbesserte sich ebenfalls. Die Qualitätseinschätzung des Schlachtkörpers nach US-Standard veränderte sich von "Standard minus" bei ausschließlicher Weidehaltung auf "Gut plus" nach 112 Tagen intensiver Nachmast.

Tabelle: Schlachtkörpermerkmale und Fleischbeschaffenheit von extensiv gehaltenen Ochsen der Rasse Hereford

Table: Carcass and meat quality parameters from Hereford steers reared under extensive methods of management

		Schlachtalter (Tage/Monate)					
		400/13,1 n = 8		470/15,4 n = 7		570/18,7 n = 4	
		\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Warmmasse	kg	226	34	235	23	261	54
Fläche Mld	cm ²	70	10	67	8	66	10
Keulenumfang	cm	106	5	105	3	109	7
Nieren- und Beckenfett	kg	3,8	1,9	5,2	1,1	7,1	2,1
Fettmaß über Mld	mm	3,5	2,4	6,7	2,4	7,6	3,0
intramusk. Fett	%	0,7	0,3	1,3	0,5	1,5	0,6
Marmorierung	Pkt.	1,1	0,4	1,1	0,4	1,5	0,6
Fleischfarbe	L	35	1	37	3	31	2
Preßwasser	%	32	4	31	3	31	2
Fondueverlust	%	47	2	45	1	42	1
Zartheit	kp/cm ²	7,6	3,6	7,2	2,3	10,2	3,2

Wie von TEMISAN (1989) dargestellt, nimmt die sensorische Bewertung der Eßqualität von Rindfleisch (Aroma, Zartheit, Saftigkeit) mit steigendem intramuskulärem Fettgehalt zu und erreicht bei 4 - 6 % eine hohe Wertschätzung. Auch die von WENDT und PAPSTEIN (1993) genannten Orientierungswerte für gute Fleischbeschaffenheit (intramuskulärer Fettgehalt 2,5 bis 4,5 %, Marmorierung 2 bis 4 Punkte, Farbhelligkeit (L) 34 - 40, Fondueverlust < 45 %, Zartheit bzw. Scherwert (24h) < 10,6 kp/cm²) werden bezüglich des wichtigsten Parameters für Qualitätsfleisch, intramuskulärer Fettgehalt und Marmorierung, von den Hereford-Ochsen aus Extensivmast nicht erreicht. Die Meßwerte für Farbhelligkeit, Fondueverlust und Zartheit können demgegenüber als gut eingeschätzt werden. Es soll bemerkt werden, daß die Ergebnisse in diesem Versuch nur unter den extensiven Haltungsformen im Biosphärenreservat Gültigkeit haben und nicht repräsentativ für die Rasse Hereford sind. Sicher kann eine intensive Nachmast im Stall die Fleischqualität verbessern, wie das auch von PAPSTEIN und WENDT (1993) vorgeschlagen wird.

Bei einer Bewertung der Fleischqualität von extensiv gehaltenen Rindern durch den Verbraucher sollte neben der Eßqualität unbedingt auch die Natürlichkeit der Erzeugung des Fleisches Berücksichtigung finden.

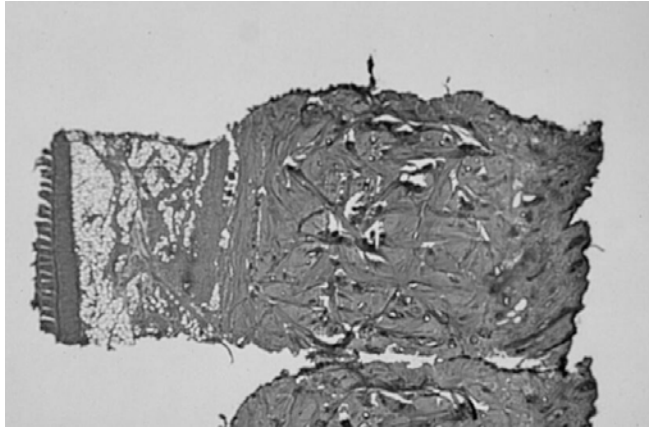


Abb. 1: Biopsieprobe (Haut, Fettzellen und Muskelfasern) 13fach vergrößert
Fig. 1: Biopsy sample (skin, fat cells and muscle fibres) magnification 13x

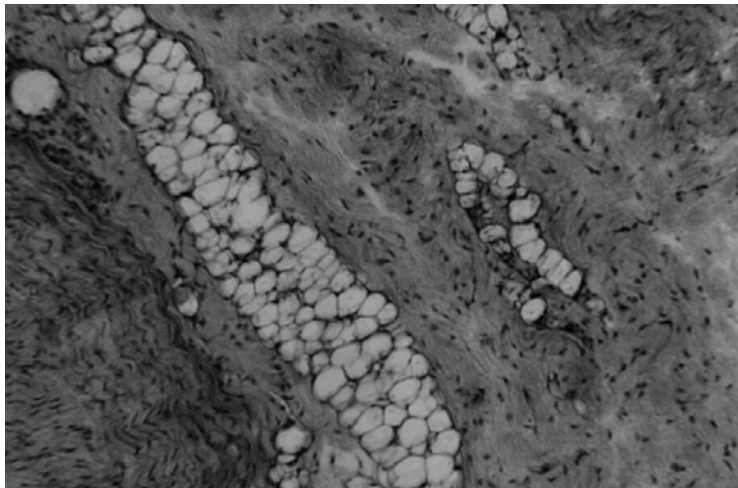


Abb. 2: Subkutane Fettzellen 32fach
Fig. 2: Subcutaneous fat cells magnification 32x

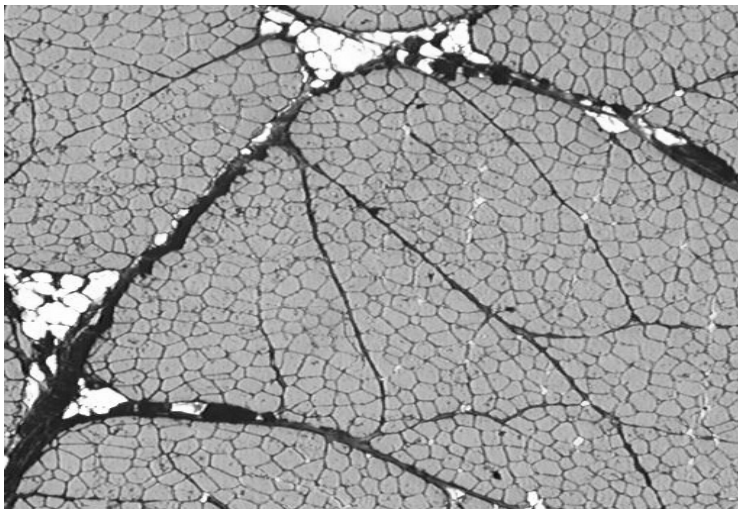
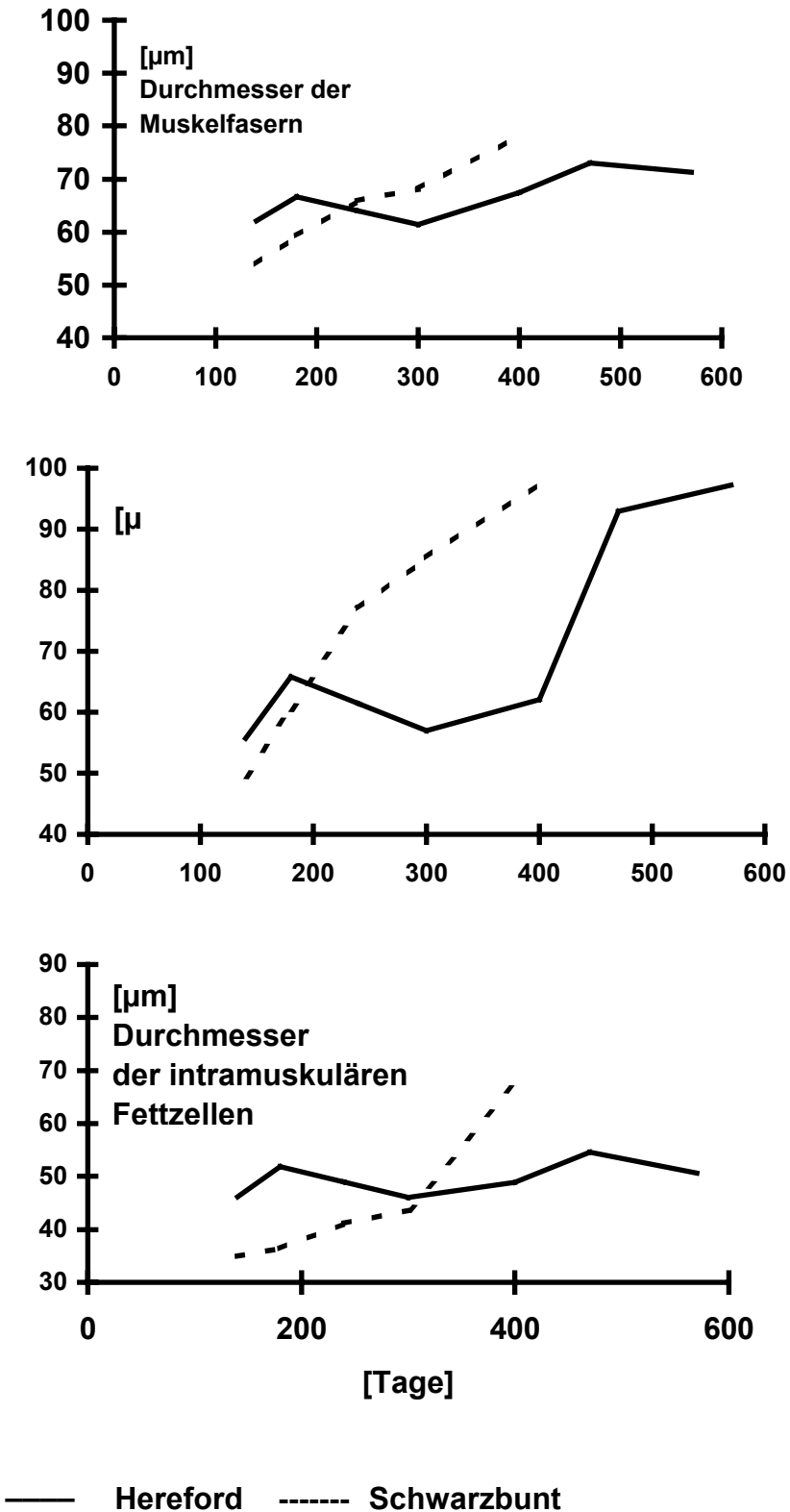


Abb. 3: Muskelfasern und intramuskuläre Fettzellen 41fach
Fig. 3: Muscle fibres and intramuscular fat cells magnification 41x

Abb. 4: Veränderung des Durchmessers der Muskelfasern, der subkutanen und intramuskulären Fettzellen während des Wachstums

Fig. 4: Changes in diameter of muscle fibres, subcutaneous and intramuscular fat cells during growth



Literatur

- LEANDER, R. C.; HEDRICK, H. B.; STRINGER, W. C.; CLARK, J. C.; THOMPSON, G. B.; MATCHES, A. G.: Characteristics of bovine longissimus and semitendinosus muscles from grass and grain-fed animals. *J. of Anim. Sci.* 46 (1978) 4, 965 - 970
- PAPSTEIN, H.-J.; WENDT, M.: Rindfleischqualität über Ochsenmast. *Fleischqualität und Extensivierung*. Dummerstorf (1993), 23 - 32
- RENAND, G.; FOSTIER, B.; PAGE, S. J.; FISHER, A. V.: Prediction of live and carcass composition of young charolais bulls using ultrasonic scanning, velocity of ultrasound and adipose cell size. *Proc. 38th ICoMST, Clermont - Ferrand, France* (1992), 963 - 966
- SCHÖBERLEIN, L.: Die Schußbiopsie - eine neue Methode zur Entnahme von Muskelproben. *Mh. Veter. - Med., Jena* 31 (1976), 457 - 460
- STAUFENBIEL, R.: Energie- und Fettstoffwechsel des Rindes unter besondere Berücksichtigung der Messung der Rückenfettdicke und der Untersuchung von Fettgewebe. *Habilitationsschrift FU Berlin* (1993)
- TEMISAN, V.; AUGUSTINI, CHR.: Qualitätsrindfleisch Definition, Standardisierung, Wege zur Erzeugung. *Fleischwirtschaft, Frankfurt/M.* 69 (1989), 31 - 37
- WEGNER, J.: Postnatales Wachstum der Muskelfasern beim Rind. *Tag. - Ber., Akad. Landwirtsch. - Wiss., Berlin* (1983), 209, 135 - 142
- WEGNER, J.; ENDER, K.; LANGHAMMER, H.: Charakterisierung des Wachstums von Muskelfasern und Fettzellen unter dem Einfluß des Wirkstoffes Zeranol beim Rind. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 36 (1983), 39 - 48
- WENDT, M.; PAPSTEIN, H.-J.: Gesättigte Märkte erfordern neue Ideen - Rindfleischqualität bietet Chancen. *Druckschrift, Dummerstorf* (1993)

Anschrift der Verfasser

Dr. JOCHEN WEGNER, Dr. habil. HEIDE-DÖRTE MATTHES

Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere Dummerstorf

Wilhelm-Stahl-Allee 2

18196 Dummerstorf