

Departement Pferde der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich  
Direktor: Prof. Dr. med. vet. Jörg A. Auer, MS, Dipl. ACVS/ECVS

---

Musculoskeletal Research Unit (MSRU)

Leiterin: Prof. Dr. med. vet. Brigitte von Rechenberg, Dipl. ECVS

***Experimentelle Untersuchung der Frakturheilung langer  
Röhrenknochen nach Fixation mit winkelstabilen Implantaten  
mit und ohne mechanischer Dynamisierung an der Cis-Kortex***

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde  
der Vetsuisse Fakultät  
Universität Zürich

vorgelegt von

**Maren Lesser**

Tierärztin

aus Brotterode (Deutschland)

Genehmigt auf Antrag von

**Prof. Dr. med. vet. Brigitte von Rechenberg, Referentin**

**Prof. Dr. med. vet. Karl Nuss, Korreferent**

Zürich 2010

<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>1</b>
<b>Summary</b> .....	<b>2</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>3</b>
1.1 Problemstellung .....	3
1.2 Zielsetzung der Arbeit .....	3
<b>2 Literaturübersicht</b> .....	<b>5</b>
2.1 Der Knochen als biomechanische Einheit .....	5
2.2 Knochenheilung .....	6
2.2.1 Primäre Knochenheilung .....	6
2.2.2 Sekundäre Knochenheilung .....	7
2.2.3 Biomechanische Einflüsse .....	7
2.3 Die Entwicklung von winkelstabilen Plattenosteosynthesen .....	9
2.3.1 Aktuelle Tendenzen .....	11
<b>3 Material und Methoden</b> .....	<b>13</b>
3.1 Implantatdesign .....	13
3.2 Aufbau der Studie .....	15
3.3 Versuchstiere .....	15
3.4 Operation .....	16
3.4.1 Vorbereitung und Anästhesie .....	16
3.4.2 Chirurgischer Eingriff .....	18
3.4.3 Postoperatives Management .....	19
3.5 Probengewinnung und –aufbereitung .....	20
3.6 Untersuchungsmethoden und Probenauswertung .....	24
3.6.1 Radiologische Auswertung .....	24
3.6.1.1 Röntgenbilder .....	24
3.6.1.2 Mikroradiographien .....	25
3.6.1.3 CT-Auswertung .....	25
3.6.2 Auswertung der mechanischen Testungen .....	26
3.6.2.1 Biegesteifigkeit .....	26
3.6.2.2 Maximales Drehmoment .....	27
3.6.2.3 Torsionssteifigkeit .....	27
3.6.2.4 Bruchenergie .....	27
3.6.3 Histologische Auswertung .....	27
3.6.3.1 Histomorphometrische Auswertung der Dickschnitte .....	27

3.6.3.2	Auswertung der Fluoreszenzschnitte .....	29
3.6.4	Statistische Auswertung .....	30
<b>4</b>	<b>Resultate.....</b>	<b>31</b>
4.1	Operation .....	31
4.2	Postoperative Phase .....	31
4.3	Radiologische Auswertung .....	32
4.3.1	Röntgenbilder .....	32
4.3.2	Mikroradiographien .....	34
4.3.3	CT .....	34
4.3.3.1	Kallusvolumen .....	35
4.3.3.2	Knochenmineraldichte .....	35
4.3.3.3	Knochenmineralkonzentration .....	36
4.3.3.4	Maximale Querschnittsfläche .....	36
4.4	Mechanische Testungen .....	37
4.4.1	Biegesteifigkeit .....	37
4.4.2	Maximales Drehmoment .....	38
4.4.3	Torsionssteifigkeit .....	38
4.4.4	Bruchmuster .....	38
4.4.5	Bruchenergie .....	39
4.5	Histologische Auswertung .....	40
4.5.1	Histomorphometrie der Dickschnitte .....	40
4.5.1.1	Übersicht .....	40
4.5.1.2	B-Methode .....	41
4.5.1.3	M-Methode .....	42
4.5.2	Fluoreszenzschnitte .....	47
<b>5</b>	<b>Diskussion.....</b>	<b>50</b>
5.1	Ziel der Studie .....	50
5.2	Tiermodell .....	50
5.3	Aufbau der Studie .....	51
5.4	Operation und postoperative Phase .....	52
5.5	Probengewinnung und -aufbereitung .....	54
5.6	Untersuchungsmethoden und Probenauswertung .....	55
5.6.1	Radiologische Auswertung .....	55
5.6.1.1	Röntgenbilder .....	55
5.6.1.2	Vergleich der Mikroradiographien .....	56

5.6.1.3	CT-Auswertung.....	57
5.6.2	Auswertung der mechanischen Testungen.....	58
5.6.2.1	Biegesteifigkeit.....	60
5.6.2.2	Torsionssteifigkeit.....	61
5.6.2.3	Maximales Drehmoment.....	61
5.6.2.4	Bruchmuster.....	62
5.6.2.5	Bruchenergie.....	62
5.6.3	Histologische Auswertung.....	63
5.6.3.1	Histomorphometrische Auswertung der Dickschnitte.....	63
5.6.3.2	Auswertung der Fluoreszenzschnitte.....	65
5.7	Schlussfolgerung und Perspektiven.....	67
6	<i>Literaturverzeichnis</i> .....	68
7	<i>Abkürzungsverzeichnis</i> .....	73
8	<i>Anhang</i> .....	74
8.1	Tabellen.....	74
8.2	Diagramme.....	87
8.3	Abbildungen.....	99