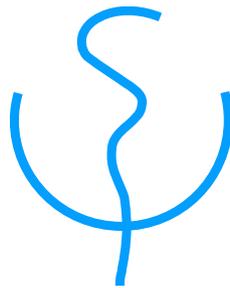


Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades eines Dr. med.

# **Wertigkeit der anorektalen Manometrie in der Diagnostik der Stuhlinkontinenz bei Erwachsenen**



**Sabrina Labermeyer**



Technische Universität München

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN  
2. Medizinische Klinik und Poliklinik Klinikum rechts der Isar

**Wertigkeit der anorektalen Manometrie in der Diagnostik der  
Stuhlinkontinenz bei Erwachsenen**

Sabrina Bianca Labermeyer

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin  
der Technischen Universität München  
zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Medizin  
genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. E. J. Rummeny

Prüfer der Dissertation:

1. Priv.-Doz. Dr. Chr. G. K.-H. Pehl
2. Univ.-Prof. Dr. R. M. Schmid

Die Dissertation wurde am 30.01.2012 bei der Technischen Universität  
eingereicht und durch die Fakultät für Medizin  
am 08.05.2013 angenommen.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>III</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>IV</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>IV</b>
<b>Formelverzeichnis</b> .....	<b>VI</b>
<b>1. Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Fragestellung</b> .....	<b>1</b>
<b>3. Literaturübersicht</b> .....	<b>2</b>
3.1 Stuhlinkontinenz – Epidemiologie und Einteilung .....	2
3.2 Datenerhebung mittels anorektaler Manometrie .....	3
3.2.1 Bestimmung von Ruhe- und Zwickdruck .....	3
3.2.2 Perzeptions- und Stuhldrangschwelle .....	4
3.3 Bisherige Publikationen.....	5
<b>4. Material und Methoden</b> .....	<b>34</b>
4.1 Patientenkollektiv .....	34
4.2 Statistische Methoden .....	36
<b>5. Ergebnisse</b> .....	<b>40</b>
5.1 Demographisches .....	40
5.2 Bestimmung eines Inkontinenz-Scores mittels Logistischer Regression..	42
.....	42
5.3 Messergebnisse .....	43
5.4 Überprüfung der Übereinstimmung .....	45
5.4.1 Inkontinente Personen und Kontrollgruppe .....	45
5.4.2 Verschiedene Inkontinenzgrade und Kontrollgruppe .....	45
5.4.3 Verschiedene Inkontinenzgrade untereinander .....	45
5.4.4 Geschlechtergetrennte Betrachtung .....	47
5.4.5 Inkontinenz-Score.....	47
5.4.6 Korrelation zwischen Inkontinenzgrad und Messwerten.....	48
5.4.7 Zusammenfassende Bewertung .....	48
5.5 Grenzwertbestimmung mittels ROC-Analyse .....	49
5.6 Anzahl pathologischer Werte .....	50
5.6.1 Ruhedruck .....	52
5.6.2 Zwickdruck.....	52
5.6.3 Perzeptionsschwelle .....	53

5.6.4 Drangschwelle .....	54
5.6.5 Score .....	55
5.6.6 Zusammenfassende Bewertung .....	56
5.7 Vorhersagewerte .....	57
5.8 Diskriminationsfähigkeit der anorektalen Manometrie .....	59
5.8.1 Inkontinente Personen und Kontrollgruppe .....	59
5.8.2 Verschiedene Inkontinenzgrade und Kontrollgruppe .....	60
5.8.3 Geschlechtergetrennte Betrachtung .....	63
5.8.4 Zusammenfassende Bewertung .....	65
<b>6. Diskussion.....</b>	<b>66</b>
<b>7. Zusammenfassung .....</b>	<b>78</b>
<b>Literaturübersicht .....</b>	<b>VII</b>
<b>Danksagung .....</b>	<b>XV</b>

## Abkürzungsverzeichnis

AUC	Area under the Curve
bzw.	beziehungsweise
cc	Kubikcentimeter
cm	Centimeter
cmH <sub>2</sub> O	Centimeter Wassersäule
D.m.	Diabetes mellitus
EMG	Elektromyografie
kPA	Kilopascal
ml	Milliliter
mmHg	Millimeter Quecksilbersäule
MS	Multiple Sklerose
n	Anzahl
p	Signifikanzwert
ROC	Receiver Operating Characteristic

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Altersverteilung .....	41
Abbildung 2: Anteil der Inkontinenten mit einer unterschiedlichen Anzahl pathologischer Werte .....	50
Abbildung 3: Zusätzliche Unterteilung nach Inkontinenzgrad .....	51
Abbildung 4: Anteil der Kontinenten mit einer unterschiedlichen Anzahl pathologischer Werte .....	51
Abbildung 5: Verteilung pathologischer Ruhedruckwerte.....	52
Abbildung 6: Verteilung pathologischer Zwickdruckwerte .....	53
Abbildung 7: Verteilung pathologischer Perzeptionsschwellenwerte .....	54
Abbildung 8: Verteilung pathologischer Drangschwellenwerte .....	55
Abbildung 9: Verteilung pathologischer Werte des Inkontinenz-Scores.....	56
Abbildung 10: ROC-Kurve für Kontinente und Inkontinente.....	59
Abbildung 11: ROC-Kurve für Kontinente und Inkontinente Grad I.....	60
Abbildung 12: ROC-Kurve für Kontinente und Inkontinente Grad II.....	61
Abbildung 13: ROC-Kurve für Kontinente und Inkontinente Grad III.....	62
Abbildung 14: ROC-Kurve für kontinente und inkontinente Frauen .....	63
Abbildung 15: ROC-Kurve für kontinente und inkontinente Männer.....	64

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ergebnisse der Publikation von Allen (1988).....	5
Tabelle 2: Ergebnisse der Publikation von Bielfeldt (1990).....	6
Tabelle 3: Sensitivität und Spezifität der Publikation von Bielfeldt (1990).....	6
Tabelle 4: Ergebnisse der Publikation von Buser (1986) .....	7
Tabelle 5: Ergebnisse der Publikation von Caruana (1991).....	8
Tabelle 6: Ergebnisse der Publikation von Engel (1995) .....	9
Tabelle 7: Ergebnisse der Publikation von Felt-Bersma (1990) .....	10
Tabelle 8: Ergebnisse der Publikation von Felt-Bersma (2000) .....	11
Tabelle 9: Ergebnisse der Publikation von Ferguson (1989) .....	11
Tabelle 10: Ergebnisse der Publikation von Fernández-Fraga (2002).....	12
Tabelle 11: Ergebnisse der Publikation von Fink (1992).....	13
Tabelle 12: Ergebnisse der Publikation von Fletcher (2003).....	13
Tabelle 13: Ergebnisse der Publikation von Freys (1996).....	14

Tabelle 14: Ergebnisse der Publikation von Gladman (2003) .....	14
Tabelle 15: Ergebnisse der Publikation von Hiltunen (1985) .....	15
Tabelle 16: Ergebnisse der Publikation von Hoffmann (1995) .....	16
Tabelle 17: Ergebnisse der Publikation von Holmberg (1995) .....	17
Tabelle 18: Ergebnisse der Publikation von Kafka (1997) .....	18
Tabelle 19: Ergebnisse der Publikation von Kuijpers (1990).....	18
Tabelle 20: Ergebnisse der Publikation von Lacima (2002) .....	19
Tabelle 21: Ergebnisse der Publikation von McHugh (1987) .....	20
Tabelle 22: Ergebnisse der Publikation von Monk (1998).....	21
Tabelle 23: Ergebnisse der Publikation von Österberg (1999).....	21
Tabelle 24: Ergebnisse der Publikation von Penninckx (1995) .....	22
Tabelle 25: Ergebnisse der Publikation von Rao (1997) .....	23
Tabelle 26: Ergebnisse der Publikation von Rao (2004) .....	24
Tabelle 27: Ergebnisse der Publikation von Rasmussen (1990).....	24
Tabelle 28: Ergebnisse der Publikation von Rasmussen (Jan 1992).....	25
Tabelle 29: Ergebnisse der Publikation von Rasmussen (Jul 1992) .....	25
Tabelle 30: Ergebnisse der Publikation von Rasmussen (1998).....	26
Tabelle 31: Ergebnisse der Publikation von Read (1979) .....	27
Tabelle 32: Ergebnisse der Publikation von Rex (1992) .....	28
Tabelle 33: Ergebnisse der Publikation von Salvioli (2001) .....	29
Tabelle 34: Ergebnisse der Publikation von Salvioli (2001) .....	29
Tabelle 35: Ergebnisse der Publikation von Sentovich (1995).....	30
Tabelle 36: Ergebnisse der Publikation von Siproudhis (May 1999).....	31
Tabelle 37: Ergebnisse der Publikation von Siproudhis (Jun 1999).....	31
Tabelle 38: Ergebnisse der Publikation von Stojkovic (2002) .....	32
Tabelle 39: Ergebnisse der Publikation von Wald (1984) .....	33
Tabelle 40: Demographische Daten.....	34
Tabelle 41: Einteilung nach Schweregraden.....	35
Tabelle 42: Demographische Ergebnisse .....	40
Tabelle 43: Regressionskoeffizienten .....	42
Tabelle 44: Messergebnisse .....	43
Tabelle 45: Ergebnisse des Inkontinenz-Scores .....	44
Tabelle 46: p-Werte beim Vergleich des Ruhedrucks verschiedener Inkontinenzgrade untereinander .....	46
Tabelle 47: p-Werte beim Vergleich des Zwickdrucks verschiedener Inkontinenzgrade untereinander .....	46

Tabelle 48: p-Werte beim Vergleich der Perzeptionsschwelle verschiedener Inkontinenzgrade untereinander .....	46
Tabelle 49: p-Werte beim Vergleich der Drangschwelle verschiedener Inkontinenzgrade untereinander .....	47
Tabelle 50: Spearman-Korrelationskoeffizienten .....	48
Tabelle 51: Grenzwerte unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht .....	49
Tabelle 52: Vorhersagewerte für verschiedene Personengruppen .....	57
Tabelle 53: Vorhersagewerte für die verschiedenen Parameter .....	58
Tabelle 54: AUC-Werte für Kontinente und Inkontinente .....	59
Tabelle 55: AUC-Werte für Kontinente und Inkontinente Grad I .....	61
Tabelle 56: AUC-Werte für Kontinente und Inkontinente Grad II .....	62
Tabelle 57: AUC-Werte für Kontinente und Inkontinente Grad III .....	63
Tabelle 58: AUC-Werte für kontinente und inkontinente Frauen.....	64
Tabelle 59: AUC-Werte für kontinente und inkontinente Männer.....	65

## **Formelverzeichnis**

Formel 1: Gleichung der Logistischen Regression.....	36
Formel 2: Berechnung des positiven Vorhersagewertes.....	38
Formel 3: Berechnung des negativen Vorhersagewertes .....	38
Formel 4: Berechnung der Korrektklassifikationsrate.....	39
Formel 5: Berechnung der Sensitivität .....	39
Formel 6: Berechnung der Spezifität.....	39
Formel 7: Gleichung zur Ermittlung des Inkontinenz-Scores .....	42

## **1. Einleitung**

Bei der Stuhlinkontinenz handelt es sich um eine, vor allem geachtet der demographischen Entwicklung der westlichen Länder, ernst zu nehmende Erkrankung, die eine erhebliche Einschränkung der Lebensqualität der Patienten nach sich zieht (Fernandéz-Fraga 2002). Die Prävalenz beträgt in etwa 2-3% (Chan 2005, Kafka 1997, Rao 2004, Sentovich 1995). Bei den über 65-Jährigen steigt diese Zahl auf über 10% an (Sentovich 1995). Da Stuhlinkontinenz zu den Themen gehört, über die nicht gerne gesprochen wird, wird die Krankheit auch in ausführlichen Anamnesen oft nicht erkannt und die Betroffenen ziehen sich aus Scham nicht selten von der Gesellschaft zurück (Kuijpers 1990). Das Auftreten einer Stuhl- und Urininkontinenz ist vielfach der Anlass für die Einlieferung in ein Pflegeheim. Nicht nur angesichts der Häufigkeit und der sozialen Auswirkungen sondern auch aufgrund einer Vielzahl an therapeutischen Möglichkeiten ist eine angemessene Diagnostik der Stuhlinkontinenz, zu der unter anderem die anorektale Manometrie zählt, äußerst bedeutsam.

## **2. Fragestellung**

Anhand eines großen Normal- und Patientenkollektivs soll untersucht werden, ob die anorektale Manometrie mit hinreichender Trennschärfe zwischen kontinenten Patienten und Patienten mit Stuhlinkontinenz differieren kann. In der Analyse sollen dabei der Schweregrad der Inkontinenz sowie mögliche geschlechtsspezifische Besonderheiten berücksichtigt werden. Ferner werden die Einzelparameter der anorektalen Manometrie – Ruhedruck, Zwickdruck, Perzeptionsschwelle, Stuhldrangschwelle – auf ihre Bedeutung für die Differenzierungsfähigkeit der Untersuchungsmethode hin bewertet.

### **3. Literaturübersicht**

#### **3.1 Stuhlinkontinenz – Epidemiologie und Einteilung**

Mit einer Prävalenz von 1,5% stellt die Stuhlinkontinenz ein häufiges medizinisches Problem dar (Wald 2005, Pehl 2007). Jüngere Patienten haben meist eine klare Ätiologie ihrer Erkrankung wie Trauma, Operation oder Entbindung. Die Möglichkeit von Muskel- und Nervenschädigungen im Rahmen einer Entbindung führt dazu, dass bei Patienten unter 65 Jahren die Betroffenen vor allem Frauen sind. Im höheren Alter ist die Ursache zumeist multifaktoriell unter Einschluss altersspezifischer Veränderungen im Bereich des Kontinenzorgans. Jenseits der 65 Jahre steigt die Prävalenz auf über 10% an, die Geschlechterverteilung ist ausgeglichen. Da im geriatrischen Lebensalter die Erkrankung häufig mit Demenz (80%), Apoplex und Diabetes mellitus assoziiert ist, leidet ein Großteil der Bewohner in geriatrischen Einrichtungen wie Alters- und Pflegeheimen unter Stuhlinkontinenz (bis 56%) (Pehl 2000).

Die Einteilung der Stuhlinkontinenz erfolgt klinisch in drei Schweregrade (Pehl 2000). Als Grad I wird der unkontrollierte Abgang von Winden bezeichnet. Kann flüssig-breiiger Stuhl nicht zurückgehalten werden, wie es bei gut 50% der Patienten der Fall ist, handelt es sich um Grad II. Ist der abgehende Stuhl fest, spricht man von Grad III (ca.  $\frac{1}{3}$  der Patienten). Unabhängig davon wird als isoliertes Stuhlschmieren ein unbemerkter Abgang geringster Stuhlmengen im Anschluss an die Defäkation definiert.

Weiterhin unterscheidet man zwischen unwillkürlichem Stuhlabgang, d.h. es kommt zum Stuhlabgang ohne dass vorher Stuhldrang verspürt wird, und einer Urgesymptomatik, d.h. starkem Stuhldrang, der nicht oder nur kurzfristig zurückgehalten werden kann (Pehl 2000).

### **3.2 Datenerhebung mittels anorektaler Manometrie**

Die diagnostischen Maßnahmen umfassen bei Stuhlinkontinenz neben einer ausführlichen Anamnese und der körperlichen Untersuchung auch einige technische Untersuchungen (Pehl 2000). Hierzu zählen eine Proktoskopie (im Alter > 55 Jahren und bei Durchfall zusätzlich eine Koloskopie), eine Endosonografie des Schließmuskels, eine Sphinkteruntersuchung mittels EMG sowie die anorektale Manometrie.

Die anorektale Manometrie dient der Quantifizierung der Motorik und der Sensitivität des Analkanals und des Rektums, die sich in Ruhe- und Zwickdruck im Bereich des Analkanals, beziehungsweise in Perzeptions- und Stuhldrangschwelle, widerspiegeln (Pehl, 2007). Zur anorektalen Manometrie wird ein Katheter mit mindestens vier, besser sechs bis acht zirkulär angeordneten Druckmesspunkten transanal eingeführt. An der Spitze des Katheters ist ein Ballon befestigt, der zur Sensorikmessung über einen zentralen Kanal aufgeblasen werden kann. Die Untersuchungsmethode zeichnet sich durch geringe Invasivität und ein vernachlässigbares Komplikationsrisiko aus.

#### **3.2.1 Bestimmung von Ruhe- und Zwickdruck**

Diese beiden Parameter der Motorik werden in nacheinander geschalteten Messvorgängen bestimmt (Pehl, 2007). Die Untersuchung erfolgt nach der so genannten „stationary pull through“-Methode, bei der der Katheter in 0,5 bis 1 cm-Schritten zurückgezogen wird. Da durch die Katheterbewegung eine reflektorische Kontraktion des Musculus sphincter ani externus („Externus“) erfolgt, dürfen die Werte erst nach Erreichen eines stabilen Niveaus (nach ca. 15 Sekunden) bestimmt werden. Die Bestimmung des Ruhe- und Zwickdrucks wird dreimal hintereinander durchgeführt, um mögliche Einflüsse durch die Mitarbeit des Patienten, wie Fähigkeit zur Entspannung oder zur maximalen Kontraktion, zu minimieren.

Als Ruhedruck wird der höchste Druck (in Relation zum atmosphärischen Druck auf Höhe des Anus) im Verlauf des Analkanals bei Entspannung, d.h. ohne willkürliche Anspannung, bezeichnet. Der Kneifdruck wird bei maximaler willkürlicher Anspannung des Schließmuskels bestimmt und als Druckanstieg

gegenüber der Nulllinie (atmosphärischer Druck auf Höhe des Anus) angegeben. Da eine Punktmessung in einem Abschnitt des Analkanals für die Kontinenzleistung als weniger bedeutsam als das zirkuläre Druckverhalten des Analkanals im Gesamten angesehen wird, wird der Ruhe und Kneifdruck als Mittelwert des Maximaldrucks aller Einzelpunktmessungen angegeben. Aus den jeweils drei Messreihen wird für den Ruhedruck das niedrigste Maximum (maximale Entspannung) und für den Zwickdruck das höchste Maximum der Werte (maximale Externusanspannung) gewählt.

#### **3.2.2 Perzeptions- und Stuhldrangschwelle**

Als Perzeptionsschwelle wird das kleinste Ballonvolumen, bei dem eine Dehnung verspürt wird, verstanden. Die Stuhldrangschwelle bezeichnet das Volumen bei dem erstmals der Drang zur Defäkation auftritt. Die Luftinsufflation in den Ballon erfolgt dabei in 10ml-Schritten. Hierbei werden mehrere Bestimmungen in auf- und absteigenden Sequenzen durchgeführt, um die Genauigkeit der Bestimmung der Wahrnehmungswerte zu erhöhen (Pehl, 2007).

### 3.3 Bisherige Publikationen

**Allen (1988):** Untersucht wurden 14 inkontinente Patienten (23-70 Jahre, Mittelwert 50 Jahre) und 14 gesunde Personen, wobei diese Gruppe deutlich jünger war (18-34 Jahre, Mittelwert 26 Jahre) als die oben genannten. Bezüglich der Geschlechterverteilung waren die einzelnen Kollektive identisch.

	Inkontinente	Gesunde
Ruhedruck [mmHg]	14,2 ± 2,2	21,2 ± 2,0
Zwickdruck [mmHg]	21,9 ± 3,1	42,2 ± 6,4
Perzeptionsschwelle	15,4 ± 1,7	11,4 ± 0,8

Tabelle 1: Ergebnisse der Publikation von Allen (1988)

Auf dem Signifikanzniveau von 0,5% wurde ein Unterschied bezüglich Ruhe- und Zwickdruck zwischen den gesunden Personen und den Inkontinenten festgestellt. Außerdem war die Perzeptionsschwelle der inkontinenten signifikant höher als die der kontinenten Personen.

Der Anteil der inkontinenten Personen mit einem Ruhedruckwert unter dem 95%-Konfidenzintervall der gesunden Vergleichsgruppe betrug 43%. Bezüglich des Zwickdrucks ergab sich ein Wert von 93%. Die Perzeptionsschwelle war bei 7% der Patienten erhöht.

**Barleben, (2010):** Der Ruhedruck war bei weiblichen und männlichen Patienten identisch, wohingegen der Zwickdruck der Männer über dem der Frauen lag. Mit zunehmendem Alter nahmen beide Druckwerte ab.

**Bielfeldt (1990):** Bei 43 inkontinenten (27 Frauen, 51,7 ± 2,4 Jahre) und 19 ausschließlich männlichen und deutlich jüngeren (27,7 ± 1,7 Jahre) kontinenten Personen wurden Ruhedruck, Zwickdruck, Perzeptions- und Drangschwelle ermittelt.

### 3.3 Bisherige Publikationen

	Inkontinente	Normalpersonen
Ruhedruck [mmHg]	44,8 ± 3,4	76,4 ± 3,2
Zwickdruck [mmHg]	81,0 ± 7,3	112,0 ± 11,0
Perzeptionsschwelle [ml]	58,8 ± 5,5	28,7 ± 15,0
Drangschwelle [ml]	96,3 ± 11,2	83,9 ± 14,7

Tabelle 2: Ergebnisse der Publikation von Bielfeldt (1990)

Beide motorischen Parameter sowie die Perzeptionsschwelle unterschieden sich signifikant ( $p < 0,05$ ) zwischen den beiden Gruppen. Kein Unterschied ergab sich bei der Drangschwelle, wobei bei fünf Patienten und einer Normalperson kein Drang zur Defäkation ausgelöst werden konnte.

Der Anteil pathologischer Werte der inkontinenten Personen betrug beim Ruhedruck 49% und beim Zwickdruck 14%. Bezüglich der Perzeptionsschwelle zeigten 47% der Patienten einen erhöhten Wert. Die Drangschwelle war bei 2% erniedrigt.

	Sensitivität [%]	Spezifität [%]
Ruhedruck	80	83
Zwickdruck	67	67
Perzeptionsschwelle	43	83
Drangschwelle	67	33
Kombination	87	83

Tabelle 3: Sensitivität und Spezifität der Publikation von Bielfeldt (1990)

Die Kombination entstand unter Einbeziehung der Druck- und Schwellenwerte sowie der reflektorischen rektoanal Relaxation, der Toleranzschwelle und der Empfindung anodermaler Stimuli.

**Bordeianou (2008):** 351 inkontinente Frauen (mittleres Alter 56 Jahre) unterzogen sich der anorektalen Manometrie.

Es wurde eine, wenn auch schwache, Korrelation zwischen Ruhedruck und Fecal Incontinence Severity Index festgestellt.

**Buser (1986):** 13 inkontinente Patienten (7 Frauen, 13-66 Jahre, Mittelwert 54 Jahre) wurden bezüglich ihrer Perzeptionsschwelle, Ruhe- und Zwickdruck untersucht. 11 Personen litten unter Urge-Inkontinenz, 3 Personen unter Stuhlschmierern, wobei eine Person über beides klagte.

	Patientenwerte	Normwerte
Ruhedruck [mmHg]	50 ± 20	≥ 40
Zwickdruck [mmHg]	80 ± 24	≥ 110
Perzeptionsschwelle [ml]	39 ± 16	≤ 15

Tabelle 4: Ergebnisse der Publikation von Buser (1986)

Unter Berücksichtigung der angegebenen Normwerte ergab sich ein Anteil pathologischer Werte von 31% für den Ruhedruck, 85% für den Zwickdruck und 85% für die Perzeptionsschwelle.

**Caruana (1991):** Das Probandenkollektiv bestand aus 11 inkontinenten Patienten mit Multipler Sklerose (10 Frauen, 24-72 Jahre, Mittelwert 43 Jahre), 11 kontinenten MS-Patienten (9 Frauen, 31-66 Jahre, Mittelwert 45 Jahre), 10 inkontinenten Personen mit Diabetes mellitus (6 Frauen, 44-74 Jahre, Mittelwert 55 Jahre) und 12 kontinenten, gesunden Personen (11 Frauen, 23-59 Jahre, Mittelwert 43 Jahre).

### 3.3 Bisherige Publikationen

	MS, inkontinent	MS, kontinent	D.m., inkontinent	Gesund
Ruhedruck [mmHg]	59,0 ± 7,1	51,9 ± 2,7	35,2 ± 5,8	54,0 ± 4,5
Zwickdruck [mmHg]	18,2 ± 3,3	42,3 ± 6,3	63,9 ± 14,9	90,4 ± 9,3
Perzeptionsschwelle [ml]	42,7 ± 6,2	27,5 ± 2,1	36,5 ± 5,7	13,3 ± 2,8

Tabelle 5: Ergebnisse der Publikation von Caruana (1991)

Für Zwickdruck und Perzeptionsschwelle zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen allen Patientengruppen und den Kontrollen. Des Weiteren war der Zwickdruck der inkontinenten MS-Patienten im Vergleich zu den kontinenten Personen mit MS und zu den inkontinenten Diabetikern erniedrigt. Bei den Diabetikern fand sich ein signifikant niedrigerer Ruhe- und Zwickdruck als bei den Kontrollen.

60% der Diabetiker und 9% der inkontinenten MS-Patienten hatten einen pathologischen Wert für den Ruhedruck verglichen mit dem 95%-Konfidenzintervall der gesunden Personen. Im Vergleich innerhalb der MS-Gruppe ergab sich ein Wert von 18%.

Bezüglich des Zwickdrucks wiesen 40% der Diabetes-Patienten und alle MS-Patienten einen zu niedrigen Wert auf. Verglichen mit den kontinenten Personen mit MS war der Anteil pathologischer Werte 45%

Bei 60% der Diabetiker und 64% der inkontinenten MS-Patienten wurde eine erhöhte Perzeptionsschwelle (>30 ml) nachgewiesen. Innerhalb der MS-Gruppe waren 45% der Werte für die Perzeptionsschwelle zu hoch. 18% der kontinenten MS-Patienten, jedoch keiner der Kontrollen wies pathologische Werte auf.

**Chan (2005):** Untersucht wurden 243 Patienten (209 Frauen, 25-79 Jahre, Mittelwert 51 Jahre) mit Urge-Inkontinenz und 31 kontinente Personen (17 Frauen, 18-55 Jahre, Mittelwert 32 Jahre).

88% der Patienten wiesen zu niedrige Zwickdruckwerte auf.

Bei 44% der Inkontinenten wurde eine rektale Hypersensitivität festgestellt, die durch eine erniedrigte Schwelle für Drang und/oder Schmerz definiert ist.

**Engel (1995):** Die Gruppe der inkontinenten Personen bestand aus 151 Patienten (129 Frauen, 13-79 Jahre, Mittelwert der Frauen 48,9 Jahre, Mittelwert der Männer 54,3 Jahre). 66 Personen litten unter passiver Inkontinenz, 42 Personen (mehr Frauen) unter Urge-Inkontinenz, 38 Personen unter einer Kombination aus beidem und 5 Personen unter Stuhlschmierer. 91 gesunde Personen dienten als Kontrollgruppe.

	Passive Inkontinenz	Urge-Inkontinenz
Ruhedruck [cmH <sub>2</sub> O]	50,7 ± 23,3	63,8 ± 31
Zwickdruck [cmH <sub>2</sub> O]	72,3 ± 55,3	42 ± 33,7

Tabelle 6: Ergebnisse der Publikation von Engel (1995)

Der Ruhedruck der Personen mit passiver Inkontinenz war signifikant niedriger als der der Patienten mit Urge-Inkontinenz. Wohingegen die Personen mit Urge-Inkontinenz einen niedrigeren Zwickdruck aufwiesen. In Bezug auf die rektale Sensitivität konnte kein Unterschied zwischen den Gruppen festgestellt werden. Im Vergleich zu den Kontrollen konnte kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden.

82% der Patienten hatten einen pathologischen Ruhedruck, 66% einen erniedrigten Zwickdruck. 57% zeigten zwei abnormale Werte. Bei 9% lagen beide Werte im Normbereich.

**Felt-Bersma (1990):** Untersucht wurden 178 Personen mit Stuhlinkontinenz (122 Frauen, 13-85 Jahre, Mittelwert 58 Jahre) und 80 Kontrollen (40 Frauen, 20-87 Jahre, Mittelwert 45 Jahre). Die Konsistenz des Stuhls wurde als fest, weich oder flüssig beschrieben. Das gesamte Kollektiv wurde in drei Altersgruppen eingeteilt (20-40 Jahre, 40-60 Jahre und über 60 Jahre).

### 3.3 Bisherige Publikationen

	Anzahl	Ruhedruck [mmHg]	Zwickdruck [mmHg]
<b>Inkontinente</b>			
Alle	178	53 ± 26	70 ± 55
Männer	56	60 ± 31	108 ± 65
Frauen	122	50 ± 23	52 ± 38
20-40 Jahre	36	65 ± 30	74 ± 72
40-60 Jahre	46	61 ± 24	68 ± 50
Über 60 Jahre	95	45 ± 23	69 ± 49
Fester Stuhl	53	51 ± 28	69 ± 56
Weicher Stuhl	51	52 ± 23	65 ± 51
Flüssiger Stuhl	34	57 ± 30	73 ± 50
<b>Gesunde</b>			
Alle	80	66 ± 20	142 ± 70
Männer	40	68 ± 21	183 ± 73
Frauen	40	63 ± 19	102 ± 36
20-40 Jahre	39	73 ± 15	160 ± 67
40-60 Jahre	19	72 ± 18	150 ± 80
Über 60 Jahre	22	48 ± 21	103 ± 52

Tabelle 7: Ergebnisse der Publikation von Felt-Bersma (1990)

Sowohl Alter als auch das Geschlecht hatten signifikante ( $p < 0,002$ ) Auswirkungen auf die Messergebnisse. Der Zwickdruck unterschied sich signifikant von den Werten der Kontrollpersonen.

11% der Inkontinenten hatten einen pathologischen Ruhedruckwert, 32 % einen zu niedrigen Zwickdruck.

**Felt-Bersma (2000):** 377 inkontinente (268 Frauen, 8-98 Jahre, Mittelwert  $50 \pm 20$  Jahre) und 24 kontinente Personen (12 Frauen, 18-56 Jahre, Mittelwert  $27 \pm 8$  Jahre) wurden untersucht.

	Inkontinente	Kontinente
Perzeptionsschwelle [ml]	94 (87-100)	73 (58-87)
Drangschwelle [ml]	178 (165-181)	167 (140-194)

Tabelle 8: Ergebnisse der Publikation von Felt-Bersma (2000)

Weder Alter noch Geschlecht hatten Einfluss auf die Perzeptions- und Drangschwelle. Die Perzeptionsschwelle der inkontinenten Personen war signifikant höher als die der kontinenten Personen.

Es fiel keiner der inkontinenten Personen durch eine pathologische Drangschwelle auf.

**Ferguson (1989):** 37 Normalpersonen (25 Frauen, 58-69 Jahre, Mittelwert 63 Jahre) wurden mit 54 idiopathisch inkontinenten Patienten (alle weiblich, 54-62 Jahre, Mittelwert 58 Jahre) verglichen.

	Inkontinente	Kontinente
Ruhedruck [cmH <sub>2</sub> O]	51 (44-59)	75 (67-84)
Zwickdruck [cmH <sub>2</sub> O]	46 (40-53)	100 (72-128)

Tabelle 9: Ergebnisse der Publikation von Ferguson (1989)

Zwischen männlichen und weiblichen Probanden konnten keine Unterschiede festgestellt werden. Ruhe- und Zwickdruck der inkontinenten Personen waren signifikant niedriger als die der kontinenten. Bezüglich Perzeptions- und Drangschwelle konnte keine signifikante Differenz nachgewiesen werden.

Lediglich 9% wiesen eine pathologisch erniedrigte Drangschwelle auf. Bei 13% der Patienten war die Perzeptionsschwelle im Vergleich zur Kontrollgruppe erhöht.

**Fernández-Fraga (2002):** Untersucht wurden 53 inkontinente Patienten (45 Frauen, 18-79 Jahre) und 15 kontinente Kontrollen (12 Frauen, 37-77 Jahre).

	Inkontinente	Kontinente
Ruhedruck [mmHg]	44 ± 3	68 ± 3
Zwickdruck [mmHg]	47 ± 7	103 ± 9
Perzeptionsschwelle [ml]	40 ± 4	62 ± 4
Drangschwelle [ml]	68 ± 4	106 ± 6

Tabelle 10: Ergebnisse der Publikation von Fernández-Fraga (2002)

Sowohl Ruhe- und Zwickdruck als auch Perzeptions- und Drangschwelle waren bei den inkontinenten Personen signifikant niedriger als bei den kontinenten.

77% der inkontinenten Patienten hatten einen erniedrigten Ruhedruck, 73% einen zu niedrigen Zwickdruck. 44% hatten einen pathologischen Schwellenwert.

Die Spezifität des Ruhedrucks war 92%, die des Zwickdrucks ebenfalls 92% und die der Schwellenwerte 93%.

96% der Patienten wiesen mindestens einen abnormalen Wert auf (74% Spezifität), 93% mindestens zwei (Spezifität 94%), 74% mehr als zwei (Spezifität 97%) und 33% über drei pathologische Werte (Spezifität 100%), wobei neben Druckwerten und Perzeptionsschwelle auch die rektale Dehnbarkeit und die Kontraktionsfähigkeit des Levator ani berücksichtigt wurden, falls sie erniedrigt waren.

Der Inkontinenzgrad von Patienten mit erniedrigtem Zwickdruck war höher als der der Patienten mit normalen Druckwerten. Auch die Anzahl der physiologischen Abnormalitäten korrelierte mit dem Inkontinenzgrad.

**Fink (1992):** Die Studie beschäftigte sich mit 156 inkontinenten Personen (112 Frauen, Mittelwert 56 Jahre), von denen 91 Winde und flüssigen Stuhl und 65 festen Stuhl nicht zurückhalten konnten. Eine eigene Kontrollgruppe bestand nicht, der Vergleich erfolgte anhand publizierter Literaturdaten.

### 3.3 Bisherige Publikationen

	Alle	Wind und flüssiger Stuhl	Fester Stuhl
Ruhedruck [mmHg]	24,7 ± 13	26,0 ± 13,5	22,6 ± 12,4
Zwickdruck [mmHg]	44,9 ± 20,4	47,1 ± 20,1	41,7 ± 20,5
Perzeption [cc]	87,1 ± 52,4	85,4 ± 45,1	89,5 ± 61,4

Tabelle 11: Ergebnisse der Publikation von Fink (1992)

Ruhe- und Zwickdruck waren zwar niedriger als Werte normaler Personen, wie sie in der Literatur genannt werden, jedoch war der Unterschied nicht signifikant. Eine Signifikanz der Abweichung zwischen den beiden Patientengruppen konnte nicht belegt werden.

**Fletcher (2003):** Bei 6 inkontinenten Frauen (52-68 Jahre), von denen 4 über Urge-Inkontinenz klagten wurde der Ruhe- und Zwickdruck bestimmt.

	Inkontinente	Angenommene Normwerte (Untergrenze)
Ruhedruck [mmHg]	51 ± 7	60
Zwickdruck [mmHg]	73 ± 9	120

Tabelle 12: Ergebnisse der Publikation von Fletcher (2003)

67% hatten einen erniedrigten Ruhedruck und die Rate der pathologischen Zwickdruck-Werte lag bei 100%.

**Freys (1996):** Bei 160 Patienten mit proktologischen Problemen und unterschiedlichem Inkontinenzgrad und 15 gesunden Personen wurden Ruhe- und Zwickdruck ermittelt. Die Gradeinteilung erfolgte anhand eines standardisierten Anamnesefragebogens, der neben Art der Inkontinenz auch Pflegebedarf, Stuhldrang, Stuhlkonsistenz, Stuhlhäufigkeit, Warnungsperiode, Diskrimination und Stuhlschmierer miteinbezog. Grad I galt als komplette

### 3.3 Bisherige Publikationen

Kontinenz, Grad IIa als Feinverschmutzung, Grad IIb als Grobverschmutzung und Grad III als komplette Inkontinenz.

	Grad I n = 99	Grad IIa n = 35	Grad IIb n = 17	Grad III n = 9	Kontrollen n = 15
Ruhedruck [mmHg]	84	61	51	29	90
Zwickdruck [mmHg]	84	49	42	7	67

Tabelle 13: Ergebnisse der Publikation von Freys (1996)

Vor allem bezüglich des Zwickdrucks, aber auch beim Ruhedruck zeigten sich ab Grad IIa signifikante Unterschiede im Vergleich zur Kontrollgruppe.

**Gladman (2003):** Untersucht wurden 688 inkontinente (davon 229 mit begleitender Obstipation) und 32 kontinente Personen (14 Frauen, 18-55 Jahre, Mittelwert 33 Jahre). Aus der Kontrollgruppe wurden Grenzwerte für Männer und Frauen bestimmt:

	Männer	Frauen
Perzeptionsschwelle [ml]	160	120
Drangschwelle [ml]	230	210

Tabelle 14: Ergebnisse der Publikation von Gladman (2003)

Anhand dieser Werte wurde für die inkontinente Gruppe eine Rektale Hyposensitivität mit mindestens einem erhöhten Wert definiert.

Der Anteil der Patienten mit mindestens einem pathologischen Wert lag bei 16%.

**Hallan (1989):** Verglichen wurden 22 inkontinente (21 Frauen, 50-85 Jahre, Median 66 Jahre) und 22 kontinente Patienten (20 Frauen, 38-47 Jahre, Median 43 Jahre), wobei die inkontinente Population signifikant älter war.

Sowohl Ruhe- als auch Zwickdruck der Inkontinenten waren signifikant niedriger als die der Vergleichsgruppe.

68% hatten einen erniedrigten Ruhedruck, 45% einen pathologischen Zwickdruckwert.

Die Sensitivität des Ruhedrucks lag bei 81%, die des Zwickdrucks bei 75%. Für die Spezifität ergaben sich Werte von 59 beziehungsweise 56%.

**Hill (1994):** Untersucht wurden 237 Patienten mit idiopathischer Stuhlinkontinenz (210 Frauen, 28-87 Jahre, Mittelwert 54,8 Jahre).

53% der Personen hatte einen abnormal niedrigen Ruhedruck (< 45 cmH<sub>2</sub>O), 74% einen abnormal niedrigen Zwickdruck (< 76 cm H<sub>2</sub>O) und 35% zu niedrige Werte in beiden Messkategorien. Ein erniedrigter Ruhedruck war oft mit Stuhlschmierern, ein zu niedriger Zwickdruck häufig mit Urge-Inkontinenz assoziiert. Bezüglich Perzeptions- und Drangschwelle konnten keine Abnormalitäten nachgewiesen werden. Außerdem fand sich keine Korrelation zwischen Symptomen und Sensitivität.

**Hiltunen (1985):** Beobachtet wurden 25 inkontinente (18 Frauen, 53 ± 13 Jahre) und 25 kontinente Personen, deren Alters- (52 ± 13 Jahre) und Geschlechterverteilung aufeinander abgestimmt waren. Zur Auswertung wurde die inkontinente Population in teilweise inkontinent (2 Personen mit Grad I, 9 Personen mit Grad II) und vollkommen inkontinent (14 Personen mit Grad III) eingeteilt.

	Teilweise inkontinent	Völlig inkontinent	Kontinent
Ruhedruck [cmH <sub>2</sub> O]	68 ± 19	24 ± 22	98 ± 26
Zwickdruck [cmH <sub>2</sub> O]	31 ± 20	24 ± 20	60 ± 30

Tabelle 15: Ergebnisse der Publikation von Hiltunen (1985)

In beiden Patientengruppen konnten signifikant niedrigere Drücke im Vergleich zu den Kontrollen gefunden werden. Beim Vergleich der Patientengruppen

untereinander zeigte sich ein signifikanter Unterschied im Ruhe-, jedoch nicht im Zwickdruck.

Unter den Patienten mit Grad I und II hatten 72% mindestens einen pathologischen Wert. Unter den Patienten mit Grad III wiesen alle mindestens einen abnormalen Wert auf. Insgesamt ergab dies eine Wahrscheinlichkeit von 88% für mindestens einen zu niedrigen Druck.

9% der teilweise Inkontinenten und 93% der völlig Inkontinenten hatten einen erniedrigten Ruhedruck. Bezüglich des Zwickdrucks ergab sich ein Anteil pathologischer Druckwerte von 73% beziehungsweise 79%. Von den Kontrollen wiesen 8% einen erniedrigten Ruhedruck und 12% einen abnormen Zwickdruck auf.

Bei Vorliegen von zwei abnormalen Drücken war der Patient mit hoher Wahrscheinlichkeit völlig inkontinent. War nur der Zwickdruck erniedrigt, lag bevorzugt nur eine Teilinkontinenz vor. Für statistisch belegbare Schlussfolgerungen war die Größe der untersuchten Population jedoch nicht ausreichend.

**Hoffmann (1995):** 128 inkontinente (107 Frauen, 8-90 Jahre, Median 36 Jahre) und 35 kontinente Personen (19 Frauen, 17-83 Jahre, Median 33 Jahre) wurden untersucht. Die Gruppe der Inkontinenten wurde in teilweise inkontinent (89 Personen mit Grad I und II: 72 Frauen, 18-90 Jahre, Median 36 Jahre) und vollkommen inkontinent (39 Personen mit Grad III: 35 Frauen, 8-83 Jahre, Median 38 Jahre) unterteilt.

	Teilweise inkontinent	Völlig inkontinent	Kontinent
Ruhedruck [mmHg]	72	61	99
Zwickdruck [mmHg]	123	88	204
Perzeptionsschwelle [ml]	27	31	19

Tabelle 16: Ergebnisse der Publikation von Hoffmann (1995)

Der Ruhedruck der inkontinenten Patienten war signifikant niedriger als der der kontinenten. Der der völlig Inkontinenten lag signifikant unter den Werten der teilweise Inkontinenten. Der Zwickdruck war bei den vollständig und teilweise Inkontinenten signifikant niedriger als bei der Kontrollgruppe. Die Perzeptionsschwelle war bei allen Inkontinenten größer als bei den kontinenten Personen.

**Holmberg (1995):** 48 inkontinente Personen (45 Frauen, 31-81 Jahre, Mittelwert 61 Jahre), davon 15 Personen mit Grad II und 33 Personen mit Grad III, wurden mit 25 kontinenten Personen (20 Frauen, 31-75 Jahre, Mittelwert 51 Jahre) verglichen.

	Inkontinente	Kontinente
Ruhedruck [cmH <sub>2</sub> O]	34 (3-107)	66 (35-100)
Zwickdruck [cmH <sub>2</sub> O]	86 (34-282)	180 (66-425)
Perzeptionsschwelle [cmH <sub>2</sub> O]	20 (10-35)	20 (10-25)
Drangschwelle [cmH <sub>2</sub> O]	30 (20-50)	30 (15-60)

Tabelle 17: Ergebnisse der Publikation von Holmberg (1995)

Sowohl Ruhe- als auch Zwickdruck waren im Vergleich zur kontinenten Gruppe bei den Inkontinenten signifikant erniedrigt. Bezüglich der Perzeptions- und Drangschwelle konnte kein Unterschied festgestellt werden.

48% der Inkontinenten hatten einen pathologischen Ruhedruckwert, 56% einen zu niedrigen Zwickdruck.

**Kafka (1997):** Für diese Studie wurden ausschließlich Frauen untersucht. 31 hatten eine Inkontinenz Grad III (Mittelwert 52,1 Jahre), 7 klagten über Stuhlschmierer (Mittelwert 45,3 Jahre). 15 kontinente Frauen dienten als Vergleichsgruppe (Mittelwert 45,7 Jahre).

### 3.3 Bisherige Publikationen

	Stuhlschmierer	Grad III	Kontinente
Ruhedruck [mmHg]	29,10 ± 11,09	32,01 ± 12,56	84,29 ± 32,68
Zwickdruck [mmHg]	42,30 ± 19,40	42,45 ± 15,29	129,00 ± 24,51
Drangschwelle [ml]	139,3 ± 61,0	122,3 ± 51,0	175,0 ± 45,6

Tabelle 18: Ergebnisse der Publikation von Kafka (1997)

Der Ruhedruck und der Zwickdruck waren in der Patientengruppe signifikant niedriger als in der kontinenten Vergleichsgruppe. Zwischen den Patienten mit Stuhlschmierer und schwerer Inkontinenz konnte kein Unterschied festgestellt werden. Bei der Drangschwelle konnte nur zwischen Grad III-Inkontinenz und der Kontrollgruppe ein Unterschied nachgewiesen werden.

**Kuijpers (1990):** Bei 25 Personen mit Stuhlschmierer und 152 inkontinenten Personen wurde eine anorektale Manometrie durchgeführt.

	Stuhlschmierer	Inkontinente	Kontinente
Ruhedruck [kPa]	4,8 (1,0-19,4)	5,1 (0,0-21,1)	9,5 (4,1-18,0)
Zwickdruck [kPa]	10,3 (4,0-20,0)	2,7 (0,0-9,8)	9,4 (1,9-24,5)

Tabelle 19: Ergebnisse der Publikation von Kuijpers (1990)

Der Ruhedruck erwies sich in beiden Patientengruppen im Vergleich zur Kontrollgruppe als signifikant erniedrigt. Bezüglich des Zwickdrucks war nur der der inkontinenten Kollektivs pathologisch niedrig.

46% der inkontinenten Patienten hatten einen erniedrigten Ruhedruck, 57% einen zu niedrigen Zwickdruck.

**Lacima (2002):** 64 Frauen mit Stuhl- und Harninkontinenz (33-86 Jahre, 58,5 ± 11,2 Jahre) wurden mit 38 Frauen verglichen, die lediglich an Stuhlinkontinenz litten (30-78 Jahre, 59,6 ± 13,0 Jahre).

	Pathologische Werte [%]
Ruhedruck	67
Zwickdruck	45
Ruhe- und Zwickdruck	38
Erhöhte Drangschwelle	29
Erniedrigte Drangschwelle	14
Keine pathologischen Werte	12
≥ 1 pathologischer Wert	88

Tabelle 20: Ergebnisse der Publikation von Lacima (2002)

**Lewicky-Gaupp (2008):** Acht ältere Frauen (63-85 Jahre) mit einer Grad III-Inkontinenz wurden mit neun kontinenten älteren (60-88 Jahre) und neun kontinenten, jüngeren Frauen (20-41 Jahre) verglichen.

Es fand sich ein signifikanter Unterschied im Ruhedruck zwischen jüngeren und älteren Personen, nicht hingegen zwischen inkontinent und kontinent. Für den Zwickdruck konnte eine Differenz zwischen kontinent und inkontinent, jedoch nicht für jung und alt nachgewiesen werden. In der Untersuchung der Drangschwelle wiesen nur die jüngeren Frauen einen signifikant höheren Wert als die inkontinenten Personen auf.

**Lindsey (2004):** Es wurden die Ruhe- und Zwickdruckwerte von 93 inkontinenten Patienten untersucht (45 Frauen, 20,8-83,2 Jahre, Median 55 Jahre). 34 davon hatten eine Inkontinenz Grad II, 56 eine Inkontinenz Grad III. Alle Patienten wiesen einen Eingriff im Analtrakt in ihrer Anamnese auf.

18% hatten einen pathologisch niedrigen Ruhedruckwert, 48% einen abnormen Zwickdruck.

**McHugh (1987):** Bei 143 inkontinenten Personen (97 Frauen, 19-97 Jahre) wurden Ruhe- und Zwickdruck bestimmt. Als Vergleichsgruppe dienten 157 kontinente Personen (91 Frauen, 20-89 Jahre).

Ruhedruck Zwickdruck	Erniedrigt Normal	Normal Erniedrigt	Erniedrigt Erniedrigt
Männer [%]	30	15	15
Frauen [%]	13	19	23
Insgesamt [%]	19	18	20

Tabelle 21: Ergebnisse der Publikation von McHugh (1987)

Insgesamt hatten 37% einen pathologischen Wert und 20% zwei abnormal niedrige Werte. Der Prozentsatz von inkontinenten Patienten mit mindestens einem pathologischen Wert betrug also 57%.

Außerdem wurde unter den Normalpersonen eine Korrelation zwischen weiblichem Geschlecht sowie höherem Alter und dem Auftreten niedrigerer Druckwerte gefunden.

**Mitrani (1998):** 31 Patienten mit idiopathischer Inkontinenz wurden untersucht (24 Frauen, Mittelwert 63 Jahre; 7 Männer, Mittelwert 65 Jahre).

14% der Männer und 50% der Frauen hatten einen zu niedrigen Ruhedruck. Bezüglich des Zwickdrucks zeigten 50% der Frauen und kein einziger Mann pathologische Werte.

Die Perzeptionsschwelle lag bei 43% der Männer und 17% der Frauen über dem angenommenen Normwert von 30 ml.

**Monk (1998):** 43 Frauen, die nicht in der Lage waren Stuhl normaler Konsistenz zu kontrollieren (entspricht Grad III), wurden mit 34 annähernd gleich alten Frauen verglichen (48 beziehungsweise 49 Jahre).

### 3.3 Bisherige Publikationen

	Inkontinente	Kontinente
Ruhedruck [mmHg]	56 ± 28	92 ± 30
Zwickdruck [mmHg]	40 ± 31	85 ± 44

Tabelle 22: Ergebnisse der Publikation von Monk (1998)

Beide Drücke in der Patientengruppe waren auf dem Signifikanzniveau von 0,01% niedriger als die der Kontinenten.

19% der Inkontinenten hatten einen zu niedrigen Ruhedruck und 14% wiesen einen pathologischen Zwickdruckwert auf.

Mittels der Logistischen Regression wurde ein Algorithmus entwickelt bei dem neben den Druckwerten auch die „strength of the current at 1 ms“ miteinbezogen wurde. Somit verbesserten sich die Sensitivität und Spezifität der Druckwerte, die bei 79, beziehungsweise 68% lag, auf 95, beziehungsweise 100%.

**Neill (1981):** 24 Frauen mit Inkontinenz (17-89 Jahre, Mittelwert 54 Jahre; 14 davon mit rektalem Prolaps) unterzogen sich der anorektalen Manometrie.

Der Ruhedruck war bei 92% der Patienten erniedrigt. Ein abnormal niedriger Zwickdruck fand sich in 83% der Fälle. 17%, die alle auch unter einem rektalen Prolaps litten, hatten außerdem eine zu hohe Perzeptionsschwelle.

**Österberg (1999):** Es wurden 156 inkontinente Patienten (139 Frauen, 20-89 Jahre, Mittelwert 63 Jahre), davon 82 mit Grad II und 74 mit Grad III, mit 25 kontinenten Personen (20 Frauen, 34-65 Jahre, Mittelwert 54 Jahre) verglichen.

	Inkontinente	Kontinente
Ruhedruck [cmH <sub>2</sub> O]	44 (6-143)	78 (30-112)
Zwickdruck [cmH <sub>2</sub> O]	65 (20-176)	115 (40-160)

Tabelle 23: Ergebnisse der Publikation von Österberg (1999)

Beide Werte der Inkontinenten waren auf dem Signifikanzniveau von 0,1% niedriger als die der Kontinenten. Der Grad der Inkontinenz korrelierte signifikant mit dem Zwickdruck.

**Penninckx (1995):** 40 inkontinente Personen wurden in drei Gruppen eingeteilt: 10 teilweise Inkontinente (Grad I und II; 9 Frauen,  $41 \pm 4$  Jahre), 12 Personen mit Urge-Inkontinenz (9 Frauen,  $50 \pm 5$  Jahre) und 18 mit Inkontinenz Grad III (17 Frauen,  $54 \pm 4$  Jahre). Als Vergleichsgruppe galten 27 kontinente Personen (19 Frauen,  $47 \pm 3$  Jahre).

	Teilweise Inkontinenz	Urge-Inkontinenz	Vollständige Inkontinenz	Alle Patienten	Kontrollen
Ruhedruck [mmHg]	$42 \pm 5$	$38 \pm 7$	$30 \pm 4$	$35 \pm 3$	$86 \pm 4$
Zwickdruck [mmHg]	$77 \pm 7$	$76 \pm 13$	$66 \pm 7$	$71 \pm 5$	$180 \pm 8$
Perzeptions-Schwelle [ml]	$88 \pm 12$ (n = 10)	$72 \pm 11$ (n = 11)	$66 \pm 9$ (n = 13)	$74 \pm 6$	$107 \pm 13$
Drang-schwelle [ml]	$213 \pm 22$ (n = 8)	$155 \pm 16$ (n = 7)	$110 \pm 16$ (n = 6)	$164 \pm 14$	$230 \pm 19$

Tabelle 24: Ergebnisse der Publikation von Penninckx (1995)

Beide Druckwerte der Inkontinenten waren im Vergleich zu den kontinenten Personen signifikant erniedrigt. Innerhalb der Inkontinenten konnte keine Korrelation zwischen Druckwert und Inkontinenzgrad festgestellt werden. Die Perzeptionsschwelle war nicht erhöht, sondern im Gegensatz zu den Ergebnissen anderer Studien sogar signifikant herabgesetzt. Auch das Volumen, unter dem Drang auftrat, war signifikant erniedrigt. Des Weiteren fand sich eine inverse Korrelation zwischen Schweregrad und Perzeptions-beziehungsweise Drangschwelle.

77,5% der Inkontinenten wiesen einen herabgesetzten Zwickdruck auf, 65% einen zu niedrigen Ruhedruck, wobei bei 55% der Patienten beide Werte auffällig waren. Bei einer Person der Kontrollgruppe wurde ebenfalls ein

pathologischer Ruhedruckwert ermittelt. 87,5% der Inkontinenten hatten mindestens einen pathologischen Wert.

47,5% wiesen eine erniedrigte Drangschwelle auf (20% der teilweise Inkontinenten, 42% der Patienten mit Urge-Inkontinenz, 67% der vollständig Inkontinenten), wobei auch 19% der Kontrollgruppe diesbezüglich einen pathologischen Wert zeigten.

Es ergab sich eine Sensitivität von 96% und eine Spezifität von 88%. Die Korrekturklassifikationsrate lag bei 91%.

**Rao (1997):** Bei 56 inkontinenten Personen (50 Frauen, 22-83 Jahre, Mittelwert 51 Jahre) wurden Ruhe- und Zwickdruck ermittelt. Außerdem wurden Perzeptions-, Drangschwelle und maximal tolerables Volumen gemessen.

	Anteil an inkontinenten Patienten [%]
Ruhedruck erniedrigt Zwickdruck normal	41
Zwickdruck erniedrigt Ruhedruck normal	53
Beide Drücke erniedrigt	21
Hypersensitives Rektum	46
Perzeptionsschwelle erhöht	39

Tabelle 25: Ergebnisse der Publikation von Rao (1997)

Bei einer erniedrigten Schwelle für Perzeption, Drang und maximales tolerables Volumen spricht man von einem hypersensitiven Rektum. Insgesamt zeigten 98% der Patienten mindestens einen pathologischen Wert. 20% wiesen lediglich einen abnormalen Wert auf (5% Ruhedruck, 2% Zwickdruck, 9% hypersensitives Rektum, 4% erhöhte Perzeptionsschwelle).

**Rao (2004):** Das Patientenkollektiv setzte sich aus 26 Inkontinenten (24 Frauen, 61 ± 5 Jahre) und 43 Kontrollen (24 Frauen, 43 ± 4 Jahre) zusammen.

### 3.3 Bisherige Publikationen

---

Bei allen wurden Ruhe- und Zwickdruck sowie Perzeptions- und Drangschwelle bestimmt.

	Inkontinente	Kontinente
Ruhedruck [mmHg]	39 ± 6	69 ± 6
Zwickdruck [mmHg]	71 ± 10	168 ± 15
Perzeptionsschwelle [cc]	18 ± 4	19 ± 3
Drangschwelle [cc]	72,6 ± 18	105 ± 16

Tabelle 26: Ergebnisse der Publikation von Rao (2004)

Sowohl Ruhe- als auch Zwickdruck der Inkontinenten waren signifikant niedriger als die Drücke der anderen Gruppen. Die Drangschwelle war bei den Inkontinenten signifikant erniedrigt.

**Rasmussen (1990):** 31 inkontinente Patienten (29 Frauen, 21-86 Jahre, Median 67 Jahre) und 16 gesunde Personen (14 Frauen, 25-80 Jahre, Median 46 Jahre) waren Gegenstand der Untersuchung. Es wurden Ruhe- und Zwickdruck gemessen.

	Inkontinente	Kontinente
Ruhedruck [mmHg]	24 (5-80)	66 (31-119)
Zwickdruck [mmHg]	44 (36-168)	115 (50-264)

Tabelle 27: Ergebnisse der Publikation von Rasmussen (1990)

Für beide Druckwerte konnte ein signifikanter Unterschied zwischen Inkontinenten und Kontrollen nachgewiesen werden.

48 % der inkontinenten Personen hatten einen erniedrigten Ruhedruck und weitere 48% einen abnormal niedrigen Zwickdruck (kleiner als der geringste Wert der Kontrollgruppe).

Bei 39% der Patienten wurde eine erniedrigte Drangschwelle gefunden.

**Rasmussen (Jan 1992):** Bei 41 inkontinenten Personen (39 Frauen, 21-86 Jahre, Median 64 Jahre) und 24 Kontrollen (22 Frauen, 25-80 Jahre, Median 50 Jahre) wurden Ruhe- und Zwickdruck sowie Perzeptions- und Drangschwelle dokumentiert.

	Inkontinente	Kontinente
Ruhedruck [mmHg]	23 (5-80)	64 (31-121)
Zwickdruck [mmHg]	44 (12-124)	119 (50-264)
Drangschwelle [ml]	105 (30-307)	156 (89-355)

Tabelle 28: Ergebnisse der Publikation von Rasmussen (Jan 1992)

Alle Drücke waren bei den Inkontinenten signifikant niedriger als bei den Kontinenten. Die Schwellenwerte waren ebenso erniedrigt.

66% der inkontinenten Personen hatten einen Ruhedruck, der niedriger war als der unterste Wert der Kontrollen. Bezüglich des Zwickdrucks war dies bei 61% der Patienten der Fall.

**Rasmussen (Jul 1992):** Bei 23 Inkontinenten (20 Frauen, 25-81 Jahre, Median 59 Jahre) und 40 Kontinenten (20 Frauen, 24-83 Jahre, Median 50 Jahre) wurden Ruhe- und Zwickdruck ermittelt.

	Inkontinente	Kontinente
Ruhedruck [cmH <sub>2</sub> O]	30 (9-109)	85 (35-162)
Zwickdruck [cmH <sub>2</sub> O]	73 (15-169)	179 (87-359)

Tabelle 29: Ergebnisse der Publikation von Rasmussen (Jul 1992)

Der Zwickdruck der Männer in der inkontinenten Population lag signifikant über dem der Frauen.

Beide Drücke der inkontinenten Population lagen signifikant unter denen der gesunden Gruppe.

74% der Inkontinenten wiesen zumindest einen pathologischen Druckwert auf.

**Rasmussen (1998):** 36 Frauen mit Inkontinenz (28-82 Jahre, Median 59 Jahre) wurden in zwei Gruppen eingeteilt: 16 mit Inkontinenz Grad III und 20 mit Grad II. Ihnen gegenübergestellt wurden 22 Personen ohne Kontinenzprobleme (21-60 Jahre, Median 38 Jahre).

	Inkontinente	Kontinente
Ruhedruck [cmH <sub>2</sub> O]	40 (8-78)	72 (27-136)
Zwickdruck [cmH <sub>2</sub> O]	82 (36-220)	138 (92-194)
Perzeptionsschwelle [ml]	48 (30-147)	52 (27-114)
Drangschwelle [ml]	138 (47-306)	181 (79-373)

Tabelle 30: Ergebnisse der Publikation von Rasmussen (1998)

Die Druckwerte der inkontinenten Personen waren auf dem Signifikanzniveau von 0,1% niedriger als die der Kontrollen. 25% hatten einen Ruhedruck und 61% einen Zwickdruck unter dem Grenzwert der gesunden Personen. Die Drangschwelle der Patienten war zudem signifikant niedriger als die der gesunden Personen.

**Raza (2009):** 298 Patienten, davon 151 mit Inkontinenz (129 Frauen, 59,5 ± 1,2 Jahre) und 132 mit Obstipation (118 Frauen, 44,1 ± 1,4 Jahre), unterzogen sich der anorektalen Manometrie.

Die Druckwerte der inkontinenten Personen waren signifikant niedriger als die der Personen mit Obstipation, die Werte überschritten sich aber stark. Die Schwellenwerte waren bei beiden Patientengruppen identisch.

Die Druckwerte wiesen eine, wenn auch schwache, inverse Korrelation zum Alter auf. Der Ruhedruck war bei Männern und Frauen ähnlich, wohingegen der Zwickdruck der männlichen Personen über dem der weiblichen Probanden lag. Die Schwellenwerte zeigten keinen Zusammenhang mit dem Alter.

5,3% der Inkontinenten hatten eine zu hohe Perzeptionsschwelle. 22,5% fielen durch eine erniedrigte Drangschwelle auf. 66,7% hatten mindestens einen pathologischen Messwert.

Mit Hilfe einer ROC-Analyse wurden für den Ruhedruck eine Sensitivität von 50% und eine gute Spezifität ermittelt. Die Sensitivität für den Zwickdruck betrug 59%, die Spezifität 69%.

**Read (1979):** Es wurden 29 Patienten mit Diarrhö und Inkontinenz (24 Frauen, 19-74 Jahre) und 37 gesunde Personen (22 Frauen, 23-81 Jahre) beobachtet.

	Inkontinente	Kontinente
Ruhedruck [mmHg]	41 ± 3	60 ± 4
Zwickdruck [mmHg]	99 ± 12	155 ± 18
Perzeptionsschwelle [ml]	32 ± 14	62 ± 22

Tabelle 31: Ergebnisse der Publikation von Read (1979)

Beide Drücke der Inkontinenten lagen signifikant unter denen der Kontrollgruppe. Bezüglich der Perzeptionsschwelle konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Des Weiteren war der Zwickdruck der Frauen deutlich niedriger als der der Männer und bei beiden Drücken fand sich eine inverse Korrelation zum Alter.

Keiner der Inkontinenten wies einen erniedrigten Ruhedruck auf. Bezüglich des Zwickdrucks zeigten 31% einen zu niedrigen Wert.

**Rex (1992):** 50 Patienten wurden untersucht (43 Frauen, 28-75 Jahre, Mittelwert 52 Jahre). 20 davon hatten eine Inkontinenz Grad II, 30 eine Inkontinenz Grad III.

	Anteil an den Patienten [%]
Ruhedruck erniedrigt Zwickdruck normal	10
Zwickdruck erniedrigt Ruhedruck normal	76
Beide Drücke erniedrigt	50
Perzeptionsschwelle erhöht	46
Drangschwelle erhöht	32
Beide Schwellenwerte erhöht	8

Tabelle 32: Ergebnisse der Publikation von Rex (1992)

86% der Patienten hatte mindestens einen erniedrigten Druckwert.

**Saad (2002):** 72 inkontinente Personen (56 Frauen, 27-78 Jahre) wurden mit 15 gesunden Probanden (9 Frauen, 24-72 Jahre) verglichen.

46% der Inkontinenten zeigten einen Zwickdruck unter dem Niveau der Kontrollgruppe.

Das Patientenkollektiv wurde anhand des Schweregrads der Inkontinenz in drei Gruppen eingeteilt. In der Gruppe I ergab sich für 62% ein erniedrigter Zwickdruck, in der Gruppe II waren es 30% und in der Gruppe III 93%.

Die Sensitivität betrug 46%, die Spezifität hingegen 100%. Die Rate falsch Positiver lag bei 0%, die der falsch Negativen bei 72%.

**Salvioli (2001):** 22 inkontinente Patienten (21 Frauen, 33-75 Jahre), davon 12 mit Inkontinenzgrad II und 10 mit Inkontinenzgrad III, 14 mit Urge-Inkontinenz, 4 mit passiver Inkontinenz und 4 mit einer Kombination aus Urge- und passiver Inkontinenz, wurden mit 32 kontinenten Personen (18 Frauen, 19-44 Jahre) verglichen.

### 3.3 Bisherige Publikationen

	Inkontinente	Kontinente
Ruhedruck [mmHg]	56 ± 5,6	> 60
Zwickdruck [mmHg]	89,8 ± 8,5	> 120
Perzeptionsschwelle [ml]	16,1 ± 1	20,4 ± 1,3

Tabelle 33: Ergebnisse der Publikation von Salvioli (2001)

Die Perzeptionsschwelle der inkontinenten Personen war signifikant niedriger als die der Kontrollen. Bezüglich der Drangschwelle konnte kein Unterschied festgestellt werden. Für die Druckwerte wurde keine Signifikanzprüfung unternommen.

	Anteil an inkontinenten Patienten [%]
Ruhedruck erniedrigt Zwickdruck normal	9
Zwickdruck erniedrigt Ruhedruck normal	27
Beide Drücke erniedrigt	45

Tabelle 34: Ergebnisse der Publikation von Salvioli (2001)

Bezüglich des Ruhedrucks zeigten 55% der Patienten einen pathologischen Wert. Der Zwickdruck war bei 77% erniedrigt.

Bei 86% der Patienten fand sich mindestens ein pathologischer Druckwert. Bei 41% war lediglich ein Wert erniedrigt. Zur Anzahl pathologischer Werte bezüglich der Sensorik wurde keine Angabe gemacht.

In einer ROC-Analyse ergab sich eine bessere Fähigkeit der Drangschwelle gegenüber der Perzeptionsschwelle zwischen inkontinent und kontinent zu unterscheiden. Eine Kombination aus beiden Werten war der Drangschwelle noch überlegen.

**Sentovich (1995):** Insgesamt wurden 45 Männer untersucht. 25 davon waren inkontinent, der Rest gesund. In der Patientengruppe waren 11 Personen mit

echter Stuhlinkontinenz (23-82 Jahre, Mittelwert 56 Jahre) und 14 mit Stuhlschmierern (33-74 Jahre, Mittelwert 53 Jahre). Alle wurden einer anorektalen Manometrie unterzogen, um Ruhe-, Zwickdruck und ihre Perzeptionsschwelle festzustellen.

	Stuhlschmierern	Inkontinente	Kontinente
Ruhedruck [cmH <sub>2</sub> O]	82	59	102
Zwickdruck [cmH <sub>2</sub> O]	161	97	196

Tabelle 35: Ergebnisse der Publikation von Sentovich (1995)

Die Drücke der Inkontinenten waren signifikant niedriger als die der Kontrollen und der Patienten mit Stuhlschmierern. Die Werte der Patienten mit Stuhlschmierern wiederum lagen deutlich unter denen der gesunden Population.

27% der Patienten wiesen eine abnormale Perzeptionsschwelle auf.

57% der Patienten mit Stuhlschmierern und alle Personen der inkontinenten Gruppe hatten mindestens einen pathologischen Wert, wobei neben Manometrie und Sensitivität auch Ergebnisse der Pudendal Nerve Terminal Motor Latency berücksichtigt wurden.

**Siproudhis (May 1999):** 97 inkontinente Personen (88 Frauen, 55 ± 1 Jahre) wurden mit 15 kontinenten Personen (11 Frauen, 48 ± 3 Jahre) verglichen. Die Gruppe der Inkontinenten wurde aufgeteilt in Patienten mit herabgesetzter Perzeption (22 Personen, 21 Frauen, 55 ± 4 Jahre), mit normaler Perzeption (61 Personen, 54 Frauen, 55 ± 2 Jahre) und mit gesteigerter Perzeption (14 Personen, 13 Frauen, 53 ± 4 Jahre). Es wurden Ruhe- und Zwickdruck ermittelt.

### 3.3 Bisherige Publikationen

	Herabgesetzte Perzeption	Normale Perzeption	Gesteigerte Perzeption	Kontinente
Ruhedruck	30,0 ± 3,2	33,6 ± 2,7	17,8 ± 2,4	63,0 ± 5,1
Zwickdruck	72,5 ± 8,2	85,8 ± 7,0	69,2 ± 10,3	172,0 ± 11,7

Tabelle 36: Ergebnisse der Publikation von Siproudhis (May 1999)

Sowohl Ruhe- als auch Zwickdruck waren in der Patientengruppe niedriger als bei den Kontrollen.

24% hatten eine erhöhte Perzeptionsschwelle.

**Siproudhis (Jun 1999):** Gegenstand der Studie waren 51 Patienten mit Stuhlinkontinenz, die in eine Gruppe mit (n = 32, 30 Frauen, 59 ± 2 Jahre) und eine Gruppe ohne anale Schwäche (n = 19, 15 Frauen, 55 ± 6 Jahre) eingeteilt wurden. Ein Patient wurde der Gruppe mit analer Schwäche zugeordnet, wenn sein Ruhedruck und/oder sein Zwickdruck niedriger als der Mittelwert minus zwei Standardabweichungen der Kontrollgruppe war. Daraus ergab sich ein Anteil an Inkontinenten mit mindestens einem pathologischen Druckwert von 63%.

	Anteil an inkontinenten Patienten [%]
Ruhedruck erniedrigt Zwickdruck normal	16
Zwickdruck erniedrigt Ruhedruck normal	14
Beide Drücke erniedrigt	33

Tabelle 37: Ergebnisse der Publikation von Siproudhis (Jun 1999)

**Speakman (1993):** 59 weibliche Patienten mit Inkontinenzgrad III (22-69 Jahre, Mittelwert 50 Jahre) wurden mit 18 gesunden Frauen (24-61 Jahre, Mittelwert 37 Jahre) verglichen.

Die Perzeptionsschwelle aller inkontinenten Personen war nicht signifikant höher als die der Kontrollgruppe. In der Untergruppe der Patienten mit

neurogen bedingter Inkontinenz zeigte sich jedoch ein signifikanter Unterschied. Insgesamt hatten 17% der Patienten einen pathologisch erhöhten Perzeptionsschwellenwert. Vergleichbar zeigte sich für die Drangschwelle auch nur bei neurogen bedingter Inkontinenz ein signifikanter Unterschied.

**Stojkovic (2002):** Es wurden 47 Patienten mit idiopathischer Inkontinenz (36 Frauen, 33-82 Jahre, Median 61 Jahre) mit 80 kontinenten Personen (69 Frauen, 18-72 Jahre, Median 55 Jahre), die zum Teil unter gastrointestinalen Beschwerden wie Obstipation litten, verglichen.

	Inkontinente	Kontrollen
Ruhedruck [mmHg]	39 (33-55)	78 (63-100)

Tabelle 38: Ergebnisse der Publikation von Stojkovic (2002)

Der Ruhedruck der Inkontinenten war signifikant niedriger als der der kontinenten Personen.

57% der Patienten hatten einen pathologisch zu niedrigen Ruhedruck.

Außerdem wurde eine ROC-Analyse durchgeführt, bei der sich für den Ruhedruck eine Area under the Curve von 0,88 mit einem 95%-Konfidenzintervall von 0,81-0,94 ergab. Die Sensitivität und Spezifität, um eine vorliegende Stuhlinkontinenz zu erkennen betrug 55,3 und 97,5%.

**Sun (1992):** 302 Patienten mit Stuhlinkontinenz (235 Frauen, 15-87 Jahre, Median 52 Jahre) und 65 gesunde Personen (35 Frauen, 20-63 Jahre, Median 46 Jahre) wurden untersucht.

92% der Patienten hatten einen erniedrigten Zwickdruck (Männer < 173cmH<sub>2</sub>O, Frauen < 90cmH<sub>2</sub>O). Bei 32% waren beide Drücke zu niedrig. 18% wiesen eine erhöhte Perzeptionsschwelle auf. Bei allen Patienten mit normalen Druckwerten konnte eine verminderte Sensorik nachgewiesen werden. Bei 47% der Inkontinenten wurde eine erniedrigte Drangschwelle festgestellt (Männer < 69, Frauen < 50).

Darüber hinaus fand man heraus, dass eine Schwäche von innerem (herabgesetzter Ruhedruck) und äußerem (herabgesetzter Zwickdruck) Sphinkter zu einem höheren Inkontinenzgrad führt als die Störung von lediglich einem Schließmuskel.

**Thekkinkattil (2008):** 460 Normalpersonen (medianes Alter 47 Jahre) wurden mit 699 Personen mit verschiedenen Arten von Inkontinenz (medianes Alter 57 Jahre) verglichen. Sowohl Ruhe- als auch Zwickdruck differierten signifikant zwischen beiden Gruppen.

**Wald (1984):** Diese Studie definierte vier Gruppen: 14 Patienten mit Inkontinenz und Diabetes mellitus (9 Grad II, 5 Grad III; 10 Frauen, 25-72 Jahre, Mittelwert 54,7 Jahre), 13 kontinente Diabetiker (4 mit Diarrhö, 2 mit Obstipation; 6 Frauen, 32-68 Jahre, Mittelwert 51,2 Jahre), 31 nur mit Inkontinenz (22 Frauen, 10-79 Jahre, Mittelwert 50,7 Jahre) und 11 gesunde Personen (9 Frauen, 22-75 Jahre, Mittelwert 41,2 Jahre).

Inkontinenz Diabetes	Ja Ja	Nein Ja	Ja Nein	Nein Nein
Perzeptionsschwelle [ml]	25,0 ± 3,4	13,0 ± 2,4	14,5 ± 1,5	12,5 ± 1,8

Tabelle 39: Ergebnisse der Publikation von Wald (1984)

Die Empfindung der inkontinenten Diabetiker war signifikant niedriger als die der übrigen Gruppen, zwischen denen kein Unterschied festgestellt werden konnte.

22% der inkontinenten Personen hatten eine erhöhte Perzeptionsschwelle.

6% der inkontinenten Nicht-Diabetiker hatten eine erhöhte Perzeption im Vergleich zum gesunden Kollektiv. 21% der inkontinenten Diabetiker wiesen eine pathologische Perzeptionsschwelle verglichen mit den kontinenten Diabetikern auf.

## 4. Material und Methoden

Anhand einer retrospektiven Analyse sollte die Diskriminationsfähigkeit der Messergebnisse der anorektalen Manometrie untersucht werden.

### 4.1 Patientenkollektiv

Das Patientenkollektiv setzte sich aus 573 Personen (416 Frauen, 19-94 Jahre,  $63,2 \pm 14,6$  Jahre), die in der Klinik für Gastroenterologie, Hepatologie und Gastroenterologische Onkologie des Klinikums München-Bogenhausen zur Abklärung ihrer Inkontinenz untersucht wurden, zusammen. Ihnen wurden 144 kontinente Personen (71 Frauen, 21-90 Jahre,  $62,5 \pm 15,6$  Jahre) gegenübergestellt, bei denen im Rahmen einer Studie eine anorektale Manometrie durchgeführt wurde (Gundling, 2010).

Von allen Teilnehmern wurden Alter, Geschlecht, Inkontinenzgrad und die Messergebnisse für Ruhedruck, Zwickdruck, Perzeptions- und Drangschwelle in einer Datenbank gespeichert, die als Grundlage dieser retrospektiven Analyse diente.

Alle Probanden wurden anhand ihres Alters in drei Gruppen unterteilt:

	Inkontinente	Kontinente
< 60	223 (147 Frauen, $48,3 \pm 9,6$ Jahre)	52 (25 Frauen, $45,8 \pm 11,2$ Jahre)
60-70	137 (109 Frauen, $65,2 \pm 2,9$ Jahre)	46 (23 Frauen, $65,0 \pm 2,6$ Jahre)
>70	213 (160 Frauen, $77,6 \pm 5,2$ Jahre)	46 (23 Frauen, $78,9 \pm 5,1$ Jahre)

Tabelle 40: Demographische Daten

Unter den Inkontinenten wurde zusätzlich eine Einteilung in verschiedene Schweregrade der Inkontinenz (siehe 3.1) vorgenommen, woraus sich folgende Tabelle ergab:

Grad	I	II	III
Anzahl	153	272	134
Frauen	107	203	97
Alter	62,7 ± 14,5	62,5 ± 14,6	65,2 ± 14,2

Tabelle 41: Einteilung nach Schweregraden

Außerdem waren unter den Patienten 14 Personen, bei denen keine genauere Einteilung nach Schweregrad angegeben wurde. Diese wurden in Untersuchungen, die sich auf das gesamte Patientenkollektiv beziehen, eingeschlossen, bei einer Unterscheidung in verschiedene Inkontinenzgrade jedoch nicht berücksichtigt.

## 4.2 Statistische Methoden

Zur Beschreibung der Ergebnisse dieser retrospektiven Analyse wurden folgende Tests verwendet:

- Die Logistische Regression ist ein multivariates Verfahren, das den Einfluss verschiedener Variablen, so genannter Prädiktoren, auf ein binäres Zielkriterium, in diesem Fall kontinent / inkontinent, prüft. Hierbei wird mit einer logistischen Funktion für jeden Patienten ein Wert, der im Bereich zwischen 0 und 1 liegt, ermittelt:

$$f(x) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 * X_1 + \beta_2 * X_2 + \dots + \beta_p * X_p)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 * X_1 + \beta_2 * X_2 + \dots + \beta_p * X_p)}$$

Formel 1: Gleichung der Logistischen Regression

Die Logistische Regression wird üblicherweise mit möglichst vielen Variablen begonnen und dann solange mit Auslassung der Variablen mit der jeweils schlechtesten Signifikanz wiederholt, bis alle verbliebenen Variablen signifikant sind. Diese letzte Tabelle stellt dann das Ergebnis dar. Hierbei ist deren Wert für  $\beta$  als Maß für den Einfluss, den die Variable auf die Ergebnis-Variable hat, und die Signifikanz der entsprechenden Variablen aufgeführt. Ein negatives  $\beta$  besagt, dass ein hoher Wert der zugehörigen Variable das Vorliegen einer Inkontinenz wahrscheinlicher macht. Bei positivem  $\beta$  erhöht ein niedriger Messwert das Erkrankungsrisiko. Es müssen mindestens dreimal (laut manchen Lehrbüchern sogar zehnmal) so viele Probanden vorhanden sein, wie Variablen in die Analyse eingehen, was in diesem Fall mit 693 Personen und lediglich vier untersuchten Parametern erfüllt ist. Des Weiteren ist darauf zu achten, dass nicht zu viele Werte fehlen, da Probanden mit über 50% fehlenden Variablen gestrichen werden und ansonsten der fehlende Wert durch den Mittelwert aller anderen ersetzt wird. Bei 24 fehlenden Werten, was bei einer Probandenzahl von 717 3,3% entspricht, kann aber von einer zuverlässigen Interpretationsfähigkeit des Ergebnisses ausgegangen werden.

- Mit dem zweiseitigen U-Test nach Mann und Whitney wurde ein Messwert zweier Gruppen verglichen, da keine Gauß'sche Normalverteilung der Messwerte angenommen werden konnte. Es wurde auf dem Signifikanzniveau von 95% geprüft, was einer Fehlerwahrscheinlichkeit von  $\alpha = 5\%$  entspricht.
- Werden mehrere Tests in einer Grundgesamtheit durchgeführt, so muss das multiple  $\alpha$ -Niveau angepasst werden. Dies geschieht durch Verwendung der Bonferroni-Korrektur bei der das Niveau jedes Einzeltests unter  $\frac{\alpha}{k}$  liegen muss, wobei  $k$  der Anzahl der Tests entspricht.
- Eine Korrelation beschreibt die Abhängigkeit zweier Messungen, die eine Rangreihenfolge haben, in diesem Fall Schweregrade. Die Korrelation ergibt zwei Zahlen: den Korrelationskoeffizienten und einen p-Wert. Der Korrelationskoeffizient ist eine Zahl zwischen -1 und +1. 1 bedeutet eine ideale Korrelation. Je näher der Korrelationskoeffizient an 1 ist, desto enger ist die Abhängigkeit beider Messungen. 0 besagt, dass keinerlei Abhängigkeit besteht. Wenn der Korrelationskoeffizient negativ ist, dann handelt es sich um eine gegensinnige Abhängigkeit. Der p-Wert gibt Auskunft darüber, ob überhaupt eine Beziehung vorhanden ist, ob sich der Koeffizient also signifikant von Null unterscheidet. Je mehr Patienten im Test eingeschlossen sind, desto kleiner darf der Koeffizient sein, um noch signifikant zu sein. Wenn man wie in diesem Fall keine Gaußverteilung annehmen kann, verwendet man die Spearman'sche Rangkorrelation mit dem Korrelationskoeffizienten rho ( $\rho$ ).
- Die Receiver Operating Characteristic (ROC) – Kurve kann zur Bestimmung des idealen Grenzwerts herangezogen werden. Hierbei zeichnet sich der optimale Grenzwert dadurch aus, dass die Tangente an die Kurve in ihm eine Steigung von  $45^\circ$  aufweist bzw. der Term

Sensitivität + Spezifität – 1 (so genannter Youden-Index) den maximalen Wert annimmt. Darüber hinaus dient die ROC-Kurve der Bewertung von Analyse-Strategien. In einem Diagramm mit der Ordinate Sensitivität (= relative Häufigkeit aller richtig positiven Testergebnisse) und Abszisse 1-Spezifität (= relative Häufigkeit aller falsch positiven Testergebnisse) werden die Wertepaare eingetragen. Die Bewertung der Ergebnisse der ROC-Analyse erfolgt durch die Berechnung der Area Under The Curve (AUC). Eine AUC von 0,5 entspricht einer nicht vorhandenen Diskriminationsfähigkeit eines Parameters. Ideal wäre eine AUC von 1. Des Weiteren können Standardfehler und Signifikanz berechnet werden, um die Aussagekraft der Ergebnisse zu hinterfragen.

- Der positive Vorhersagewert einer Klassifizierung gibt die Wahrscheinlichkeit an, mit der ein positives Testergebnis auch tatsächlich auf einem positiven Ergebnis beruht. Er trifft in diesem Fall eine Aussage darüber wie viele Personen, die nach den Ergebnissen der anorektalen Manometrie als inkontinent eingestuft wurden, wirklich betroffen sind. Er berechnet sich wie folgt:

$$\frac{\text{Anzahl der richtig Positiven}}{\text{Anzahl der Personen mit positivem Testergebnis}}$$

Formel 2: Berechnung des positiven Vorhersagewertes

- Der negative Vorhersagewert dagegen beruht auf dem Verhältnis von als kontinent erachteten und in der Tat gesunden Personen. Die Formel hierfür lautet:

$$\frac{\text{Anzahl der richtig Negativen}}{\text{Anzahl der Personen mit negativem Testergebnis}}$$

Formel 3: Berechnung des negativen Vorhersagewertes

- Die Korrektklassifikationsrate sagt etwas darüber aus wie viele Personen der Test in die richtige Kategorien inkontinent bzw. kontinent einordnet. Sie wird folgendermaßen berechnet:

$$\frac{\text{richtig Positive} + \text{richtig Negative}}{\text{Anzahl der Probanden}}$$

Formel 4: Berechnung der Korrektklassifikationsrate

- Die Sensitivität gibt die Wahrscheinlichkeit an, einen tatsächlich positiven Sachverhalt auch durch ein positives Testergebnis zu erkennen. Die Berechnung erfolgt nach der Formel:

$$\frac{\text{Anzahl der richtig Positiven}}{\text{Anzahl der Patienten}}$$

Formel 5: Berechnung der Sensitivität

- Die Spezifität ist ein quantitatives Maß für die Wahrscheinlichkeit, dass ein negatives Testergebnis auch mit einem tatsächlich negativem Sachverhalt übereinstimmt. Sie berechnet sich wie folgt:

$$\frac{\text{Anzahl der richtig Negativen}}{\text{Anzahl der Kontrollen}}$$

Formel 6: Berechnung der Spezifität

## 5. Ergebnisse

Im Folgenden sollen die Ergebnisse der anorektalen Manometrie dargestellt und im Hinblick auf ihre Wertigkeit in der Diagnostik der Stuhlinkontinenz bewertet werden.

### 5.1 Demographisches

		Kontinente	Inkontinente
Anzahl		144	573
Geschlecht	Männlich	73 (50,7%)	157 (27,4%)
	Weiblich	71 (49,3%)	416 (72,6%)
Grad	I		153 (69,9% weiblich)
	II		272 (74,6% weiblich)
	III		134 (72,4% weiblich)
Alter	Mittelwert	62,5	63,2
	Standardabweichung	15,6	14,6

Tabelle 42: Demographische Ergebnisse

## 5.1 Demographisches

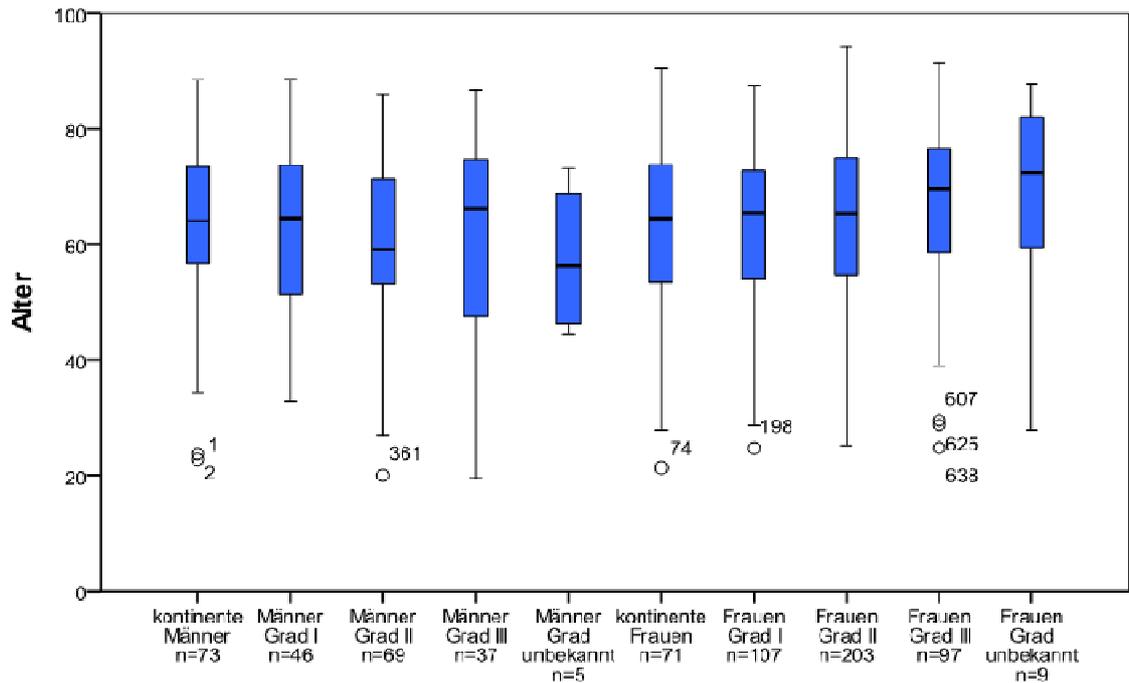


Abbildung 1: Altersverteilung

In der Gruppe der inkontinenten Personen war der Frauenanteil erheblich höher als der der Männer. In der Kontrollgruppe waren die Geschlechter annähernd gleich verteilt. Das Alter war in beiden Kollektiven in etwa identisch. Der beschriebene Unterschied in der Geschlechterverteilung zeigte sich auch in der Unterteilung nach Inkontinenzgrad, wobei im Vergleich der Gruppen untereinander der Überhang an Frauen in etwa gleich stark war. Auch hier gab es bezüglich des Alters keine nennenswerte Abweichung.

## 5.2 Bestimmung eines Inkontinenz-Scores mittels Logistischer Regression

Mit Hilfe der Logistischen Regression konnte der Einfluss der Druck- und Schwellenwerte auf die binäre Zielgröße inkontinent / kontinent analysiert werden.

Für die Parameter Ruhedruck, Zwickdruck, Perzeptionsschwelle und Drangschwelle wurden die Einflusswahrscheinlichkeiten für das Vorliegen einer Inkontinenz bestimmt.

Regressionskoeffizienten:

Ruhedruck	-0,012
Zwickdruck	-0,013
Perzeptionsschwelle	0,030
Drangschwelle	-0,014

Tabelle 43: Regressionskoeffizienten

Die Regressionskonstante lag bei 4,429.

Somit ergibt sich folgende Gleichung zur Ermittlung des Inkontinenz-Scores:

$$f(x) = \frac{\exp(4,429 - 0,012 * \text{Ruhedruck} - 0,013 * \text{Zwickdruck} + 0,03 * \text{Perzeptionsschwelle} - 0,014 * \text{Drangschwelle})}{1 + \exp(4,429 - 0,012 * \text{Ruhedruck} - 0,013 * \text{Zwickdruck} + 0,03 * \text{Perzeptionsschwelle} - 0,014 * \text{Drangschwelle})}$$

Formel 7: Gleichung zur Ermittlung des Inkontinenz-Scores

Die Signifikanz lag bei Ruhe-, Zwickdruck und Drangschwelle unter 0,001, bei der Perzeptionsschwelle bei 0,016. Die Standardabweichung von  $\beta$  nahm für die einzelnen Parameter Werte  $< 0,008$  und für die Regressionskonstante 0,444 an. Aufgrund der niedrigen p-Werte und der geringen Standardabweichung kann von einer Zuverlässigkeit der Regressionskoeffizienten und –konstante ausgegangen werden.

### 5.3 Messergebnisse

In der nachfolgenden Tabelle werden die Ergebnisse der vier gemessenen Parameter Ruhedruck, Zwickdruck, Perzeptionsschwelle und Drangschwelle jeweils als Mittelwert  $\pm$  Standardfehler angegeben.

Das Kollektiv wurde in gesunde und inkontinente Personen eingeteilt, von denen letztere wiederum anhand ihres Grades an Inkontinenz unterschieden wurden. Des Weiteren fand eine Unterteilung der Patienten- und der Kontrollgruppe nach dem Geschlecht statt.

Bei den Normalpersonen zeigten sich einzelne fehlende Werte. Zwei Frauen und ein Mann hatten keinen angegebenen Ruhedruck. Beim Zwickdruck fehlten drei Messwerte bei den Frauen und einer bei den Männern. Bei acht Frauen und sechs Männern war keine Perzeptionsschwelle bestimmt worden. Des Weiteren fehlte bei vier Frauen und einem Mann eine Angabe bezüglich der Drangschwelle.

	Ruhedruck [mmHg]	Zwickdruck [mmHg]	Perzeptionssc hwelle [ml]	Drang- schwelle [ml]
Normalpersonen	68,3 $\pm$ 1,7	192,3 $\pm$ 5,9	30,0 $\pm$ 1,1	105,9 $\pm$ 2,8
Inkontinente	50,1 $\pm$ 1,0	112,6 $\pm$ 2,7	38,5 $\pm$ 1,2	80,4 $\pm$ 2,1
Grad I	56,2 $\pm$ 1,9	125,7 $\pm$ 5,4	37,35 $\pm$ 2,0	82,2 $\pm$ 3,6
Grad II	49,7 $\pm$ 1,5	113,2 $\pm$ 4,0	38,4 $\pm$ 1,6	81,5 $\pm$ 2,7
Grad III	44,8 $\pm$ 2,2	96,4 $\pm$ 4,8	39,0 $\pm$ 2,7	76,6 $\pm$ 5,8
Kontinente Frauen	69,1 $\pm$ 2,7	179,6 $\pm$ 8,6	28,65 $\pm$ 1,6	95,1 $\pm$ 3,7
Kontinente Männer	67,5 $\pm$ 2,1	204,3 $\pm$ 7,9	31,3 $\pm$ 1,6	116,0 $\pm$ 3,9
Inkontinente Frauen	46,9 $\pm$ 1,1	99,6 $\pm$ 2,8	36,3 $\pm$ 1,2	78,0 $\pm$ 2,5
Inkontinente Männer	58,6 $\pm$ 2,1	146,9 $\pm$ 5,8	44,3 $\pm$ 2,7	86,75 $\pm$ 3,9

Tabelle 44: Messergebnisse

Daraus ergaben sich folgende Ergebnisse für den Inkontinenz-Score:

Normalpersonen	$0,614 \pm 0,021$
Inkontinente	$0,863 \pm 0,007$
Grad I	$0,836 \pm 0,013$
Grad II	$0,866 \pm 0,009$
Grad III	$0,887 \pm 0,014$
Kontinente Frauen	$0,660 \pm 0,030$
Kontinente Männer	$0,574 \pm 0,028$
Inkontinente Frauen	$0,889 \pm 0,006$
Inkontinente Männer	$0,795 \pm 0,016$

Tabelle 45: Ergebnisse des Inkontinenz-Scores

## **5.4 Überprüfung der Übereinstimmung**

Mittels des zweiseitigen Mann-Whitney-U-Tests wurden verschiedene Gruppen innerhalb des Patientenkollektivs miteinander verglichen, um signifikante Unterschiede festzustellen.

### **5.4.1 Inkontinente Personen und Kontrollgruppe**

Im Vergleich zwischen der inkontinenten und der kontinenten Gruppe fiel ein signifikanter Unterschied für alle vier Parameter auf. Das Maß der Signifikanz war für die Perzeptionsschwelle schwächer als für die übrigen Werte ( $p = 0,007$  bzw.  $p < 0,001$ ).

### **5.4.2 Verschiedene Inkontinenzgrade und Kontrollgruppe**

Hier verhielt es sich ähnlich dem Vergleich mit der Gesamtheit der Inkontinenten. Die Ergebnisse für die Druckwerte und die Drangschwelle waren ohne Ausnahme signifikant unterschiedlich ( $p < 0,001$ ). Auch die Perzeptionsschwelle ergab signifikante Unterschiede in der Gegenüberstellung von Kontinenten und Personen mit Inkontinenzgrad I und II ( $p = 0,044$  bzw.  $p = 0,005$ ). Lediglich im Vergleich zu Grad III lag der p-Wert trotz der im Mittel höchsten Perzeptionsschwelle bei 0,08, wodurch eine signifikante Abweichung nicht bestätigt werden konnte.

### **5.4.3 Verschiedene Inkontinenzgrade untereinander**

Da hier mehrfache Tests in der gleichen Grundgesamtheit durchgeführt wurden, musste das  $\alpha$ -Niveau nach der Bonferroni-Korrekturregel auf  $\frac{5\%}{3}$  also 0,017 gesenkt werden.

Bei der Betrachtung der Messergebnisse zeigte sich mit zunehmendem Schweregrad der Inkontinenz ein Abfall des Ruhe- und Zwickdrucks sowie ein Anstieg der Perzeptionsschwelle bzw. ein Absinken der Stuhldrangschwelle.

Für die Perzeptionsschwelle ließ sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Inkontinenzgraden feststellen. Bezüglich der Drangschwelle verfehlte die Differenz zwischen dem Grad III und den niedrigeren Inkontinenzgraden gerade die Signifikanz. Die für den Ruhedruck ermittelten p-Werte lagen alle im

## 5.4 Überprüfung der Übereinstimmung

---

Signifikanzniveau. Grad III-Inkontinente wiesen einen signifikant niedrigeren Zwickdruck als Grad I- und -II-Inkontinente auf. Beim Vergleich von Grad I und Grad II konnte eine signifikante Abweichung nicht bewiesen werden.

### Ruhedruck

	Grad I	Grad II	Grad III
Grad I	-	0,002	<0,001
Grad II	0,002	-	0,008
Grad III	<0,001	0,008	-

Tabelle 46: p-Werte beim Vergleich des Ruhedrucks verschiedener Inkontinenzgrade untereinander

### Zwickdruck

	Grad I	Grad II	Grad III
Grad I	-	0,031	<0,001
Grad II	0,031	-	0,015
Grad III	<0,001	0,015	-

Tabelle 47: p-Werte beim Vergleich des Zwickdrucks verschiedener Inkontinenzgrade untereinander

### Perzeptionsschwelle

	Grad I	Grad II	Grad III
Grad I	-	0,620	0,927
Grad II	0,620	-	0,574
Grad III	0,927	0,574	-

Tabelle 48: p-Werte beim Vergleich der Perzeptionsschwelle verschiedener Inkontinenzgrade untereinander

Drangschwelle

	Grad I	Grad II	Grad III
Grad I	-	0,757	0,024
Grad II	0,757	-	0,019
Grad III	0,024	0,019	-

Tabelle 49: p-Werte beim Vergleich der Drangschwelle verschiedener Inkontinenzgrade untereinander

#### 5.4.4 Geschlechtergetrennte Betrachtung

Bei der Gegenüberstellung inkontinenter und kontinenter Frauen und Männer fielen wie beim Vergleich der Gesamtgruppe für alle vier Werte signifikante Unterschiede auf. Auch hier war der p-Wert der Perzeptionsschwelle wieder höher als der der anderen Parameter (0,026 bei den Frauen, 0,029 bei den Männern und  $< 0,001$  für Zwickdruck und Drangschwelle). Bei den Frauen ergab der Ruhedruck einen p-Wert von  $< 0,001$ , bei den Männern 0,002.

#### 5.4.5 Inkontinenz-Score

Sowohl im Vergleich zwischen inkontinenten und kontinenten Personen als auch bei der Gegenüberstellung der verschiedenen Inkontinenzgrade mit der Kontrollgruppe fiel ein Unterschied mit  $p < 0,001$  auf. Der maximale p-Wert im Vergleich zwischen den Inkontinenzgraden lag bei 0,018 für den Vergleich zwischen Grad I und II, womit das Signifikanzniveau (0,017) gerade nicht erreicht wurde. Alle anderen Schweregrade wiesen eine signifikante Disparität auf ( $p \leq 0,001$ ). Signifikante Unterschiede ergaben sich auch bei geschlechtergetrennter Betrachtung des Inkontinenz-Scores.

### 5.4.6 Korrelation zwischen Inkontinenzgrad und Messwerten

Der Spearman-Korrelationskoeffizient  $\rho$  ergab folgende Werte:

Parameter	$\rho$	p
Ruhedruck	-0,360	<0,001
Zwickdruck	-0,423	<0,001
Perzeptionsschwelle	0,071	0,068
Drangschwelle	-0,242	<0,001
Score	0,440	<0,001

Tabelle 50: Spearman-Korrelationskoeffizienten

### 5.4.7 Zusammenfassende Bewertung

Die Messergebnisse der anorektalen Manometrie von kontinenten und inkontinenten Personen unterschieden sich deutlich voneinander.

Eine Differenzierung des Inkontinenzgrads angesichts der Ergebnisse der anorektalen Manometrie war anhand der sensorischen Schwellenwerte im Gegensatz zu den Druckwerten nicht möglich.

Insgesamt schien die Perzeptionsschwelle weniger durch die Inkontinenz beeinflusst als die übrigen Parameter.

Im Vergleich zu den einzelnen Parametern lieferte der Inkontinenz-Score eine trennschärfere Differenzierung zwischen inkontinent und kontinent.

Bis auf die Korrelation zwischen Perzeptionsschwelle und Inkontinenzgrad waren alle Ergebnisse auf dem Signifikanzniveau von 99% zuverlässig.

Bezüglich des Ruhedrucks und der Drangschwelle war der Zusammenhang schwach. Zwickdruck und Inkontinenz-Score wiesen eine mäßige Korrelation mit dem Grad der Inkontinenz auf (Fowler 1998).

## 5.5 Grenzwertbestimmung mittels ROC-Analyse

Es ergaben sich folgende Normwerte:

	Bis 60 Jahre		Bis 70 Jahre		Über 70 Jahre	
	Frauen	Männer	Frauen	Männer	Frauen	Männer
Ruhedruck [mmHg]	≥ 53,5	≥ 49,5	≥ 50,5	≥ 43,5	≥ 50,5	≥ 43,5
Zwickdruck [mmHg]	≥ 127,5	≥ 123,5	≥ 101,5	≥ 124,5	≥ 101,5	≥ 110
Perzeptions-schwelle [ml]	≤ 47,5	≤ 47,5	≤ 42,5	≤ 47,5	≤ 47,5	≤ 42,5
Drang-schwelle [ml]	≥ 62,5	≥ 62,5	≥ 67,5	≥ 77,5	≥ 67,5	≥ 67,5
Score	≤ 0,846	≤ 0,849	≤ 0,846	≤ 0,822	≤ 0,872	≤ 0,849

Tabelle 51: Grenzwerte unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht

## 5.6 Anzahl pathologischer Werte

Unter Berücksichtigung der zuvor ermittelten Grenzwerte wurde für jede Person die Anzahl pathologischer Werte bestimmt.

Unter den Inkontinenten hatten 90 Personen (15,7%) einen einzigen pathologischen Wert, 93 Personen (16,2%) zeigten zwei pathologische Werte, 186 Patienten (32,5%) wiesen drei abnormale Messungen auf, 145 Probanden (25,3%) hatten vier pathologische Werte und bei 10 Personen (1,7%) waren alle fünf Parameter außerhalb der Norm.

Somit war bei 524 Patienten (91,4%) zumindest ein Wert pathologisch.

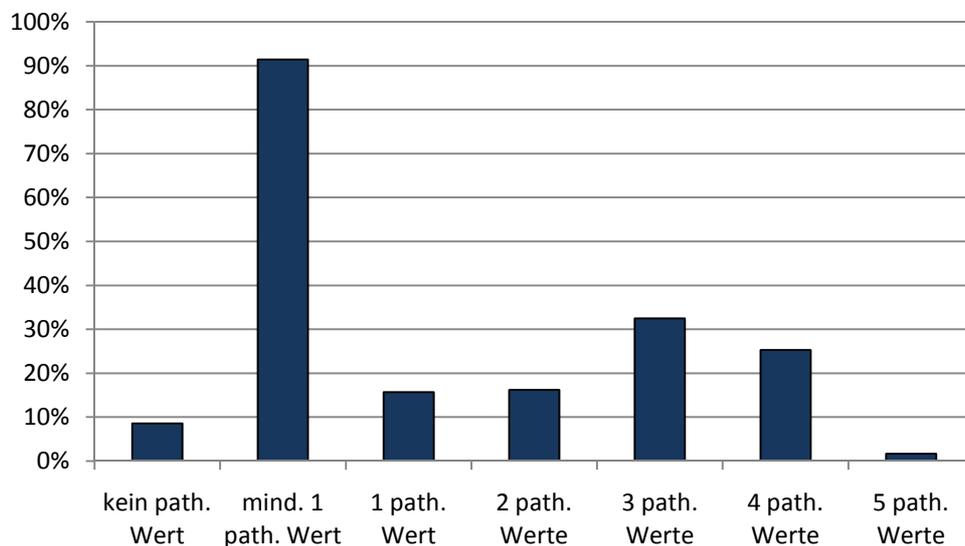


Abbildung 2: Anteil der Inkontinenten mit einer unterschiedlichen Anzahl pathologischer Werte

Beim Vergleich der verschiedenen Schweregrade fiel auf, dass der Anteil der Personen mit mindestens einem pathologischen Messergebnis mit zunehmendem Schweregrad anstieg. Des Weiteren nahm die Anzahl abnormer Werte tendenziell mit dem Schweregrad zu.

## 5.6 Anzahl pathologischer Werte

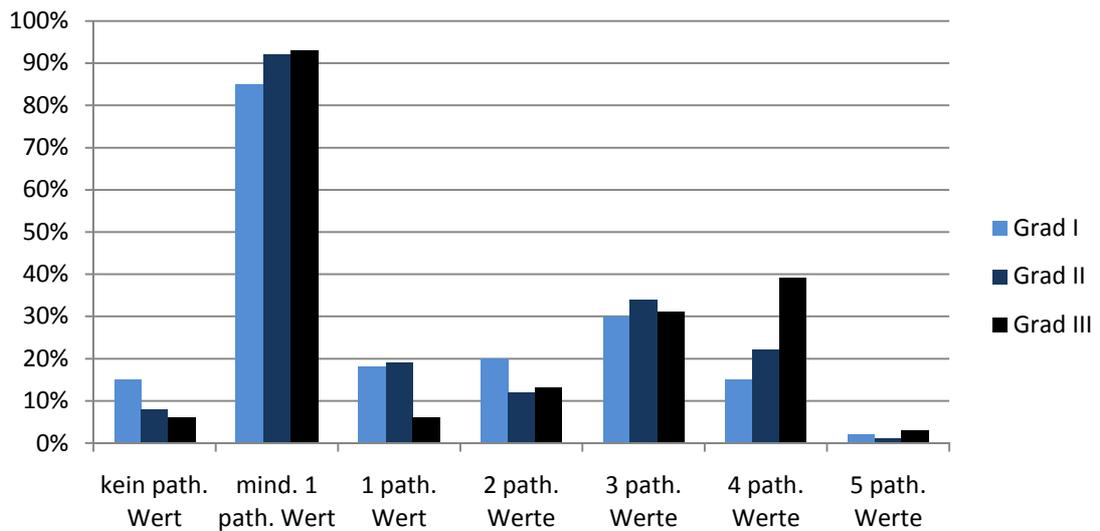


Abbildung 3: Zusätzliche Unterteilung nach Inkontinenzgrad

In der Kontrollgruppe präsentierten sich 34 Personen (23,6%) mit einem pathologischen Wert, 13 Probanden (9,0%) zeigten zwei abnorme Messungen, 4 (2,8%) hatten drei Werte außerhalb der Norm und 2 Personen (1,4%) sogar vier pathologische Ergebnisse.

Bei 91 Personen (63,2%) waren hingegen alle Parameter im Normbereich.

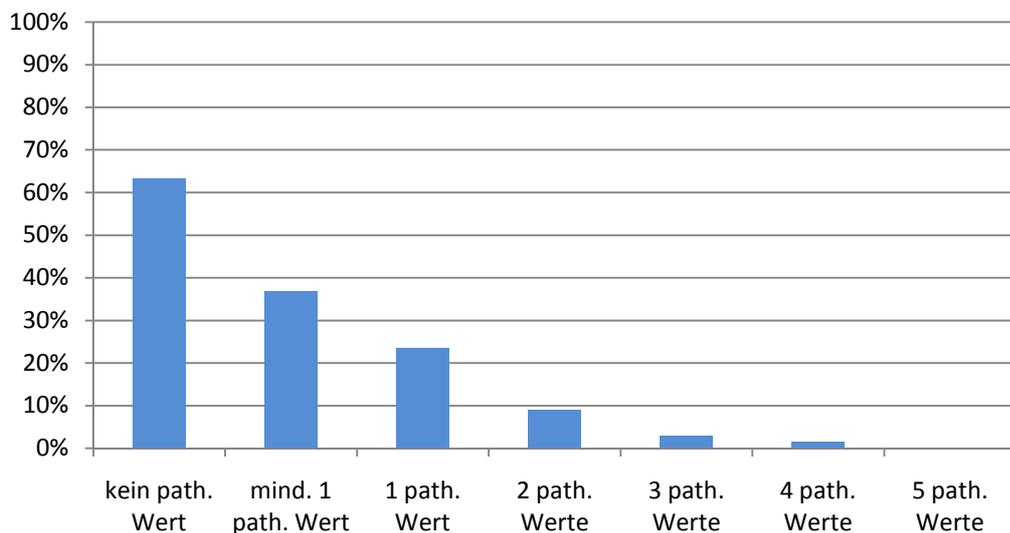


Abbildung 4: Anteil der Kontinenten mit einer unterschiedlichen Anzahl pathologischer Werte

### 5.6.1 Ruhedruck

Insgesamt hatten 338 der 573 (59,0%) inkontinenten Personen einen zu niedrigen Ruhedruck. Davon waren 66 Männer (42,0%) und 272 Frauen (65,4%).

Bei den Patienten mit einem Inkontinenzgrad von I fanden sich bei 72 Personen (47,1%) pathologische Werte. In der Gruppe mit einem Inkontinenzgrad von II wiesen 166 Personen (61,0%) einen pathologischen Wert auf. 89 Personen (66,4%) mit Grad III präsentierten erniedrigte Ergebnisse.

Unter den Normalpersonen wurden bei 28 Personen (19,4%) pathologische Ergebnisse gemessen. Davon waren 15 Frauen (21,1%) und 13 Männer (17,8%).

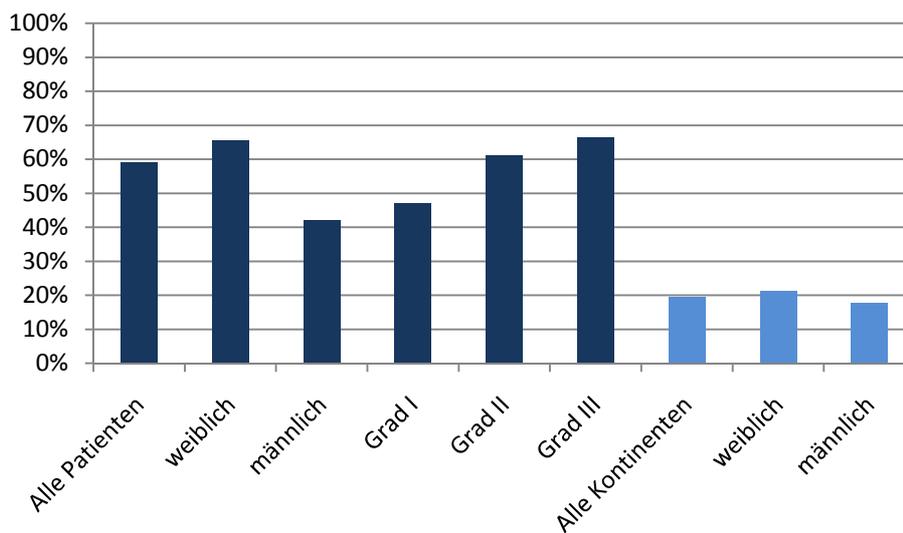


Abbildung 5: Verteilung pathologischer Ruhedruckwerte

### 5.6.2 Zwickdruck

Bezüglich des Zwickdrucks zeigten 339 Personen der inkontinenten Gruppe (59,2%) zu niedrige Werte, 281 davon waren Frauen (67,5%) und 58 Männer (36,9%).

Patienten mit einem Inkontinenzgrad von I wiesen in 72 Fällen (47,1%) pathologische Werte auf. Bei 162 Personen (59,6%) mit einer Grad II-Inkontinenz wurde ein erniedrigter Zwickdruck gemessen. Für Grad III lag die Anzahl pathologischer Werte bei 95 (70,9%).

10 Personen (6,9%) der Kontrollgruppe, 5 Frauen (7,0%) und 5 Männer (6,8%), präsentierten einen zu niedrigen Zwickdruck.

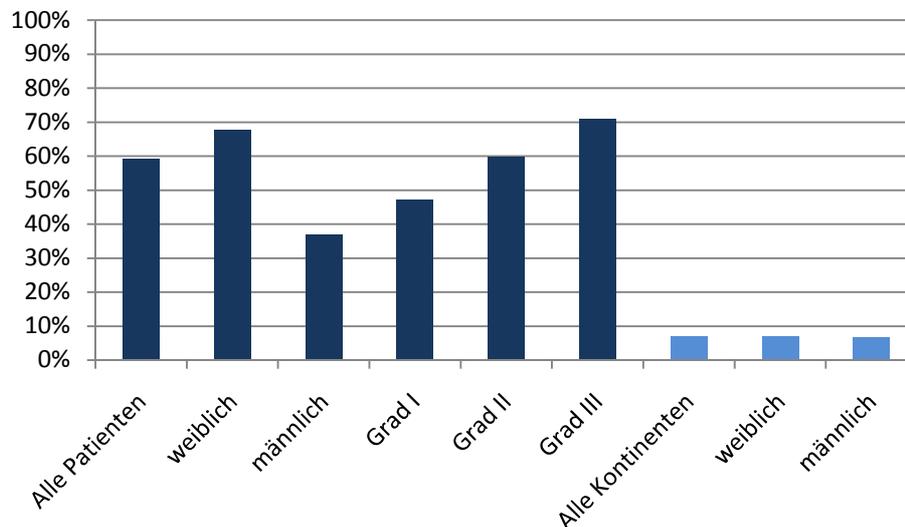


Abbildung 6: Verteilung pathologischer Zwickdruckwerte

### 5.6.3 Perzeptionsschwelle

105 inkontinente Frauen (25,2%) und 53 Männer (33,8%), also insgesamt 158 Personen (27,6%) des Patientenkollektivs wiesen eine erhöhte Perzeptionsschwelle auf.

Bei den Inkontinenten mit Grad I wurde bei 41 Patienten (26,8%) eine zu hohe Perzeptionsschwelle ermittelt. Von allen Grad II-Inkontinenten zeigten 75 Personen (27,6%) einen pathologischen Wert. Für Grad III ergaben sich 37 (27,6%) erhöhte Werte.

In der Kontrollgruppe fanden sich 16 pathologische Werte (11,1%). Davon waren 8 Frauen (11,3%) und 8 Männer (11,0%).

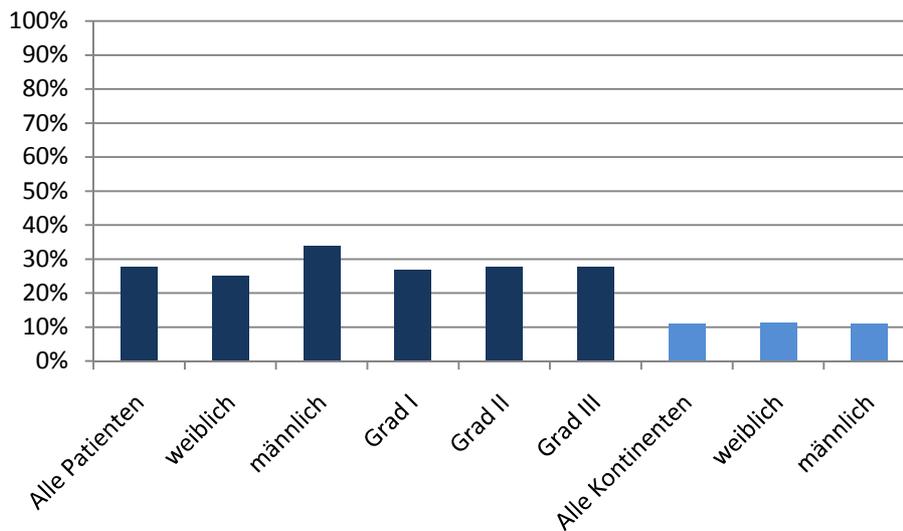


Abbildung 7: Verteilung pathologischer Perzeptionsschwellenwerte

### 5.6.4 Drangschwelle

209 der inkontinenten Personen (36,5%) präsentierten eine erniedrigte Drangschwelle, 160 davon waren Frauen (38,5%) und 49 Männer (31,2%).

Bei 49 Personen (32,0%) mit einem Inkontinenzgrad von I wurden abnormale Werte gemessen. 88 Personen (32,4%) mit Grad II wiesen zu niedrige Messergebnisse auf. Bei 66 Patienten (50,0%) mit Grad III war die Drangschwelle herabgesetzt.

Bei 7 der kontinenten Personen (4,9%) konnte eine pathologische Drangschwelle ermittelt werden. Darunter waren 2 Frauen (2,8%) und 5 Männer (6,8%).

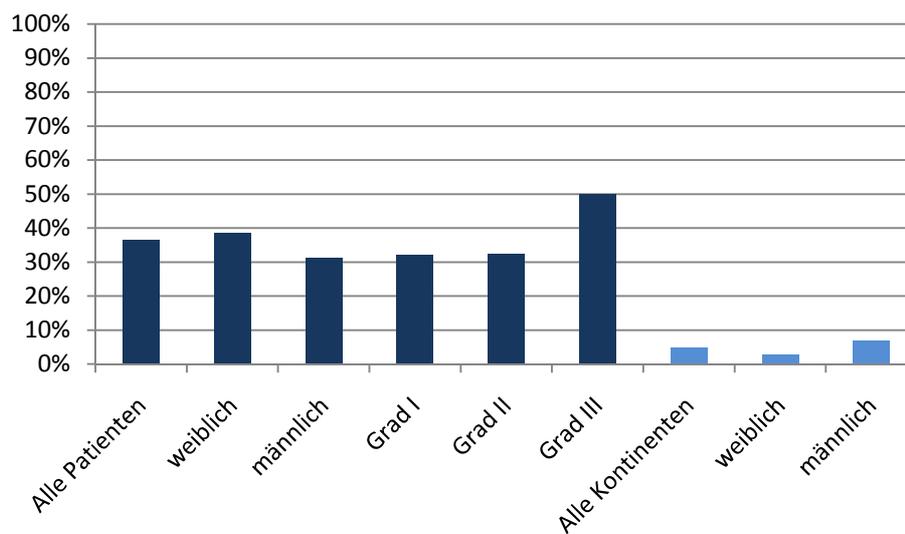


Abbildung 8: Verteilung pathologischer Drangschwellenwerte

### 5.6.5 Score

420 inkontinente Personen (73,3%) zeigten einen erhöhten Wert des Inkontinenz-Scores. Darunter waren 334 Frauen (80,3%) und 86 Männer (54,8%).

In der Gruppe mit einem Inkontinenzgrad von I wiesen 101 Personen (66,0%) einen pathologischen Wert auf. 195 Patienten (71,7%) mit einer Grad II-Inkontinenz hatten einen abnormen Score-Wert. Dies war auch bei 111 Personen (82,8%) mit Grad III der Fall.

In der Kontrollgruppe wurden 19 Personen (13,2%), 12 Frauen (16,9%) und 7 Männer (9,6%), fälschlicherweise als inkontinent diagnostiziert.

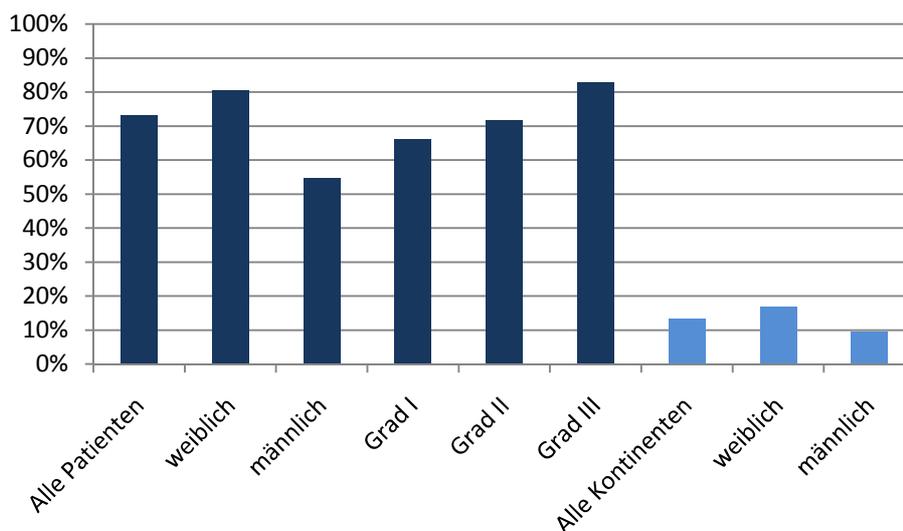


Abbildung 9: Verteilung pathologischer Werte des Inkontinenz-Scores

### 5.6.6 Zusammenfassende Bewertung

In der Patientengruppe fand sich bei 91,4% mindestens ein pathologischer Wert. Leider wurden 36,2% der gesunden Population fälschlicherweise als inkontinent diagnostiziert.

Auch der Grad der Inkontinenz hatte Einfluss auf die Anzahl an pathologischen Messergebnissen.

Gemessen an den einzelnen Parametern lieferte der Score die höchste Rate an pathologischen Werten bei den Inkontinenten, gefolgt von Ruhe- und Zwickdruck. Vor allem die Perzeptionsschwelle war mit 27,6% abnormen Werten eher unzuverlässig.

Der Ruhedruck lieferte die höchste Rate an falsch positiven Ergebnissen, gefolgt von Score, Perzeptionsschwelle, Zwickdruck und Drangschwelle.

Im Vergleich zwischen den Geschlechtern fiel auf, dass die Rate an pathologischen Werten bei den Frauen in allen Belangen außer der Perzeptionsschwelle meist deutlich über der der Männer lag.

## 5.7 Vorhersagewerte

Definiert man eine Person als inkontinent, falls sie mindestens einen pathologischen Messwert aufwies, ergaben sich die folgenden Vorhersagewerte.

	Positiv prädiktiver Wert	Negativ prädiktiver Wert	Korrekt-klassifikationsrate	Sensitivität	Spezifität
Alle Inkontinenten	90,8%	65,0%	85,8%	91,4%	
Grad I	71,2%	80,5%	74,7%	85,6%	
Grad II	82,7%	82,7%	82,7%	93,0%	
Grad III	70,4%	91,9%	78,1%	94,0%	
Inkontinente männlich	84,1%	78,4%	78,3%	84,1%	
Inkontinente weiblich	93,3%	79,1%	89,3%	94,2%	
Alle Kontinenten					63,2%
Kontinente männlich					65,8%
Kontinente weiblich					60,6%

Tabelle 52: Vorhersagewerte für verschiedene Personengruppen

Bei der Betrachtung aller Probanden fielen ein sehr guter positiv prädiktiver Wert und eine hohe Sensitivität auf. Auch die Korrektklassifikationsrate war gut. Negativ prädiktiver Wert und Spezifität waren eher eingeschränkt.

In der schweregradabhängigen Untersuchung war der negativ prädiktive Wert im Vergleich zur Gesamtgruppe deutlich besser. Positiv prädiktiver Wert und Korrektklassifikationsrate eher schlechter.

Bezüglich der unterschiedlichen Inkontinenzgrade war zu beobachten, dass der negativ prädiktive Wert und die Sensitivität mit einem höheren Schweregrad zunahm. Ansonsten war kein Zusammenhang erkennbar.

In der geschlechtergetrennten Beobachtung zeigte sich häufiger eine korrekte Klassifikation bei Frauen

	Positiv prädiktiver Wert	Negativ prädiktiver Wert	Korrekt-klassifikationsrate	Sensitivität	Spezifität
Ruhedruck	92,3%	33,0%	63,3%	59,0%	80,6%
Zwickdruck	97,1%	36,4%	66,0%	59,2%	93,1%
Perzeptions-schwelle	90,8%	23,6%	39,9%	27,6%	88,9%
Drang-schwelle	96,8%	27,3%	48,3%	36,5%	95,1%
Score	95,7%	45,0%	76,0%	73,3%	86,8%

Tabelle 53: Vorhersagewerte für die verschiedenen Parameter

Der positive Vorhersagewert war für alle Parameter als sehr gut einzuschätzen. Der negative Vorhersagewert war hingegen nicht überzeugend, wenn auch die Druckwerte und vor allem der Score den Schwellenwerten überlegen war. Ähnliche Verhältnisse fanden sich bei der Korrektklassifikationsrate. Insbesondere der Score lieferte verlässliche Werte.

Bei der Betrachtung der Einzelparameter fiel auf, dass ihre Spezifität deutlich höher als ihre Sensitivität war. Die Sensitivität war für den Score am höchsten. Die Spezifität hingegen kann für Zwickdruck und die Drangschwelle als sehr gut und für die übrigen Parameter als gut bezeichnet werden.

## 5.8 Diskriminationsfähigkeit der anorektalen Manometrie

### 5.8.1 Inkontinente Personen und Kontrollgruppe

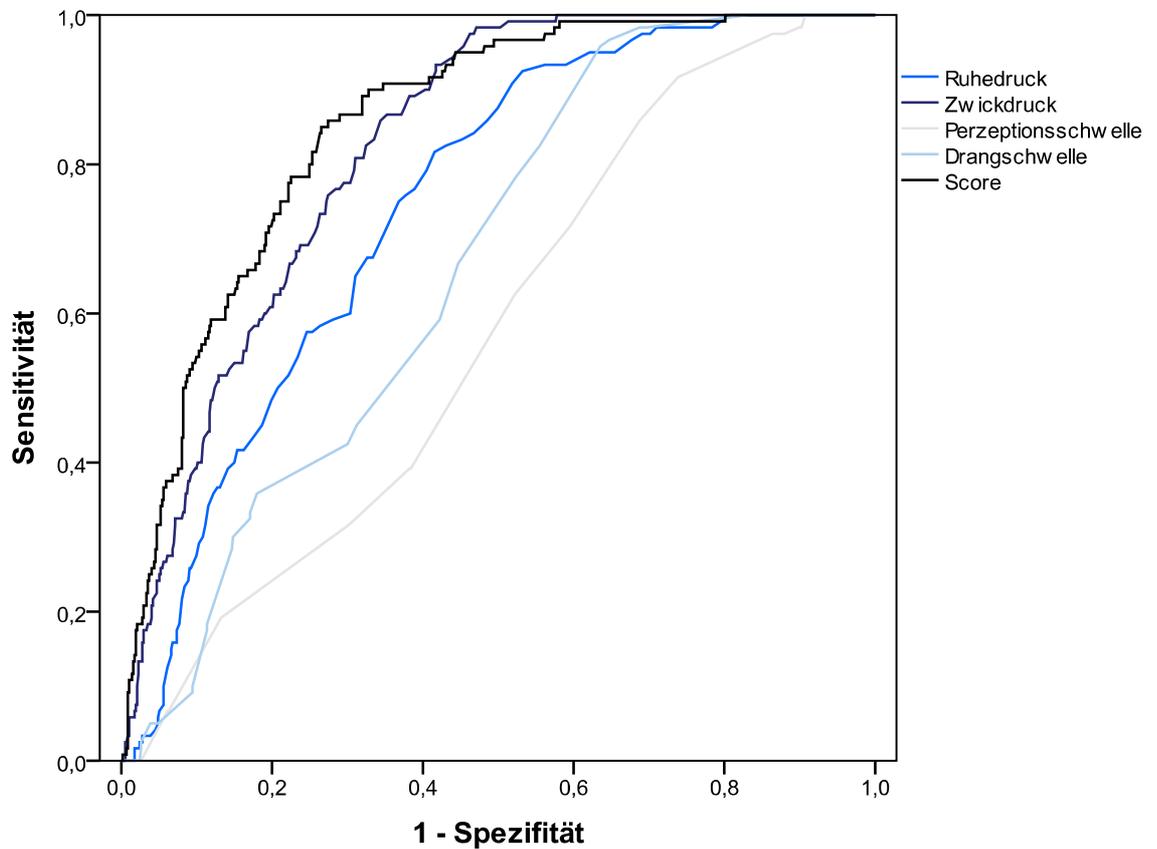


Abbildung 10: ROC-Kurve für Kontinente und Inkontinente

Parameter	AUC	Standardfehler	p	95%-Konfidenzintervall
Ruhedruck	0,746	0,021	< 0,001	0,705-0,787
Zwickdruck	0,825	0,017	< 0,001	0,792-0,857
Perzeptionsschwelle	0,574	0,026	0,011	0,523-0,624
Drangschwelle	0,665	0,023	< 0,001	0,620-0,710
Score	0,852	0,017	< 0,001	0,820-0,885

Tabelle 54: AUC-Werte für Kontinente und Inkontinente

Der Zwickdruck und vor allem der Inkontinenz-Score lieferten eine gute Diskriminationsfähigkeit. Die Unterscheidungsfähigkeit des Ruhedrucks war mäßig und die der beiden Schwellenwerte eher eingeschränkt. Eine Differenzierung zwischen kontinent und inkontinent mittels der Perzeptionsschwelle erwies sich als nicht möglich.

### 5.8.2 Verschiedene Inkontinenzgrade und Kontrollgruppe

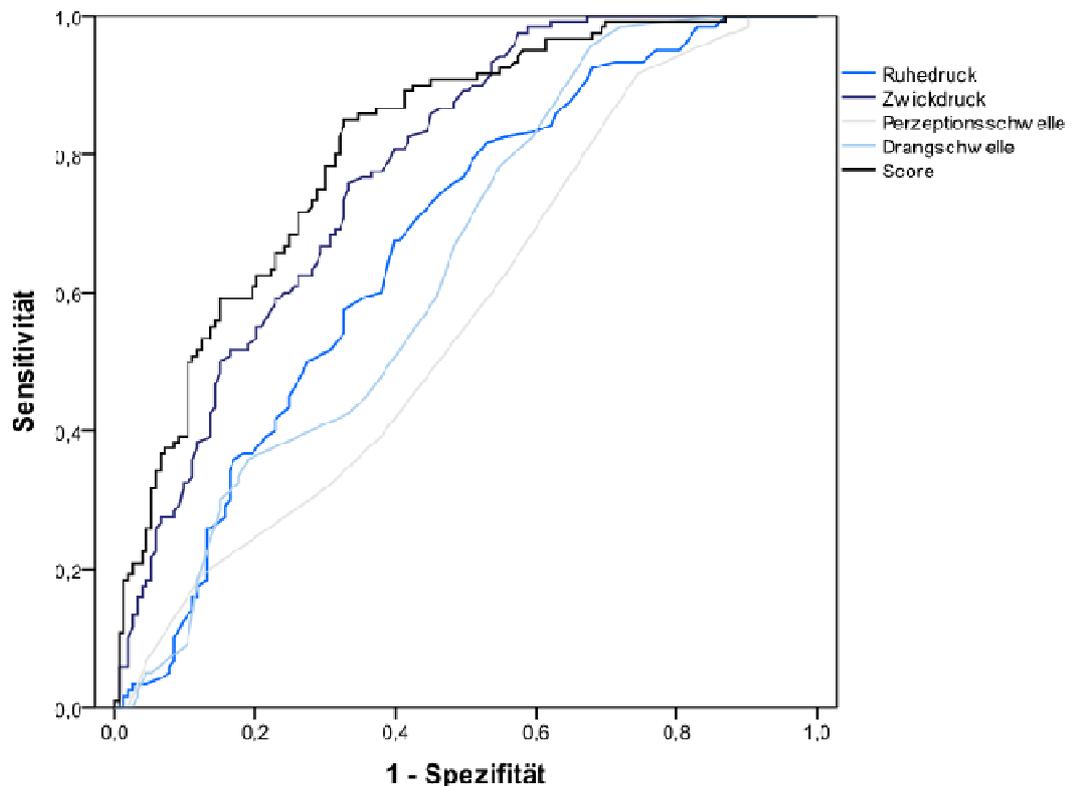


Abbildung 11: ROC-Kurve für Kontinente und Inkontinente Grad I

Parameter	AUC	Standardfehler	p	95%-Konfidenzintervall
Ruhedruck	0,669	0,032	< 0,001	0,606-0,733
Zwickdruck	0,777	0,027	< 0,001	0,723-0,831
Perzeptionsschwelle	0,567	0,035	0,058	0,499-0,635
Drangschwelle	0,640	0,033	< 0,001	0,575-0,705

## 5.8 Diskriminationsfähigkeit der anorektalen Manometrie

Parameter	AUC	Standardfehler	p	95%-Konfidenzintervall
Score	0,812	0,025	< 0,001	0,762-0,862

Tabelle 55: AUC-Werte für Kontinente und Inkontinente Grad I

Bei den Patienten mit Grad I war die Diskriminationsfähigkeit im Vergleich zum Gesamtkollektiv etwas schlechter. Lediglich der Inkontinenz-Score wies noch eine gute Unterscheidungsfähigkeit auf. Die des Zwickdrucks war annehmbar. Die Fähigkeit des Ruhedrucks und der Drangschwelle zur Differenzierung zwischen inkontinent und kontinent war begrenzt. Außerdem war das Ergebnis der Perzeptionsschwelle nicht signifikant und eine Diskriminationsfähigkeit somit nicht gegeben.

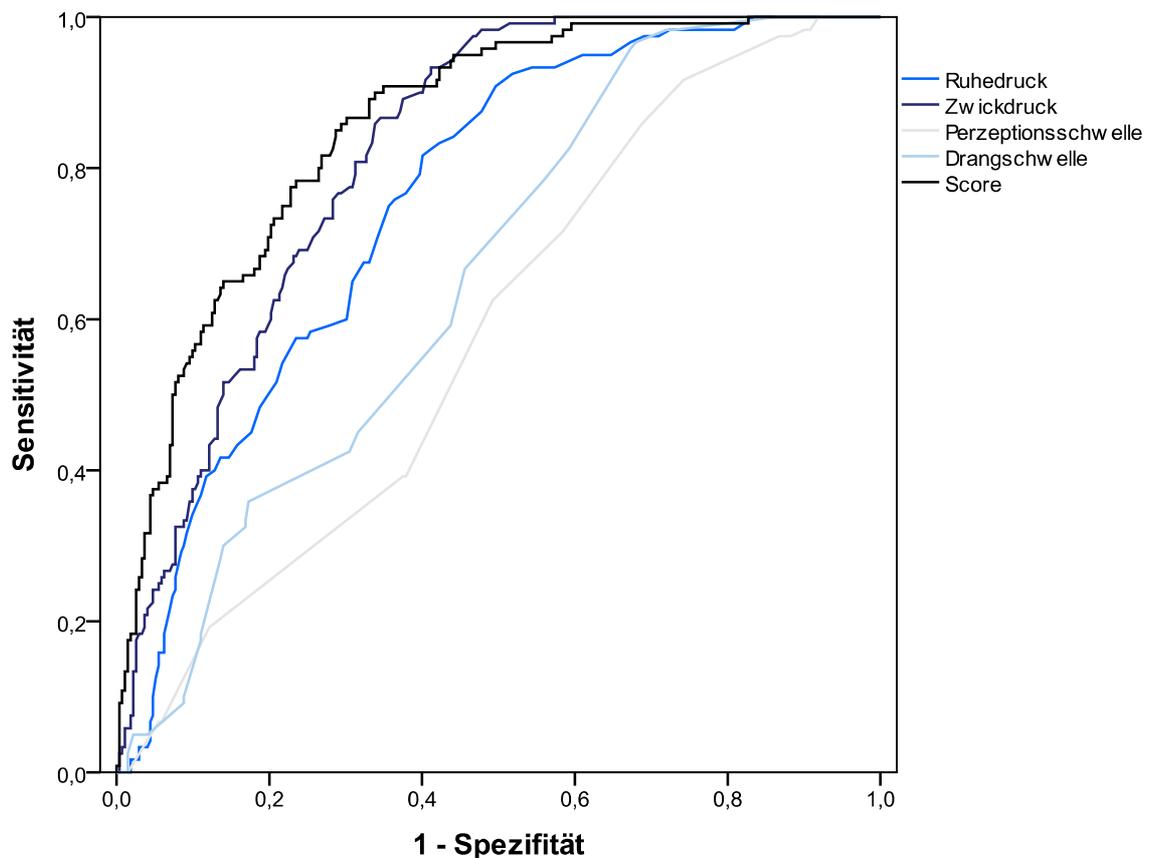


Abbildung 12: ROC-Kurve für Kontinente und Inkontinente Grad II

## 5.8 Diskriminationsfähigkeit der anorektalen Manometrie

Parameter	AUC	Standardfehler	p	95%-Konfidenzintervall
Ruhedruck	0,757	0,024	< 0,001	0,709-0,805
Zwickdruck	0,820	0,020	< 0,001	0,780-0,860
Perzeptionsschwelle	0,584	0,030	0,008	0,526-0,642
Drangschwelle	0,655	0,028	< 0,001	0,600-0,709
Score	0,855	0,019	< 0,001	0,817-0,892

Tabelle 56: AUC-Werte für Kontinente und Inkontinente Grad II

Die Ergebnisse der Gruppe mit einem Inkontinenzgrad von II entsprachen in etwa denen des Gesamtkollektivs.

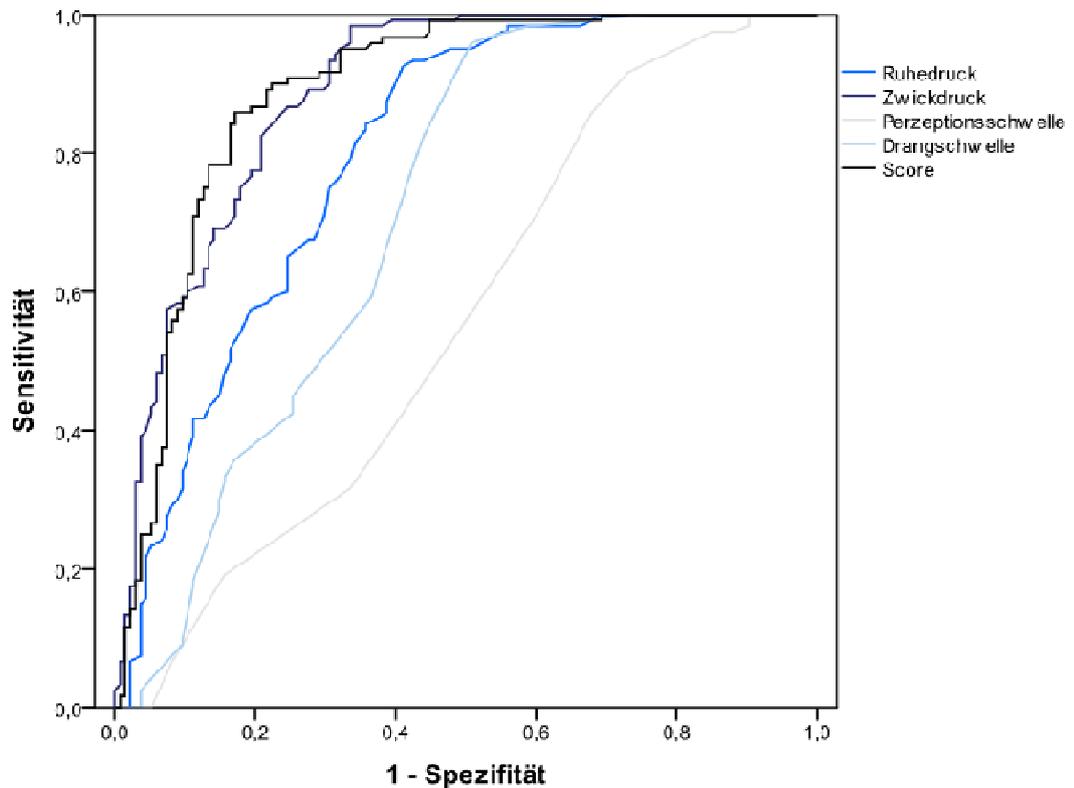


Abbildung 13: ROC-Kurve für Kontinente und Inkontinente Grad III

Parameter	AUC	Standardfehler	p	95%-Konfidenzintervall
Ruhedruck	0,799	0,028	<0,001	0,744-0,853
Zwickdruck	0,887	0,021	<0,001	0,847-0,927
Perzeptionsschwelle	0,560	0,036	0,096	0,490-0,631
Drangschwelle	0,714	0,033	<0,001	0,650-0,778
Score	0,888	0,022	<0,001	0,845-0,930

Tabelle 57: AUC-Werte für Kontinente und Inkontinente Grad III

Für die Gruppe der Patienten mit einer Grad III-Inkontinenz errechneten sich bessere Werte als für die Gesamtgruppe. Das Ergebnis für die Perzeptionsschwelle war allerdings weiterhin nicht signifikant.

### 5.8.3 Geschlechtergetrennte Betrachtung

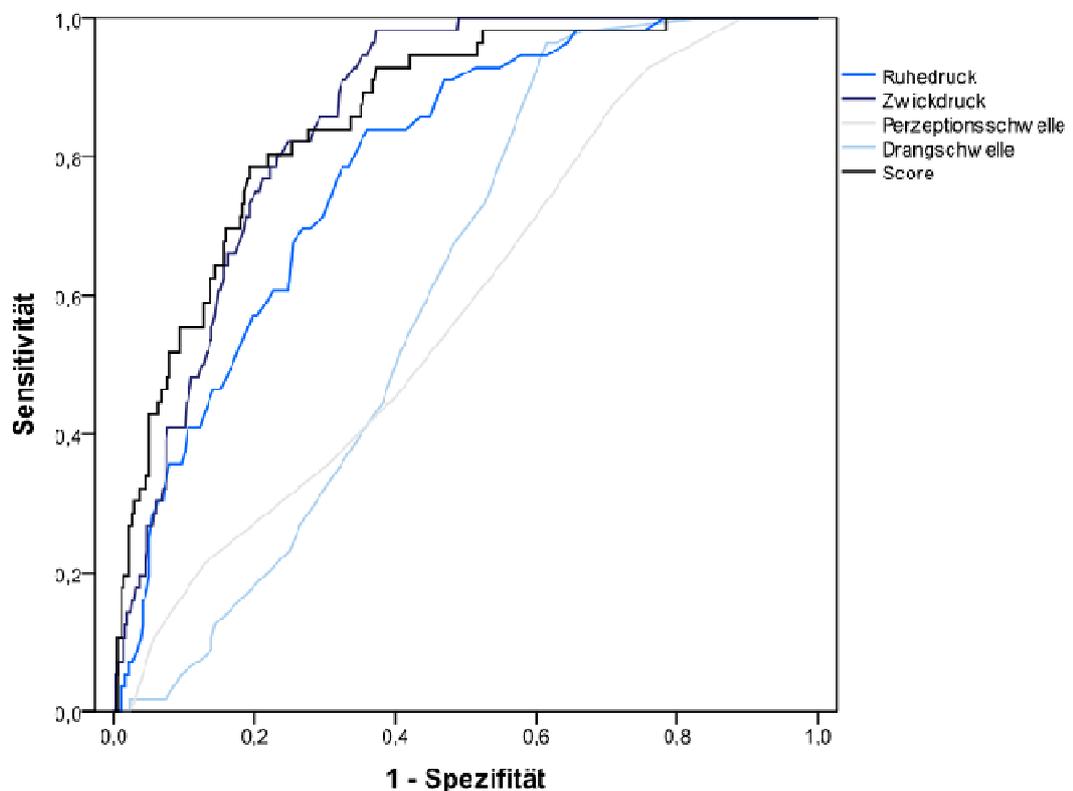


Abbildung 14: ROC-Kurve für kontinente und inkontinente Frauen

## 5.8 Diskriminationsfähigkeit der anorektalen Manometrie

Parameter	AUC	Standardfehler	p	95%-Konfidenzintervall
Ruhedruck	0.789	0,028	<0,001	0,735-0,843
Zwickdruck	0.856	0,020	<0,001	0,818-0,895
Perzeptionsschwelle	0,586	0,037	0,036	0,514-0,658
Drangschwelle	0,615	0,029	0,005	0,557-0,672
Score	0,858	0,024	<0,001	0,811-0,904

Tabelle 58: AUC-Werte für kontinente und inkontinente Frauen

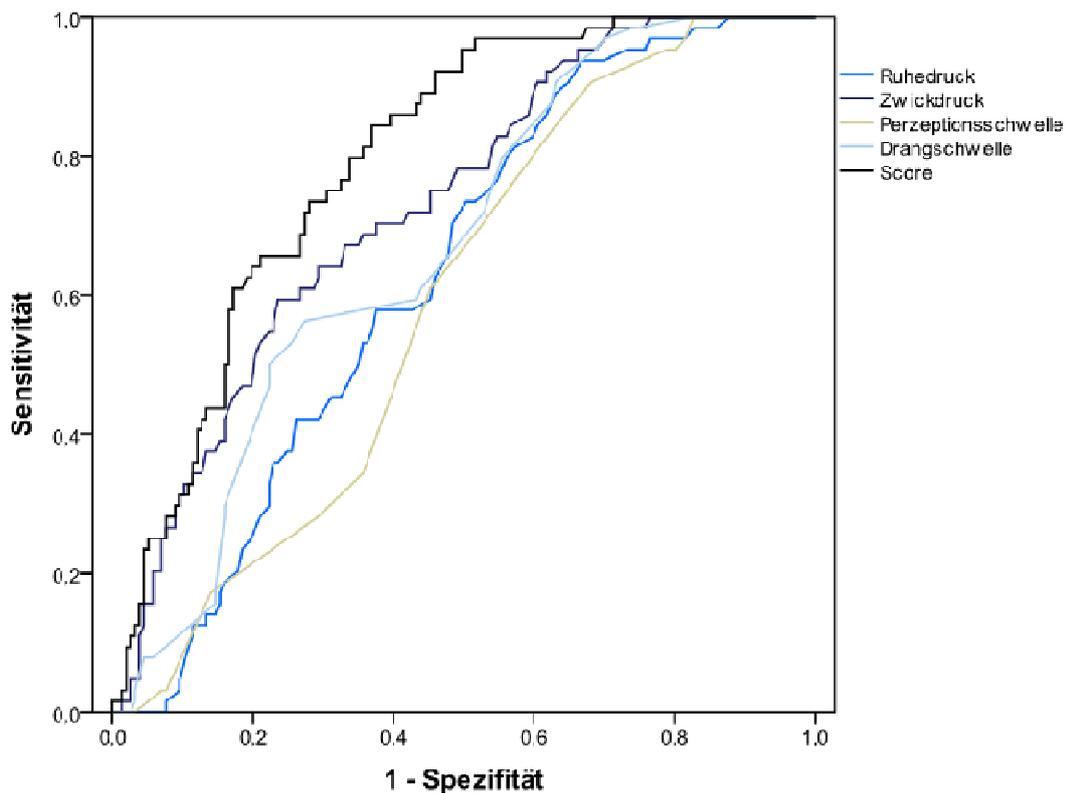


Abbildung 15: ROC-Kurve für kontinente und inkontinente Männer

Parameter	AUC	Standardfehler	p	95%-Konfidenzintervall
Ruhedruck	0,629	0,037	0,003	0,556-0,703
Zwickdruck	0,728	0,035	<0,001	0,659-0,797
Perzeptionsschwelle	0,591	0,038	0,035	0,515-0,666
Drangschwelle	0,668	0,037	<0,001	0,596-0,741
Score	0,796	0,030	<0,001	0,737-0,855

Tabelle 59: AUC-Werte für kontinente und inkontinente Männer

Es fiel auf, dass die Diskriminationsfähigkeit der Manometrie-Ergebnisse der Frauen, mit Ausnahme der Schwellenwerte, wesentlich besser war als die der Männer, bei denen kein Messparameter eine zufriedenstellende Unterscheidungsfähigkeit aufweisen konnte. Die Rangfolge der Werte (Score an erster Stelle, gefolgt von Druckwerten und zuletzt die Schwellenwerte) entsprach im Allgemeinen denen der Gesamtgruppe, wohingegen die Drangschwelle der Männer besser abschnitt als deren Ruhedruck.

#### 5.8.4 Zusammenfassende Bewertung

Die Diskriminationsfähigkeit des Inkontinenz-Scores war durchweg gut. Auch der Zwickdruck war zur Differenzierung zwischen inkontinent und kontinent durchaus geeignet. Die Aussagekraft des Ruhedrucks und insbesondere der Drangschwelle war diesbezüglich eher eingeschränkt. Die Perzeptionsschwelle war nicht fähig zwischen gesund und krank zu unterscheiden. Die Unterscheidungsfähigkeit der Druckwerte war bei den Frauen deutlich besser. Bei den sensorischen Schwellenwerten fand sich bei den Männern eine gering bessere Trennschärfe zwischen inkontinenten und kontinenten Personen.

## 6. Diskussion

Die vorliegende Untersuchung befasst sich mit der Validierung der Diskriminationsfähigkeit der anorektalen Manometrie zwischen kontinenten und inkontinenten Personen. Zu diesem Zweck wurden die Messergebnisse von 573 inkontinenten Patienten mit denen von 144 Normalpersonen verglichen.

Bei der Betrachtung der demographischen Daten kann konstatiert werden, dass in kaum einer anderen Studie so viele kontinente Personen eingeschlossen wurden. In den wenigen Studien mit einer ähnlich hohen Anzahl an Kontrollen lag die der Inkontinenten weit unter der Zahl dieser Arbeit (Felt-Bersma 1998, Felt-Bersma 1990, Engel 1995, Kuijpers 1990, McHugh 1987). Lediglich die Studie von Thekkinkattil (2008) schloss eine vergleichbare Anzahl an Patienten und Normalpersonen ein.

In der Kontrollgruppe wurde auf eine ausgeglichene Geschlechterverteilung geachtet. In der Patientengruppe hingegen lag der Anteil der Frauen deutlich über dem der Männer, was die höhere Prävalenz der Stuhlinkontinenz bei Frauen aufgrund des Risikofaktors Entbindung widerspiegelt. Dieses Ungleichgewicht besteht auch in der deutlichen Mehrheit der publizierten Studien. Der Unterschied in der Geschlechterverteilung in der Kontroll- und Inkontinenzgruppe in dieser Arbeit hat jedoch keinen Einfluss auf die Qualität der Ergebnisse und die Aussage der Studie, da stets neben dem Vergleich der Gesamtgruppe zusätzlich eine geschlechtergetrennte Auswertung erfolgte.

Das Alter der beiden Gruppen war annähernd identisch, was in den bisherigen Studien bis auf einige wenige (Hiltunen 1985, Hoffmann 1995, McHugh 1998) nicht zu genüge berücksichtigt wurde. Da bereits mehrere Studien belegt haben, dass ein Zusammenhang zwischen Alter und den Messwerten der anorektalen Manometrie besteht (Barleben 2010, Felt-Bersma 1990, McHugh 1998, Raza 2009, Read 1979), ist eine ausgeglichene Altersverteilung für eine aussagekräftige Interpretation der Ergebnisse unbedingt erforderlich.

Wie in den meisten Studien beschrieben, zeigte sich auch in der vorliegenden Arbeit ein signifikanter Unterschied bezüglich des Ruhedrucks und des Zwickdrucks zwischen den inkontinenten und den kontinenten Personen, die

jeweils höhere Werte aufwiesen (Allen 1988, Bielfeldt 1990, Caruana 1991, Felt-Bersma 1990, Ferguson 1989, Fernández-Fraga 2002, Freys 1996, Hallan 1989, Hiltunen 1985, Hoffmann 1995, Holmberg 1995, Kafka 1997, Kuijpers 1990, Lewicky-Gaupp 2009, Monk 1998, Österberg 1999, Parellada 1998, Penninckx 1995, Rao 2004, Rasmussen 1990, Rasmussen Jan 1992, Rasmussen Jul 1992, Rasmussen 1998, Raza 2009, Read 1979, Sentovich 1995, Siproudhis May 1999, Stojkovic 2002, Thekkinkattil 2008). Die Abweichung der Druckwerte der Inkontinenten von denen der Kontrollen bestätigte die Annahme, dass Ruhe- und Zwickdruck geeignete Parameter sind, um die Funktion des inneren und äußeren Schließmuskels, die für die Erhaltung der Stuhlkontinenz von Bedeutung sind, zu quantifizieren.

Auch die Drangschwelle der Inkontinenten war signifikant niedriger als die der gesunden Personen, was die Ergebnisse der bisherigen, kleineren Studien bestätigt (Fernández-Fraga 2002, Parellada 1998, Penninckx 1995, Rao 2004, Rasmussen Jan 1992, Rasmussen 1998). Der Unterschied in der Höhe der Drangschwelle rührt möglicherweise daher, dass aufgrund der Angst vor unwillkürlichem Stuhlverlust jegliche Empfindung im Rektum den Wunsch zum Toilettengang erzeugt. Neben dieser psychologischen Komponente findet sich bei einem Teil inkontinenter Patienten auch eine verminderte Dehnbarkeit des Rektums als Ursache für die frühere Auslösung des Gefühls von Stuhldrang (Felt-Bersma 2000).

Die Aussage einiger Arbeiten, dass die Perzeptionsschwelle der Inkontinenten ebenfalls niedriger ist als die der Kontinenten (Fernández-Fraga 2002, Penninckx 1995, Salvioli 2001) konnte nicht bestätigt werden. Im Gegenteil bekräftigten die eigenen Messergebnisse den häufiger ermittelten signifikanten Zusammenhang zwischen Erhöhung der Perzeptionsschwelle und dem Auftreten von Inkontinenz (Allen 1988, Bielfeldt 1990, Caruana 1991, Felt-Bersma 2000, Hoffmann 1995), was auf einen Zusammenhang zwischen gestörter Sensibilität im Bereich des Analtrakts mit dem Auftreten von Inkontinenz schließen lässt.

Beim Vergleich der verschiedenen Inkontinenzschweregrade mit der Kontrollgruppe, zu dem bisher nur wenige Daten bekannt waren, zeigte sich für die Druckwerte für alle drei Grade ein signifikanter Unterschied. Vergleichbare

Ergebnisse berichtete auch Hoffmann (1995), der jedoch nur zwei Schweregrade (teilweise inkontinent und vollkommen inkontinent) unterschied. Fink (1992), der die Werte seiner Patienten nur mit publizierten Normalwerten verglich, konnte keinen signifikanten Unterschied feststellen.

Auch die Drangschwelle zeigte eine signifikante Abweichung aller Inkontinenzgrade von den Gesunden, während die Perzeptionsschwelle sich nur für den Grad I und Grad II signifikant von den Kontrollen unterschied.

Ogleich der im Vergleich stärksten Störung der Perzeptionsschwelle bei Patienten mit Inkontinenzschweregrad III, zeigte die statistische Berechnung hier nur einen Trend ( $p = 0,008$ ), aber keinen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe. Trotz der, im Vergleich zu publizierten Literaturdaten, hohen Patientenzahl wird die fehlende Signifikanz als statistischer  $\beta$ -Fehler interpretiert.

Eine Gegenüberstellung der Druckwerte verschiedener Inkontinenzgrade wurde nur in einigen Studien durchgeführt, die zudem alle nur zwei Gruppen unterschieden (Grad I und II wurden jeweils zusammengefasst). Fink (1992) beobachtete zwar einen niedrigeren Ruhe- und Zwickdruck bei Patienten mit Inkontinenz für festen Stuhl als bei Patienten mit Inkontinenz für Winde/flüssigen Stuhl, die Differenz war aber in dieser Studie nicht signifikant. Hiltunen (1985) und Hoffmann (1995), deren Untergruppen zum Teil sehr klein waren, fanden eine signifikante Abweichung für den Ruhe-, nicht hingegen für den Zwickdruck. Die vorliegende Arbeit mit weit größerer Patienten- und Probandenzahl bestätigte die Feststellung eines signifikanten Unterschieds bezüglich des Ruhedrucks zwischen den drei verschiedenen Graden von Inkontinenz. Darüber hinaus konnte auch dem Zwickdruck eine signifikante Abweichung zwischen den Schweregraden I und III sowie II und III attestiert werden. Der p-Wert zwischen den Graden I und II (0,031) musste aufgrund der Bonferroni-Korrektur als nicht signifikant bewertet werden. Daraus lässt sich ableiten, dass die Funktion des äußeren Schließmuskels, die der Zwickdruck widerspiegelt, vor allem beim Verlust der Kontrolle über festen Stuhl drastisch vermindert ist.

Erstmals wurde ein Vergleich der verschiedenen Schweregrade auch für die Schwellenwerte unternommen. Hierbei kann jedoch nach der Bonferroni-Korrektur weder für die Perzeptions- noch für die Drangschwelle signifikante Unterschiede ermittelt werden. Hieraus konnte geschlossen werden, dass Empfindungsstörungen des Analtrakts sich zwar auf die Entstehung einer Inkontinenz auswirkten, nicht aber deren Schweregrad bestimmen. Kritisch ist zu erwähnen, dass die Schwellenwerte, die auf subjektiven Patientenangaben beruhen, den Druckwerten im Allgemeinen aufgrund fehlender Objektivierbarkeit unterlegen sind.

Neben dem Vergleich der Messwerte verschiedener Inkontinenzgrade untereinander, wurde der Zusammenhang zwischen Schweregrad und Messergebnissen der vier Parameter mittels einer Korrelationsanalyse quantifiziert. Die bisherigen Literaturdaten hierzu sind widersprüchlich. Bezüglich der Druckwerte reichen die Angaben von keiner Korrelation (Penninckx 1995) bis zu einer Korrelation nur mit dem Ruhedruck (Bordeianou 2008) bzw. dem Zwickdruck (Österberg 1999). Bezüglich der Schwellenwerte wird einmal über eine fehlende Korrelation (Hill 1994) und einmal über eine vorhandene Korrelation (Penninckx 1995) mit dem Inkontinenzschweregrad berichtet. Alle Arbeiten hatten eine deutlich geringere Patientenzahl als die vorliegende Arbeit und unterschieden nur in zwei Inkontinenzgrade beziehungsweise legten eine andere Einteilung (Fecal Incontinence Severity Index) zugrunde. Aufgrund der hohen Zahl an Patienten und Kontrollen unter Zugrundelegen der dreistufigen Inkontinenzteilung nach Parks sind die Aussagen der eigenen Arbeit als aussagekräftiger zu erachten und es ist somit von einer Korrelation des Schweregrades mit dem Ausmaß der Erniedrigung des Ruhe- und des Zwickdrucks sowie der Drangschwelle auszugehen.

Ein Vergleich der Anzahl der Patienten mit mindestens einem pathologischen Wert war schwer möglich, da die erhobenen Parameter in den publizierten Studien differieren. Zum Teil wurden nur die Druckwerte berücksichtigt (Hiltunen 1985, McHugh 1987, Penninckx 1995, Rasmussen Jul 1992, Rex 1992, Salvioli 2001, Siproudhis Jun 1999). Bei anderen wurden zudem Variablen wie rektale Dehnbarkeit, Kontraktionsfähigkeit des Levator ani (Fernández-Fraga 2002), maximal tolerables Volumen (Gladman 2003, Rao

1997) oder Ergebnisse der Bestimmung der motorischen Latenz des Nervus pudendus (Sentovich 1995) in die Berechnung aufgenommen. Die sich ergebenden Werte lagen alle zumeist deutlich über 50%. Sun (1992) ermittelte sogar bei allen untersuchten Inkontinenten (n=302) zumindest ein pathologisches Ergebnis. Die eigene Arbeit reiht sich hervorragend in die publizierten Daten ein (zumindest ein pathologischer Wert bei 91,4% aller Inkontinenten). Somit konnte gezeigt werden, dass die anorektale Manometrie eine sehr gute Fähigkeit besitzt bei inkontinenten Patienten auch tatsächlich pathologische Ergebnisse zu detektieren.

Hinsichtlich der Anzahl pathologischer Werte bei verschiedenen Graden der Inkontinenz gab es bisher keine validen Daten. Aus einer Studie von Hiltunen (1985), in der Grad I und II mit Grad III verglichen wurde, ging hervor, dass ein höherer Schweregrad mit einem höheren Prozentsatz abnormer Druckwerte vergesellschaftet war. Auch Sun (1992) fand heraus, dass eine Kombination aus erniedrigtem Ruhe- und Zwickdruck mit einem höheren Grad der Inkontinenz einherging, als bei lediglich einem pathologischen Wert. Saad (2002) konnte diesen Zusammenhang nicht bestätigen, was aufgrund der geringen Patientenzahl in den einzelnen Gruppen kritisch zu beurteilen ist. Durch die Daten der vorliegenden Arbeit konnte die Hypothese, dass mit zunehmendem Schweregrad der Inkontinenz die Zahl der pathologischen Messparameter zunimmt, erhärtet werden. Wie es nach der Korrelationsanalyse zu erwarten war, traf dies besonders für den Zwickdruck zu, gefolgt von Ruhedruck und Drangschwelle. Das Ausmaß einer pathologischen Perzeptionsschwelle blieb dagegen nahezu unbeeinflusst vom Schweregrad der Inkontinenz.

Die Anzahl pathologischer Werte in der inkontinenten Population bezüglich der einzelnen Parameter schwankten in der Literatur erheblich. Für den Ruhedruck finden sich Werte zwischen 0% (Read 1979) und 92% (Neill 1981), für den Zwickdruck zwischen 14% (Bielfeldt 1990, Monk 1998) und 100% (Fletcher 2003). Der Bereich für die Perzeptions- und Drangschwelle lag zwischen 0% (Hill 1994, Felt-Bersma 2000) und 47% (Bielfeldt 1990) beziehungsweise 47,5% (Penninckx 1995). Diese enorme Schwankungsbreite kann durch die geringe Anzahl an Patienten und Kontrollen begründet werden. Eine weitere mögliche

Ursache liegt in der Entwicklung der Messmethoden der anorektalen Manometrie über die Zeit (Ballonkatheter, wasserperfundierte Katheter, elektronische Messung), die eine verbesserte Präzision der Ergebnisse zur Folge hatten. Die Werte dieser Arbeit fielen alle in den Bereich der oben erwähnten Studien. So betrug der Anteil pathologischer Werte in der Population der Inkontinenten 59,0% bezüglich des Ruhedrucks und 59,2% bezüglich des Zwickdrucks. Bei den Sensitivitätsparametern fanden sich 27,6% abnorme Werte bei der Perzeptionsschwelle und 36,5% bei der Drangschwelle. Für die eigenen Ergebnisse spricht die wesentlich größere Anzahl an Probanden und die statistische exakteste Methode der Grenzwertbestimmung (ROC-Analyse).

Der Befund, dass pathologische Drücke bei der Stuhlinkontinenz häufiger auftreten als abnorme Schwellenwerte, konnte bestätigt werden (Fernández-Fraga 2002, Hill 1994, Lacima 2002, Neill 1981, Sun 1992). Wie bereits erwähnt darf gerade bei der Bewertung die eingeschränkte Objektivierbarkeit der Schwellenwerte nicht außer Acht gelassen werden.

Einige Studien fanden eine Überlegenheit des Ruhedrucks (Bielfeldt 1990, Hallan 1989, Lacima 2002) oder des Zwickdrucks (Allen 1988, Buser 1986, Felt-Bersma 1990, Fletcher 2003, Hill 1994, Lindsey 2004, Rasmussen 1998, Read 1979, Rex 1992, Salvioli 2001) inkontinente Personen tatsächlich als krank zu klassifizieren. Andere attestierten beiden Druckwerten eine ähnliche Fähigkeit zur korrekten Einordnung der Inkontinenten (Fernández-Fraga 2002, Holmberg 1995, Kuijpers 1990, McHugh 1987, Monk 1998, Neill 1981, Rasmussen Jan 1992, Siproudhis Jun 1999). Da in dieser Hinsicht eine erhebliche Disparität zwischen den Studien bestand und die Fallzahl dieser Arbeit weitaus größer war, kann die vorliegende Arbeit als Beleg gewertet werden, dass beide Druckwerte annähernd gleich gut geeignet sind bei einem Patienten die Diagnose Inkontinenz zu stellen (Ruhedruck 59,0%, Zwickdruck 59,2%).

Die in einigen Studien ermittelte Überlegenheit in der Anzahl der pathologischen Werte der Perzeption gegenüber der Drangschwelle (Bielfeldt 1990, Ferguson 1989, Rex 1992) konnte nicht erhärtet werden. Eher musste der Drangschwelle eine Überlegenheit diesbezüglich attestiert werden, wie Sun

(1992) und Raza (2009) es bereits mit einer deutlich höheren Probandenzahl als die oben genannten Studien festgestellt hatten.

Im Vergleich zwischen Frauen und Männern, sowohl inkontinent als auch kontinent, wurde festgestellt, dass mehr Frauen als Männer pathologische Druckwerte aufwiesen und das Gegenteil für die Schwellenwerte zutraf. Die Ergebnisse von Mitrani (1998), der allerdings die Drangschwelle nicht untersuchte, konnten somit bestätigt werden. Ein Überwiegen abnormer Ruhedruckwerte bei den Männern, wie es McHugh (1987) beschrieb, konnte nicht nachvollzogen werden und die Richtigkeit seiner Aussage muss aufgrund der geringen Anzahl untersuchter Männer in Frage gestellt werden. Die höhere Zahl pathologischer Zwickdruckwerte bei Frauen lässt vermuten, dass bei den Frauen Spontangeburt als Ursache der Inkontinenz im Vordergrund stehen. Um daraus entstandene Rupturen der Schließmuskel oder Störungen der Innervation zu belegen müssten jedoch weitere Untersuchungen wie eine Endosonografie oder eine Elektromyografie erfolgen.

Insgesamt ist zur Beurteilung der Anzahl der pathologischen Werte zu bemerken, dass die ROC-Analyse, die in dieser Arbeit angewandt wurde, die am besten geeignete Methode ist Grenzwerte zu bestimmen. Allerdings setzt diese eine hohe Anzahl an Normalpersonen voraus, was in den übrigen berücksichtigten Studien nicht gegeben ist.

Aus der Anzahl pathologischer Werte ließen sich auf zwei verschiedene Arten die Vorhersagewerte Sensitivität, Spezifität, positiver und negativer prädiktiver Wert und die Korrektklassifikationsrate berechnen.

Zum einen wurde eine Person als inkontinent beurteilt, falls sie mindestens ein pathologisches Messergebnis aufwies, ungeachtet dessen, welcher Wert betroffen war. Diese Untersuchung lieferte zwar mit 91,4% eine sehr gute Sensitivität, die Spezifität war mit 62,5% jedoch eher unzureichend. Ähnlich verhielt es sich mit den prädiktiven Werten, bei der ein positives Testergebnis zu 90,8% zutraf, ein negatives nur in 65% der Fälle korrekt war. Die Wahrscheinlichkeit, dass eine Testperson ein korrektes Ergebnis erhält, lag bei 85,8%. Diese Methode wäre also für einen Screeningtest aufgrund der hohen Sensitivität und des guten positiv prädiktiven Werts geeignet.

In einigen Arbeiten (Bielfeldt 1990, Monk 1998, Penninckx 1995) wurde auch eine Kombination verschiedener Werte untersucht, die alle bessere Ergebnisse lieferten als die Einzelwerte. Basierend auf diesen Erkenntnissen wurde ein Inkontinenz-Score im Rahmen dieser Arbeit entwickelt. Dieser berücksichtigt gewichtet den Einfluss von Ruhe-, Zwickdruck, Drang- und Perzeptionsschwelle auf die Inkontinenzentwicklung. Die Sensitivität des Scores war im Vergleich zu den Einzelwerten auch hier deutlich besser, die Spezifität war den Druck- und Schwellenwerten für sich allein betrachtet jedoch nicht überlegen.

Im Gegensatz zu obiger Gesamtbetrachtung der anorektalen Manometrie wurden auch die einzelnen Messparameter getrennt voneinander betrachtet, wozu entgegen der vorherigen Methode bereits Daten in der Literatur existierten.

Im Allgemeinen war im Vergleich zur ersten Methode auffällig, dass die Sensitivität der einzelnen Messparameter deutlich schlechter, die Spezifität hingegen weitaus besser ausfiel als bei der obigen Bewertung der Gesamtuntersuchung. Negativ prädiktiver Wert und Korrekturklassifikationsrate blieben hinter den Ergebnissen der ersten Methode zurück. Der positiv prädiktive Wert war hingegen etwas besser.

Für den Ruhedruck ergaben sich eine Sensitivität von 59% und eine Spezifität von 80,6%. In der Literatur waren für die Sensitivität Werte um 80% zu finden (Bielfeldt 1990, Hallan 1989, Monk 1998), was jedoch zu Einbußen in der Spezifität führte, die bis auf 59% (Hallan 1989) abfiel. Stojkovic (2002) und Raza (2009) lieferten mit 55,3% beziehungsweise 50% ein vergleichbares Ergebnis. Entsprechend hoch, bei Raza (2009) sogar über dem Ergebnis dieser Arbeit, lag die Spezifität.

Die Sensitivität für den Zwickdruck war fast identisch mit der des Ruhedrucks, nur konnte dieser eine bessere Spezifität von 93,1% aufweisen. Auch hier blieb die Sensitivität unter den Erwartungen aus der Literatur zurück (Bielfeldt 1990, Hallan 1989, Monk 1998), die Spezifität aber übertraf die meisten bisherigen Ergebnisse (Bielfeldt 1990, Hallan 1989, Monk 1998, Raza 2009). Lediglich die Arbeiten von Fernández-Fraga (2002) und Saad (2002) wiesen bessere Werte der Spezifität auf, wohingegen diese keine Angabe zur Sensitivität machten,

beziehungsweise diese nur bei 46,5% lag. Saad (2002) war der einzige, der für den Zwickdruck einen positiv und negativ prädiktiven Wert berechnete, die jedoch beide deutlich vom Ergebnis dieser Studie abwichen. Allerdings lagen ihren Berechnungen auch nur 72 inkontinente und lediglich fünfzehn gesunde Personen zugrunde.

Zur Perzeption, deren Sensitivität mit 27,6% äußerst schlecht ausfiel, fanden sich wenige Daten, die jedoch auch eine Unterlegenheit gegenüber den anderen Parametern belegten (Bielfeldt 1990). Eine Spezifität von 88,9% lag durchaus im Bereich der publizierten Daten (Bielfeldt 1990, Fernández-Fraga 2002).

Auch bezüglich der Drangschwelle ist die Datenlage eher schlecht. Bielfeldt (1990) fand eine Sensitivität, die mit der des Zwickdrucks übereinstimmte, dem die vorliegende Studie mit einem über zwanzig Prozentpunkte niedrigeren Wert nicht zustimmen konnte. Erneut muss auf das Problem der kleinen Probandenzahl in obiger Arbeit sowie auf die fehlende Geschlechts- und Altersadaptation (41 Inkontinente und 19 gesunde, junge Männer bei Bielfeldt 1990) hingewiesen werden. Die Ergebnisse für die Spezifität waren kontrovers, doch in allen Fällen unter dem Ergebnis dieser Arbeit (Bielfeldt 1990, Fernández-Fraga 2002). Wieder fällt auf, dass die Drangschwelle den Druckwerten unterlegen ist, aber bessere Resultate als die Perzeptionsschwelle liefert.

Letztlich blieben alle Studien, die eine Analyse von Sensitivität und Spezifität durchführten, mit Patientenzahlen von weniger als 73 und einer Anzahl an Kontrollen von maximal 80 weit unter der Inkontinenten- bzw. Probandenzahl dieser Arbeit, was die Aussagekraft abweichender bisheriger Ergebnisse in Frage stellen muss.

Zusammengefasst ist aber zu erkennen, dass eine Veränderung des Normalwertebereichs unter dem Ziel eine bessere Sensitivität zu erzielen immer auf Kosten der Spezifität geht. Auch umgekehrt resultiert aus einer verbesserten Spezifität eine eingeschränkte Sensitivität. Somit ist die Bestimmung des Normbereichs mittels der Receiver Operating Characteristics zwar sinnvoll, jedoch muss zusätzlich berücksichtigt werden, was die

Zielsetzung des Tests sein soll. So benötigt man für einen Screeningtest eine hohe Sensitivität, für einen Bestätigungstest ist eine gute Spezifität von Bedeutung. Darüber hinaus müssen auch die prädiktiven Werte berücksichtigt werden. Im Fall der Einzelparameter ist die Spezifität zwar gut, aber der niedrige negativ prädiktive Wert schränkt die Aussagekraft der Methode als Bestätigungstest ein. Wie bereits erwähnt, sind die Anforderungen an einen Screeningtest bei der Betrachtung der Personen mit mindestens einem pathologischen Wert erfüllt.

Zur Quantifizierung der Diskriminierungsfähigkeit der Messergebnisse der anorektalen Manometrie wurde die Area under the Curve, die sich aus der ROC-Analyse ergab, herangezogen. Sie attestierte dem Zwickdruck eine gute Differenzierungsfähigkeit. Der Ruhedruck war mäßig und die Drangschwelle sogar nur eingeschränkt fähig zwischen kontinent und inkontinent zu unterscheiden. Die Perzeptionsschwelle war zur Differenzierung nicht geeignet. Stojkovic (2002) bestätigte auch dem Ruhedruck eine gute Diskriminierungsfähigkeit, was aufgrund der sehr geringen Probandenzahl und des großen Altersunterschieds zwischen Patienten und Kontrollen hinterfragt werden muss.

Bei der Betrachtung der verschiedenen Inkontinenzgrade bestätigten sich die Ergebnisse der Korrelationsbestimmung, da sich die Diskriminierungsfähigkeit aller Werte mit zunehmendem Schweregrad verbesserte.

In der geschlechtergetrennten Auswertung fiel auf, dass die Druckwerte der Frauen deutlich bessere Resultate lieferten, wohingegen die Drangschwelle der Männer in der Differenzierungsfähigkeit der der Frauen leicht überlegen war. Auch das liegt möglicherweise in der Funktionsstörung der Sphinkteren aufgrund von vaginalen Entbindungen begründet.

Abschließend soll noch einmal näher auf den Inkontinez-Score eingegangen werden, dessen Entwicklung mittels eines Algorithmus, der alle vier Parameter der anorektalen Manometrie in einer Formel vereint, eine spezielle Leistung dieser Arbeit darstellt. Hier liegt auch die Bedeutung der Schwellenwerte begründet, deren Interpretation allein aufgrund der Subjektivität zwar

problematisch ist, die aber für die Berechnung des Inkontinenz-Scores einen wichtigen Beitrag liefern.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse fiel auf, dass der Score der Inkontinenten im Mittel höher war als der der Normalpersonen. Dieser Unterschied war im Vergleich der Kontrollgruppe sowohl mit der Gesamtheit der Patienten als auch mit den schweregradabhängigen Untergruppen signifikant. Im Vergleich der Inkontinenzgrade untereinander fiel auf, dass ein höherer Grad mit einem höheren Score vergesellschaftet war. Lediglich im Vergleich zwischen Grad I und II konnte ein signifikanter Unterschied nicht mit Sicherheit belegt werden ( $p = 0,018$  bei einer Signifikanzgrenze von  $0,017$ , Details siehe Statistik).

Die Korrelation zwischen Inkontinenzgrad und –Score war zwar stärker als die der einzelnen Parameter, dennoch weiterhin nur moderat. Dies bedeutet, dass aus der Höhe des Scores im Einzelfall nicht auf den Schweregrad der Inkontinenz geschlossen werden kann.

73,3% der inkontinenten Personen hatten einen pathologischen Score, was deutlich über der Rate der Einzelwerte lag. Wie bei den Druckwerten fielen mehr Frauen als Männer durch einen abnormen Score auf, was darauf zurückzuführen ist, dass die Druckwerte in höherem Maße in die Berechnung des Scores eingehen. Die Anzahl von Patienten mit einem pathologischen Score stieg mit zunehmendem Inkontinenzgrad. Leider wurden immer noch 13,2% der kontinenten Personen durch den Score fälschlicherweise für „inkontinent“ befunden, darunter vor allem Frauen. Der Score war den Einzelwerten in der Sensitivität überlegen, die Spezifität blieb hingegen hinter Drangschwelle, Zwickdruck und Perzeptionsschwelle zurück. Die Korrektklassifikationsrate war jedoch besser als die der einzelnen Parameter und mit 76% durchaus annehmbar.

Bei der ROC-Analyse ergab sich sowohl bei der Betrachtung der Kontrollgruppe mit der Gesamtheit der Patienten als auch mit den Gruppen verschiedener Inkontinenzgrade eine gute Diskriminationsfähigkeit des Inkontinenz-Scores, die der der Einzelparameter überlegen war. Dabei war die Fähigkeit zur Differenzierung zwischen kontinent und inkontinent bei den Frauen besser als bei den Männern.

Insgesamt konnte der anorektalen Manometrie, vor allem unter Einbeziehung des Inkontinenz-Scores, eine zufrieden stellende Fähigkeit zur Diskrimination zwischen kontinenten und inkontinenten Personen attestiert werden. Der Methode kann daher eine hohe Bedeutung bei der Untersuchung inkontinenter Personen zugemessen werden.

## 7. Zusammenfassung

Die Wertigkeit der anorektalen Manometrie in der Diagnostik der Stuhlinkontinenz ist ein Thema, das in der Literatur kontrovers diskutiert wird. Vor allem aufgrund der steigenden Prävalenz, die besonders auf den demographischen Wandel zurückzuführen ist, bedarf diese Frage einer definitiven Klärung. Hierfür ist eine Analyse anhand einer großen Kohorte unter Einsatz geeigneter statistischer Methoden notwendig.

Das Kollektiv dieser Arbeit setzt sich aus 573 inkontinenten und 144 kontinenten Personen zusammen, die sich in der Klinik für Gastroenterologie, Hepatologie und gastroenterologische Onkologie des Klinikums München-Bogenhausen einer anorektalen Manometrie unterzogen.

Die Parameter Ruhedruck, Zwickdruck und Drangschwelle waren bei den Inkontinenten signifikant niedriger als bei den Kontinenten. Bezüglich der Perzeptionsschwelle war der Zusammenhang invers.

Erstmals wurde ein Inkontinenz-Score bestimmt, der alle Parameter der anorektalen Manometrie zusammenfasst. Die Berechnung dessen erfolgte anhand der Logistischen Regression. Hier waren die Ergebnisse bei den Inkontinenten signifikant höher als bei den Kontinenten.

Mittels Receiver Operating Characteristic wurden für verschiedene Altersgruppen, Geschlecht und die unterschiedlichen Parameter der ideale Grenzwert berechnet, anhand dessen eine Klassifizierung der Messwerte in normal oder pathologisch vorgenommen werden konnte.

Die Mehrzahl der Inkontinenten (91%) wiesen mindestens einen Wert außerhalb der Norm auf. Die Anzahl der pathologischen Werte stieg mit zunehmendem Inkontinenzgrad an. Beim Großteil der Kontinenten lagen alle Parameter im Normbereich, jedoch fanden sich bei 37% fälschlicherweise einzelne pathologische Werte.

Anhand der Anzahl pathologischer Messwerte konnten verschiedene statistische Gütekriterien der anorektalen Manometrie berechnet werden. Die Sensitivität und der positive Vorhersagewert waren mit jeweils 91% sehr gut. Die Korrektklassifikationsrate (86%) fiel gut aus. Die Spezifität und der negative

Vorhersagewert waren dagegen mit 63 beziehungsweise 65% lediglich als mäßig einzustufen.

Bezüglich der unterschiedlichen Parameter war der Score den Druckwerten überlegen. Die Sensitivitätsparameter bleiben dahinter zurück.

Als Qualitätsmaß für die Differenzierungsfähigkeit der anorektalen Manometrie wurde die Receiver Operating Characteristic und die zugehörige Area under the Curve herangezogen. Der Score besaß eine gute Fähigkeit zwischen inkontinent und kontinent zu unterscheiden, ebenso wie der Zwickdruck. Der Ruhedruck war mäßig geeignet. Die Sensitivitätsparameter - insbesondere die Perzeptionsschwelle - waren nur eingeschränkt zur Differenzierung fähig.

Abschließend lässt sich zusammenfassen, dass anhand der manometrisch bestimmten Parameter nicht mit absoluter Sicherheit zwischen inkontinent und kontinent unterschieden werden kann. Vor allem bei höheren Schweregraden ist die Differenzierungsfähigkeit der anorektalen Manometrie dennoch hinreichend genau, um diese Untersuchungstechnik in der klinischen Routine einsetzen zu können. Der neue Inkontinenz-Score ist den Einzelparametern überlegen. Jedoch muss er noch an einer weiteren, unabhängigen Kohorte untersucht werden, um eine definitive Aussage über seine klinische Validität treffen zu können.

## Literaturübersicht

**Allen M, Orr C, Robinson M (1988).** Anorectal Functioning in Fecal Incontinence. *Digestive Diseases and Sciences* 33: 36-40

**Barleben A, Mills S (2010).** Anorectal anatomy and physiology. *Surgical Clinics of North America* 90: 1-15

**Bielfeldt K, Enck P, Erckenbrecht JF (1990).** Sensory and Motor Function in the Maintenance of Anal Continence. *Diseases of the Colon and the Rectum* 33: 674-678

**Bordeianou L, Lee KY, Rockwood T, Baxter NN, Lowry A, Mellgren A, Parker S (2008).** Anal resting pressures at manometry correlate with Fecal Incontinence Severity Index and with presence of sphincter defects on ultrasound. *Diseases of the Colon and Rectum* 51: 1010-4

**Buser W, Miner P (1986).** Delayed Rectal Sensation With Fecal Incontinence. *Gastroenterology* 91: 1186-91

**Caruana B, Wald A, Hinds J, Eidelman B (1991).** Anorectal Sensory and Motor Function in Neurogenic Fecal Incontinence. *Gastroenterology* 100: 465-470

**Chan C, Scott M, Williams N, Lunniss P (2005).** Rectal Hypersensitivity Worsens Stool Frequency, Urgency, and Lifestyle in Patients With Urge Fecal Incontinence. *Diseases of the Colon & Rectum* 48: 134-140

**Engel A, Kamm M, Bartram C, Nicholls R (1995).** Relationship of symptoms in faecal incontinence to specific sphincter abnormalities. *International Journal of Colorectal Disease* 10: 152-155

**Felt-Bersma R, Janssen J, Klinkenberg-Knol E, Hoitsma H, Meuwissen S (1989).** Soiling: anorectal function and results of treatment. *Journal of Colorectal Disease* 4: 37-40

**Felt-Bersma R, Klinkenberg-Knol E, Meuwissen S (1990).** Anorectal Function Investigations in Incontinent and Continent Patients. *Diseases of the Colon & Rectum* 33: 479-85

**Felt-Bersma R, Sloots C, Poen A, Cuesta, Meuwissen S (2000).** Rectal Compliance as a Routine Measurement. *Diseases of the Colon & Rectum* 43: 1732-8

**Ferguson G, Redford J, Barrett J, Kiff E (1989).** The Appreciation of Rectal Distention in Fecal Incontinence. *Diseases of the Colon & Rectum* 32: 964-7

**Fernández-Fraga X, Azpiroz F, Malagelada J (2002).** Significance of Pelvic Floor Muscles in Anal Incontinence. *Gastroenterology* 123: 1441-1450

**Fink R, Roberts L, Scott M (1992).** The Role of Manometry, Electromyography and Radiology in the Assessment of Faecal Incontinence. *The Australian and New Zealand journal of surgery* 62: 951-958

**Fletcher J, Busse R, Riederer S, Hough D, Gluecker T, Harper C, Bharucha A (2003).** Magnetic Resonance Imaging of Anatomic and Dynamic Defects of the Pelvic Floor in Defecatory Disorders. *The American Journal of Gastroenterology* 98: 399-411

**Fowler J, Cohen L, Jarvis P (1998).** Practical Statistics for Field Biology. John Wiley & Sons, Chichester New York Weinheim Brisbane Singapore Toronto

**Freys S, Fuchs K, Bussen D, Thiede A (1996).** Anorektale Durchzugs- und Vektorvolumen-Manometrie. Zentralblatt für Chirurgie 121: 652-658

**Gladman M, Scott M, Chan C, Williams N, Lunniss P (2003).** Rectal Hyposensitivity: Prevalence and Clinical Impact in Patients With Intractable Constipation and Fecal Incontinence. Diseases of the Colon & Rectum 46: 238-46

**Gundling F, Scalercio N, Seidl H, Schmidt T, Schepp W, Pehl C (2010).** Influence of gender and age on the results of anorectal manometry in healthy adults in a large German population. Digestion 81:207-13.

**Hallan P, Marzouk D, Waldron D, Womack N, Williams N (1989).** Comparison of digital and manometric assessment of anal sphincter function. The British journal of surgery 76: 973-975

**Hill J, Corson R, Brandon H, Redford J, Faragher B, Kiff E (1994).** History and Examination in the Assessment of Patients with Idiopathic Fecal Incontinence. Diseases of the Colon & Rectum 37: 473-7

**Hiltunen K (1985).** Anal Manometric Findings in Patients with Anal Incontinence. Diseases of the Colon & Rectum 28: 925-928

**Hoffmann B, Timmcke A, Gathright J, Hicks T, Opelka F, Beck D (1995).** Fecal Seepage and Soiling: A Problem of Rectal Sensation. *Diseases of the Colon & Rectum* 38: 746-8

**Holmberg A, Graf W, Österberg A, Pålman L (1995).** Anorectal Manovolumetry in the Diagnosis of Fecal Incontinence. *Diseases of the Colon & Rectum* 38: 502-8

**Kafka N, Collier J, Barrett R, Murray J, Roberts P, Rusin L, Schoetz D (1997).** Pudendal Neuropathy is the Only Parameter Differentiating Leakage from Solid Stool Incontinence. *Diseases of the Colon & Rectum* 40: 1220-7

**Kuijpers H, Scheuer M (1990).** Disorders of Impaired Fecal Control: A Clinical and Manometric Study. *Diseases of the Colon & Rectum* 33: 207-11

**Lacima G, Espuña M, Pera M, Puig-Clota M, Quintó L, García-Valdecasas J (2002).** Clinical, Urodynamic, and Manometric Findings in Women With Combined Fecal and Urinary Incontinence. *Neurology and Urodynamics* 21: 464-9

**Lewicky-Gaup C, Hamilton Q, Ashton-Miller J, Huebner M, DeLancey Jo, Fenner De (2009).** Anal sphincter structure and function relationships in aging and fecal incontinence. *American journal of obstetrics and gynecology* 5: 559 e1-5

**Lindsey I, Jones O, Smilgin-Humphreys M, Cunningham C, Mortensen N (2004).** Patterns of Fecal Incontinence After Anal Surgery. *Diseases of the Colon & Rectum* 47: 1643-9

**McHugh S, Diamant N (1987).** Effect of Age, Gender, and Parity on Anal Canal Pressures: Contribution of Impaired Anal Sphincter Function to Fecal Incontinence. *Digestive Diseases and Sciences* 32: 726-36

**Mitrani C, Chun A, Desautels S, Wald A (1998).** Anorectal Manometric Characteristics in Men and Women With Idiopathic Fecal Incontinence. *Journal of clinical gastroenterology* 26: 175-8

**Monk D, Mills P, Jeacock J, Deakin M, Cowie A, Kiff E (1998).** Combining the strength-durations curve of the external anal sphincter with manometry for the assessment of faecal incontinence. *British Journal of Surgery* 85: 1389-93

**Neill M, Parks A, Swash M (1981).** Physiological studies of the anal sphincter musculature in faecal incontinence and rectal prolapse. *The British journal of surgery* 68: 531-6

**Österberg A, Graf W, Pahlman L (1999).** The Longitudinal High-Pressure Zone Profile in Patients With Fecal Incontinence. *The American journal of gastroenterology* 94: 2966-71

**Parellada C, Miller A, Williamson M, Johnston D (1998).** Paradoxical High Anal Resting Pressures in Men with Idiopathic Fecal Seepage. *Diseases of the Colon & Rectum* 41: 593-7

**Pehl C, Birkner B, Bittmann W, Cluss B, Emmert H, Fuchs M, Passern J, Wendl B, Schepp W, Heitland W (2000).** Stuhlinkontinenz. Diagnostisches und Therapeutisches Stufenkonzept. *Dt Ärzteblatt* 97: A1302-8

**Pehl C, Enck P, Franke A, Frieling T, Heitland W, Herold A, Hinninghofen H, Karaus M, Keller J, Krammer H, Kreis M, Kuhlbusch-Zicklam R, Mönnikes H, Münnich U, Schiedeck T, Schmidtman M (2007).** Anorektale Manometrie. Empfehlungen der Dt. Ges. f. Neurogastroenterologie und Motilität, der Dt. Ges. f. Koloproktologie, der Kommission für Proktologie der Dt. Ges. f. Verdauungs- und Stoffwechselkrankheiten und der Chirurgischen Arbeitsgemeinschaft für Coloproktologie der Dt. Ges. f. Viszeralchirurgie. *Z Gastro* 45: 397-417.

**Penninckx F, Lestàr B, Kereemans R (1995).** Manometric evaluation of incontinent patients. *Acta Gastro-Enterologica Belgica* 58: 51-9

**Rao S, Patel R (1997).** How Useful Are Manometric Tests of Anorectal Function in the Management of Defecation Disorders? *The American Journal of Gastroenterology* 92: 469-75

**Rao S, Ozturk R, Stessman M (2004).** Investigation of the Pathophysiology of Fecal Seepage. *The American Journal of Gastroenterology* 99: 1104-9

**Rasmussen O, Christensen B, Sørensen M, Tetzschner T, Christiansen J (1990).** Rectal Compliance in the Assessment of Patients with Fecal Incontinence. *Diseases of the Colon & Rectum* 33: 650-3

**Rasmussen O, Sørensen M, Tetzschner T, Christiansen J (Jan 1992).** Anorectal Pressure Gradient in Patients with Anal Incontinence. *Diseases of the Colon & Rectum* 35: 8-11

**Rasmussen O, Sørensen M, Tetzschner T, Christiansen J (Jul 1992).** Dynamic Anal Manometry: Physiological Variations and Pathophysiological Findings in Fecal Incontinence. *Gastroenterology* 103: 103-13

- Rasmussen O, Rønholt C, Alstrup N, Christiansen J (1998).** Anorectal pressure gradient and rectal compliance in fecal incontinence. *International journal of colorectal disease* 13: 157-9
- Raza N, Bielfeldt K (2009).** Discriminative value of anorectal manometry in clinical practice. *Digestive diseases and sciences* 11: 2503-11
- Read N, Harford W, Schmulen A, Read M, Ana C, Fordtran J (1979).** A Clinical Study of Patients With Fecal Incontinence and Diarrhea. *Gastroenterology* 76: 747-56
- Rex D, Lappas J (1992).** Combined Anorectal Manometry and Defecography in 50 Consecutive Adults with Fecal Incontinence. *Diseases of the Colon & Rectum* 35: 1040-5
- Saad L, Coy C, Fagundes J, Ariyzo M, Shoji N, Góes J (2002).** Quantificação da função esfinteriana pela medida da capacidade de sustentação da pressão de contração voluntária do canal anal. *Arquivos de gastroenterologia* 39: 233-9
- Salvioli B, Bharucha A, Rath-Harvey D, Pemberton J, Phillips S (2001).** Rectal Compliance, Capacity, and Rectoanal Sensation in Fecal Incontinence. *The American Journal of Gastroenterology* 96: 2158-68
- Sentovich S, Rivela L, Blatchford G, Christensen M, Thorson A (1995).** Patterns of Male Fecal Incontinence. *Diseases of the Colon & Rectum* 38: 281-5

**Siproudhis L, Bellissant E, Juguet F, Allain H, Bretagne J, Gosselin M (May 1999).** Perception of and adaption to rectal isobaric distension in patients with faecal incontinence. *Gut* 44:687-92

**Siproudhis L, Bellissant E, Pagenault M, Mendler M, Allain H, Bretagne J, Gosselin M (Jun 1999).** Faecal Incontinence With Normal Anal Canal Pressures: Where Is he Pitfall? *The American Journal of Gastroenterology* 94: 1556-63

**Speakman C, Kamm M (1993).** Abnormal visceral autonomic innervation in neurogenic faecal incontinence. *Gut* 34: 215-21

**Stojkovic S, Balfour L, Burke Dermot, Finan P, Sagar P (2002).** Role of Resting Pressure Gradient in the Investigation of Idiopathic Fecal Incontinence. *Diseases of the Colon & Rectum* 45: 668-73

**Sun W, Donnelly T, Read N (1992).** Utility of a combined test of anorectal manometry, electromyography, and sensation in determining the mechanism of "idiopathic" faecal incontinence. *Gut* 33: 807-13

**Thekkinkattil DK, Lim M, Stojkovic SG, Finan PJ, Sagar PM, Burke D (2008).** A classification system for faecal incontinence based on anorectal investigations. *The British journal of surgery* 95: 222-8

**Wald A, Tunuguntla A (1984).** Anorectal Sensorimotor Dysfunction in Fecal Incontinence and Diabetes Mellitus. Modification with Biofeedback Therapy. *The New England Journal of Medicine* 17: 1282-7

**Wald A (2005).** Faecal incontinence in the elderly. *Epidemiology and management. Drugs Aging* 22: 131-9.

## **Danksagung**

Als Erstes möchte ich mich herzlich bei Herrn PD Dr. Christian Pehl für die Überlassung des Themas und die exzellente Betreuung mit stets konstruktiver Kritik und vielen motivierenden Worten bedanken. Vor allem für die Möglichkeit die Ergebnisse der Arbeit auf der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Neurogastroenterologie und Motilität sowie auf der Digestive Disease Week in Chicago präsentieren zu dürfen bin ich sehr dankbar.

Des Weiteren schulde ich allen Personen, die einer Verwendung ihrer manometrischen Ergebnisse für wissenschaftliche Zwecke zugestimmt haben, meinen Dank, denn ohne sie wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.

Auch meiner Familie, insbesondere Elisabeth und Christian, sowie meinen Freunden möchte ich von Herzen für ihre Unterstützung und die vielen aufmunternden Worte danken.

Mein besonderer Dank gilt Lorenz Stöcklein für viel mehr als nur die Hilfe mit MS Office und meinen Eltern Edith und Reinhold Labermeyer, die immer hinter mir stehen und ohne die ich niemals bis hierhin gekommen wäre.