

Aus der Orthopädischen Universitätsklinik der Medizinischen Fakultät  
der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg  
*Direktor: Prof. Dr. med. Christoph H. Lohmann*

**„Der Einfluss von maritimen Wetterfaktoren auf Schmerz und  
Funktionsparameter bei Osteoarthrose“**

# **D i s s e r t a t i o n**

---

zur Erlangung des Doktorgrades

Dr. med.

(doctor medicinae)

an der Medizinischen Fakultät  
der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

vorgelegt von **Britta Bahl**

aus Göttingen

Magdeburg 2020

## Dokumentationsblatt

Bahl, Britta

### **„Der Einfluss von maritimen Wetterfaktoren auf Schmerz und Funktionsparameter bei Osteoarthrose“ – 2020 – 7 Abb., 24 Tab., 3 Anl.**

In dieser Studie mit 66 Patient\*innen unterschiedlicher Problemgelenke aus dem Umland von Zingst (Mecklenburg-Vorpommern) wurden fünfzehn Wetterparameter mit ihrem Schmerzempfinden in Verbindung gesetzt. Einen Zusammenhang zwischen dem Schmerzempfinden und den Wetterparametern Niederschlag, Luftdruck, Sonnenstunden und Bedeckungsgrad wurde festgestellt.

Die Proband\*innen haben täglich einen Fragebogen über einen Zeitraum von vier Wochen ausgefüllt. Zur Schmerzevaluation wurden der Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis- Index (WOMAC) und die Visuelle Analog Skala (VAS) benutzt. Die verwendeten Wetterdaten stammten vom Deutschen Wetterdienst.

Die vorliegenden Daten wiesen nach, dass hoher Luftdruck, wenig Niederschlag, viel Sonne und ein niedriger Bedeckungsgrad die Chance erhöhen, dass Patient\*innen ihren Schmerz als unterdurchschnittlich intensiv wahrnehmen. Ein stärkerer Zusammenhang konnte zwischen hohem Niederschlag bzw. wenig Sonnenstunden und überdurchschnittlichem Schmerzempfinden gezeigt werden. Patient\*innen, die Medikamente eingenommen haben, hatten die höchste Chance, ihre Schmerzen als überdurchschnittlich stark zu bewerten.

#### **Schlüsselwörter**

- Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis- Index (WOMAC)
- Visuelle Analog Skala (VAS)
- Wetterfühligkeit
- Wetterparameter
- Schmerzempfinden
- Osteoarthritis
- prospektive Beobachtungsstudie

## Inhaltsverzeichnis

<b>Dokumentationsblatt</b>	<b>2</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>3</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>5</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>6</b>
<b>2. Material und Methoden</b>	<b>11</b>
<b>2.1 Visuelle Analog Skala</b>	<b>11</b>
<b>2.2 Western Ontario McMaster Universities Osteoarthritis- Index</b>	<b>12</b>
<b>2.3 Studiendesign und Proband*innenenauswahl</b>	<b>13</b>
<b>2.4 Fragebogen und Auswertung</b>	<b>13</b>
<b>2.5 Wetterdaten</b>	<b>15</b>
<b>2.6 Statistische Methode</b>	<b>16</b>
<b>3. Ergebnisse</b>	<b>18</b>
<b>3.1 Deskriptive Statistik</b>	<b>18</b>
3.1.1 Wetterstationen	18
3.1.2 Patient*innenkollektiv	24
3.1.3 Schmerzempfinden	26
3.1.4 Windchilltemperatur	29
<b>3.2 Analyse</b>	<b>30</b>
3.2.1 Zusammenhang zwischen VAS und WOMAC (relGesamt)	30
3.2.2 Schmerzwerte	31
3.2.3 Schmerz (relA)	31
3.2.4 Steifigkeit (relB)	33
3.2.5 Bewegungseinschränkung (relC)	34
3.2.6 WOMAC (relGesamt)	36
3.2.7 VAS	38
<b>4. Diskussion</b>	<b>42</b>
<b>5. Zusammenfassung</b>	<b>60</b>
<b>6. Literatur</b>	<b>61</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>66</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>67</b>
<b>Danksagung</b>	<b>68</b>
<b>Ehrenerklärung</b>	<b>70</b>

<b>Erklärung zur strafrechtlichen Verurteilung</b>	<b>71</b>
<b>Lebenslauf</b>	<b>72</b>
<b>Anlagen</b>	<b>72</b>

## Abkürzungsverzeichnis

BMI	Body Mass Index
bzgl.	bezüglich
d.h.	das heißt
DWD	Deutscher Wetterdienst
HAQ	Health Assessment Questionnaire
HRO	Hansestadt Rostock
hPa	hekto Pascal
m/s	Meter/ Sekunde
max.	maximal
min.	minimal
mm	Millimeter
OA	Osteoarthritis
OR	Odds Ratio
RA	Rheumatoid Arthritis
u.a.	unter anderem
VAS	Visuelle Analog Skala
WCT	Windchilltemperatur
WOMAC	Western Ontario McMaster Universities Osteoarthritis Index
°C	Grad Celsius
°F	Grad Fahrenheit

## 1. Einleitung

Ein möglicher Zusammenhang zwischen Wetterphänomenen und dem Leidensdruck von Osteoarthritis-Patient\*innen ist ein immer wieder diskutierter Punkt in der wissenschaftlichen Literatur.<sup>1</sup> Viele Patient\*innen glauben, dass das Wetter ihren Schmerz beeinflusst.<sup>2</sup> In einer Studie aus Deutschland gaben 32 % der befragten, wetterfühligen Patient\*innen an, dass sie mindestens einmal im vergangenen Jahr bzw. 22 % mehrfach im vergangenen Jahr aufgrund wetterbedingter Schmerzen nicht ihrer beruflichen Arbeit nachkommen konnten.<sup>2</sup>

Schon vor 2500 Jahren hat Hippokrates einen Zusammenhang zwischen Regen, Wind und chronischen Krankheiten beschrieben.<sup>3</sup> Erste Studien zu diesem Thema stammen aus dem Jahr 1948. Edström et al. (1948) konnten zeigen, dass sich die Schmerzen von Rheumatoid Arthritis (RA) Patient\*innen in einer warmen und trockenen Umgebung signifikant verbessern.<sup>4</sup> Hollander und Yeostros (1963) haben eine Doppelblindstudie veröffentlicht, in der sie vier Osteoarthritis Patient\*innen für vierzehn Tage in einer Klimakammer mit kontrolliertem Luftdruck, Temperatur und Luftfeuchtigkeit untersucht haben. Dabei wurde eine Verschlechterung der Schmerzen bei steigender Luftfeuchtigkeit und simultan fallendem Luftdruck festgestellt werden.<sup>5</sup>

Sibley (1985) hatte 35 Osteoarthritis (OA) und 35 RA Patient\*innen in Canada über einen Zeitraum von 30 Tagen eine Visuelle Analog Skala (VAS) ausfüllen lassen. Es konnte für keinen untersuchten Wetterparameter ein signifikanter Zusammenhang nachgewiesen werden.<sup>6</sup>

Der Unterschied zwischen Stadt- und Landbewohnern auf die Wahrnehmung von Wetterveränderungen auf Osteoarthritis Patient\*innen wurde von Laborde et al. (1986) untersucht. Für den Vergleich wurden die Patient\*innen: städtisch und ländlich jeweils in zwei Gruppen geteilt. Die eine Gruppe konnte den Wettereinfluss subjektiv anhand der Schmerzen spüren und die andere Gruppe nicht. Bei den städtischen Patient\*innen, die den Wettereinfluss

subjektiv wahrnehmen konnten, wurde Niederschlag als Einflussvariable erkannt. Für Patient\*innen, die den Wettereinfluss nicht spürten, konnte die Windgeschwindigkeit als Einflussfaktor detektiert werden. Studienteilnehmende vom Land zeigten in keiner der Gruppen einen signifikanten Zusammenhang. (vgl. Laborde et al.<sup>7</sup>)

Osteoarthritis Patient\*innen mit unterschiedlich betroffenen Gelenken wurden in Israel über einen Zeitraum von einem Monat mithilfe eines Fragebogens von Guedj und Weiberger (1990) untersucht. Als Ergebnis stellte sich heraus, dass die Schmerzen der Patient\*innen von Temperatur, Niederschlag und dem Luftdruck beeinflusst wurden.<sup>8</sup>

In Großbritannien wurden Patient\*innen mit der Indikation zum Gelenkersatz sowohl im Sommer als auch im Winter über einen Zeitraum von einem Monat aufgefordert, täglich eine Einschätzungsskala zu ihren Schmerzen auszufüllen.<sup>9</sup> Clarke und Nicholl (1991) konnten keinen Zusammenhang zwischen Luftdruck, relativer Luftfeuchtigkeit, Temperatur und den Schmerzen bzw. der Steifigkeit in Gelenken nachweisen.

In einer Studie aus Cordoba (Argentinien) mit einer Kontrollgruppe wurde bei 37,94 % der Osteoarthritis Patient\*innen ein Zusammenhang zwischen den Schmerzen und niedriger Temperatur und hoher Luftfeuchtigkeit festgestellt werden.<sup>10</sup>

Wilder et al. (2003) zeigten in ihrer Studie in den USA einen Zusammenhang zwischen niedrigem Luftdruck und der Schmerzzunahme bei Frauen mit Handosteoarthritis.<sup>11</sup>

Vergés et al. (2004) haben in Barcelona 80 OA und 12 RA Patient\*innen täglich in einer Doppelblindstudie den Health Assessment Questionnaire (HAQ) und die VAS ausfüllen lassen. Eine Schmerzzunahme bei OA Patient\*innen und niedrigem Luftdruck und RA Patient\*innen und einer niedrigen Temperatur wurde detektiert.<sup>12</sup>

Ein Zusammenhang zwischen Luftdruckveränderung und niedrigen Temperaturen konnte anhand von 200 Patient\*innen mit Gonarthrose aus unterschiedlichen Orten in den USA 2007 von McAlindon et al. nachgewiesen werden.<sup>13</sup>

In Norwegen wurde 2009 eine prospektive Studie mit RA-Patient\*innen durchgeführt. Über einen Zeitraum von 84 Tagen wurde täglich morgens eine VAS ausgefüllt. Smedslund et al. (2009) schlussfolgerten aus ihren Ergebnissen, dass Wettersensitivität ein individuelles Phänomen ist und der Schmerz von jedem sechsten Patient\*innen von mehr als drei Wetterparametern beeinflusst wird.<sup>14</sup>

Eine Studie von Brennan et al. wurde 2011 veröffentlicht, die 53 Hüftosteoarthritis-Patient\*innen für 28 Tage eine VAS ausfüllen ließen. Ein Zusammenhang zwischen der absoluten Luftdruckveränderung um eine Einheit von einem auf den anderen Tag und einem steigendem Schmerzlevel wurde dabei festgestellt.<sup>15</sup>

Dorleijn et al. (2014) konnten einen Zusammenhang zwischen relativer Luftfeuchtigkeit und dem Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis-Index (WOMAC) Schmerz und zwischen dem Luftdruck und der WOMAC Funktion nachweisen. Dafür wurden die Daten von 222 Osteoarthritis-Patient\*innen in Rotterdam, die alle drei Monate innerhalb von zwei Jahren den WOMAC Fragebogen ausgefüllt haben, untersucht.<sup>16</sup>

In einer Studie in Sydney (Australien) ist 2014 ein signifikanter Zusammenhang zwischen einer Zunahme von 11 km/h bei Windgeschwindigkeiten und 14 km/h bei Windböen als Risikofaktor für das Einsetzen von unteren Rückenschmerzen detektiert.<sup>17</sup>

Ein Jahr später wurde in einer weiteren australischen Studie jedoch keine Assoziation zwischen den untersuchten Wetterparametern (Niederschlag, Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit und Luftdruck) und dem Schmerzlevel von Patient\*innen mit unteren Rückenschmerzen bestätigt.<sup>18</sup>

Studien aus 2016 zeigten keinen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Knie bzw. Rückenschmerzen und einer Wetterveränderung auf.<sup>19,20</sup>

Beilken et al. (2016) konnten in ihrer Studie mit 981 Patient\*innen, die an unteren Rückenschmerzen litten, eine leichte Zunahme des Schmerzbeginns bei einem Anstieg der Tagesdurchschnittstemperatur von 5 °C aufzeigen.<sup>21</sup>

**Tabelle 1 Übersicht über Studien und deren Ergebnisse der untersuchten Wetterparameter**

Jahr	Autor	Land	Zeit	n	Ergebnisse für die einzelnen Wetterparameter							
					T	r.Lf	p	NS	WS	S	BG	
1948	Edström <sup>4</sup>	Schweden	100 d	18	+	+	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1963	Hollander & Yeostros <sup>5</sup>	USA	14 d	4	-	+*	+*	NA	NA	NA	NA	NA
1985	Sibley <sup>6</sup>	Kanada	1 Mo	70	-	-	-	-	-	NA	NA	NA
1986	Laborde <sup>7</sup>	USA	8 Mo	126	-	-	-	-	+	-	NA	NA
1990	Guedj & Weinberger <sup>8</sup>	Israel	1 Mo	24	+	-	+	+	NA	NA	NA	NA
1991	Clarke & Nicholl <sup>9</sup>	UK	2 Mo	53	-	-	-	NA	NA	NA	NA	NA
2002	Strusberg <sup>10</sup>	Argentinien	12 Mo	52	+	+	-	NA	NA	NA	NA	NA
2003	Wilder <sup>11</sup>	USA	23 Mo	154	-	NA	+	-	NA	NA	NA	NA
2004	Vergès <sup>12</sup>	Spanien	1 Mo	80	-	-	+	NA	NA	NA	NA	NA
2007	McAlindon <sup>13</sup>	USA	3 Mo	200	+	-	+	-	NA	NA	NA	NA
2009	Smedslund <sup>14</sup>	Norwegen	84 d	36	gleichzeitig mehrere Wetterparameter untersucht							
2011	Brennan <sup>15</sup>	Irland	28 d	53	-	NA	+	-	NA	NA	NA	NA
2014	Dorleijn <sup>16</sup>	Niederlande	2 J	222	-	+	+	-	-	-	NA	NA
2014	Steffens <sup>17</sup>	Australien	13 Mo	993	-	-	-	-	+	NA	NA	NA
2016	Duong <sup>18</sup>	Australien	2 Wo	1620	-	-	-	-	NA	NA	NA	NA
2016	Ferreira <sup>19</sup>	Australien	3 Mo	345	-	-	-	-	NA	NA	NA	NA
2016	Beilken <sup>21</sup>	Australien	4 Mo	981	+	-	-	-	-	NA	NA	NA

n: Anzahl der Studienteilnehmenden; T: Temperatur; r.Lf: relative Luftfeuchtigkeit; p: Luftdruck; NS: Niederschlag; WS: Windstärke; S: Sonnenstunden; BG: Bedeckungsgrad; +: signifikanter Nachweis; -: kein signifikanter Nachweis; NA: nicht untersucht; \*simultaner Anstieg von r.Lf und Abfall p

Zusammenfassend zeigen die Studien inkonsistente Ergebnisse bezüglich des Schmerzempfindens von Gelenkpatient\*innen bei den Wetterparametern Niederschlag, Temperatur, relativer Luftfeuchtigkeit, Luftdruck und Wind. Ein möglicher Zusammenhang zwischen den Sonnenstunden oder/und dem Bedeckungsgrad durch Wolken und deren Einfluss auf die Schmerzen von Osteoarthritis Patient\*innen wurde nur selten untersucht. Bisherige Studien

zu dem Thema ‚Wetterfühligkeit bei Osteoarthritis Patient\*innen‘ sind an sehr unterschiedlichen Orten auf der Welt durchgeführt worden. Eine Studie zu diesem Thema in Deutschland konnte in der Literatur nicht gefunden werden.

Basierend auf den oben herausgearbeiteten Parametern bisher durchgeführter Studien war das Ziel unserer Studie, zu untersuchen, ob ein signifikanter Zusammenhang zwischen fünfzehn Wetterparametern und dem subjektivem Schmerzempfinden, der Steifigkeit und/oder der Funktionalität des jeweils betroffenen Gelenks anhand des WOMAC oder der VAS in einer maritimen Wetter- und Küstenregion in Mecklenburg Vorpommern nachweisbar ist.

#### Hypothese

Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Luftdruck, Dampfdruck, Windgeschwindigkeit, Spitzenböen, Sonnenstunden, Bedeckungsgrad oder die Windchilltemperatur haben einen Einfluss auf das subjektive Schmerzempfinden, die Steifigkeit und Funktionalität des jeweils arthrotisch erkrankten Gelenks im Alltag der OA Patient\*innen.

## 2. Material und Methoden

In der vorliegenden prospektiven Beobachtungsstudie wurden in der Zeit vom 06.11.2017 bis zum 03.12.2017 insgesamt 66 Patient\*innen einer orthopädischen Praxis täglich aufgefordert einen Fragebogen (siehe Anlage 1) auszufüllen. Hierbei handelt es sich um eine prospektive Längsschnittstudie.

Der Fragebogen bestand aus drei Seiten, die täglich am Abend ausgefüllt wurden. Neben der täglichen Angabe von Name, Datum und Uhrzeit, bestand der erste Teil des Fragebogens aus dem Western Ontario McMaster Universities Osteoarthritis-Index (WOMAC), der zweite aus einer Visuellen Analogskala (VAS) und der Frage nach zusätzlicher Schmerzmedikamenteneinnahme (siehe Anlage 1).

Die Datenerhebung erfolgte freiwillig und unentgeltlich. Jeder Studienteilnehmende hat zusätzlich zu den 28 Fragebögen einen Informationsbogen zu Person, Alter, Beschwerden, subjektiven Einschätzung bzgl. des Wettereinflusses, Voroperationen an Gelenken und der regelmäßigen Medikamenteneinnahme ausgefüllt. (siehe Anlage 2) Nur ein Patient hatte vergessen, den Informationsbogen auszufüllen. Dies wurde telefonisch nachgeholt.

### 2.1 Visuelle Analog Skala

Die Visuelle Analog Skala (VAS) ist ein Instrument zur Messung einer subjektiven Einschätzung, die ursprünglich in der Psychologie für die Messung des Wohlbefindens verwendet wurde.<sup>22</sup> Im Verlauf wurden die Beschreibungen „gar kein Schmerz“ und „mein Schmerz ist so schlimm wie er nur sein könnte“ hinzugefügt.<sup>23</sup> Die verwendete Visuelle Analog Skala besteht aus einer 100 mm langen waagerechten Linie. Wobei das linke Ende für „keinen Schmerz“ und das rechte Ende für „extrem starker Schmerz“ steht. Zur Verdeutlichung wurden Smileys (☺/☹) an die jeweilige Seite eingefügt. (siehe Anlage 1) Die Patient\*innen wurden aufgefordert, einen Strich durch

die VAS-Linie zu zeichnen, der ihren Schmerz repräsentiert.<sup>24</sup> Um bevorzugte Zahlen und Muster zu vermeiden, werden keine numerischen Zwischenpunkte angegeben.<sup>25</sup> Mit Hilfe eines Lineals werden die Daten ausgemessen.<sup>26</sup> Der gemessene Punktwert reicht von 0 - 100 mm, wobei 0-4 mm keinem Schmerz, 5-44 mm einem mildem Schmerz, 45-74 mm einem moderaten Schmerz und 75-100 mm einem starken Schmerz entspricht.<sup>27</sup>

## **2.2 Western Ontario McMaster Universities Osteoarthritis- Index**

Der WOMAC-Index wurde 1982 in Kanada entwickelt und ist ein Selbsteinschätzungsfragebogen zur Beurteilung von „Schmerz“, „Gelenksteifigkeit“ und „Funktionalität beim Verrichten von Alltagstätigkeit“ bezogen auf das Problemgelenk.<sup>28</sup> Er eignet sich als Messinstrument für die Evaluation der Lebensqualität bei Patient\*innen mit Arthrose der unteren Extremität und erfüllt die Gütekriterien Zuverlässigkeit, Validität und Änderungssensitivität.<sup>28-30</sup>

Der Fragebogen umfasst drei Kategorien und insgesamt 24 Fragen. Die ersten fünf Fragen befassen sich mit der subjektiven Beurteilung des „Schmerzes“, die nächsten zwei Fragen beziehen sich auf die „Gelenksteifigkeit“ und die letzten 17 Fragen evaluieren die Funktionalität bei bestimmten körperlichen Arbeiten. (Anlage 1) Der ursprüngliche Fragebogen verwendete je Frage eine 10 Zentimeter lange visuelle Analogskala, die in der vorliegenden Studie durch eine numerische Gradierungsskala mit einem Wertebereich von 0 – 10 ersetzt worden ist.<sup>29</sup> Es wurden 11 kleine Kästchen pro Frage vorgegeben, wobei das linke Kästchen für „keine Schmerzen, Steifigkeit oder Funktionalitätseinschränkung“ und das rechte Kästchen für „extrem starke Schmerzen, Steifigkeit oder Funktionalitätseinschränkung“ stehen. Die deutsche Version wurde 1996 von Stucki und Meier evaluiert und erfüllt die Test-Retest-Zuverlässigkeit und -Gültigkeit.<sup>29</sup>

Je Frage können maximal 10 Punkte vergeben werden. Der Summenwert errechnet sich aus der Addition aller einzelnen Punktwerte und beträgt maximal 240. Dabei gilt, je niedriger der Wert, desto besser die Funktion und Lebensqualität der Patient\*innen.

### **2.3 Studiendesign und Proband\*innenenauswahl**

Die Ethikkommission der Universität Greifswald bestätigte, dass gegen die Durchführung der Studie keine ethischen und rechtlichen Bedenken bestehen. (Anlage 3)

Die Patient\*innen stammen aus dem Patient\*innenkollektiv von PD Dr. med. habil. Andreas Machner. Die Praxis befindet sich auf der Halbinsel Zingst in unmittelbarer Nähe (weniger als 500 m) zur Ostsee. Als Einschlusskriterien wurden ein ständiger Wohnsitz im Landkreis Nordvorpommern mit Schwerpunkt Fischland-Darß-Zingst und eine manifeste und klinisch diagnostizierte Osteoarthritis an mindestens einem Gelenk oder eine Rheumatoide Arthritis oder Tendinitis Calcarea zugrunde gelegt. Patient\*innen mit kognitiver Beeinträchtigung wurden aus der Studie ausgeschlossen.

Die Patient\*innen wurden vor Studienbeginn während einer Informationsveranstaltung über die Studie informiert. Dort erhielt jeder Teilnehmende die Fragebögen, die anschließend postalisch an mich zurückgesendet wurden. Die Teilnahme war freiwillig und unentgeltlich.

### **2.4 Fragebogen und Auswertung**

Von den 66 teilnehmenden Patient\*innen, haben 51 den Fragebogen vollständig über 28 Tage ausgefüllt. Zehn Patient\*innen haben ihn nur zwei Wochen ausgefüllt. Zwei Patient\*innen haben mitten im Untersuchungszeitraum einen, ein Patient\*in vier Tage ausgelassen und zwei Patient\*innen haben jeweils den letzten Tag vergessen. Unter den

Patient\*innen die ihren Fragebogen alle Tage ausgefüllt haben, sind zwei, die jeweils an einem Tag eine Seite vergessen haben auszufüllen. Unter den Patient\*innen, die nur 14 Tage am Stück den Fragebogen ausgefüllt haben, gibt es bei einem Patient\*innen eine fehlende Seite. Die Gründe für das Fehlen einiger Tage waren meist persönliche Anlässe und Gegebenheiten.

Die Visuelle Analog Skala (VAS) wurde von 43 der 51 Patient\*innen, die alle Tage ausgefüllt haben, vollständig für jeden Tag ausgefüllt. Ein Patient hat keine Angaben zur VAS gemacht. Bei sieben Patient\*innen fehlten Werte in ihren Angaben zur VAS. Davon fehlen bei fünf Patient\*innen weniger als vier Werte und bei zwei Patient\*innen mindestens vier Werte.

Von den zehn Patient\*innen, die an der Studie nur 14 Tage teilgenommen haben, haben acht Personen jeden Tag einen VAS-Wert angegeben, ein Patient hat keine Angaben gemacht und bei einem Patient\*in fehlt ein Wert.

Bei den vier Patient\*innen, die einen kompletten Tag vergessen haben, fehlt an diesem Tag auch der entsprechende VAS-Wert. Ein Patient hat vier Tage vergessen den Fragebogen auszufüllen und auch dort fehlen die entsprechenden VAS-Werte.

Von allen 66 Patient\*innen haben insgesamt 13 Patient\*innen keinen senkrechten Strich, sondern eine waagerechte Linie oberhalb oder auf der Linie der VAS gemacht. Bei diesen Angaben wurde die Mitte des Striches als Wert der VAS verwendet.

Die Fragebögen wurden mit einer Software für Formularauswertung „FormPro“ in eine Textdatei umgewandelt und anschließend händisch von mir kontrolliert. Die VAS wurde manuell mit dem Lineal abgemessen.

Die zusammengeführten Daten wurden in einer Excel-Tabelle zusammengefasst. Diese bildete die Grundlage für die statistische Auswertung.

## 2.5 Wetterdaten

Alle Wetterdaten stammen von der Homepage des Deutschen Wetterdienstes und können jederzeit eingesehen werden. Es wurden die Daten von den Messstationen in Rostock-Warnemünde (Breitengrad: 54,1801, Längengrad: 12,0806) und Arkona (Breitengrad: 54,68; Längengrad: 13,4349) herangezogen und für die Auswertung wurde jeweils der Mittelwert genutzt. Für eine stabilere Modellierung wurde der Wert für die relative Luftfeuchtigkeit in der Analyse mit 10 dividiert.

Folgende Parameter wurden untersucht:

1. minimale/ maximale Temperatur in 2m Höhe [°C]
2. minimale Temperatur in 5cm Höhe [°C]
3. Tagesmitteltemperatur 2m [°C]
4. durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit [%]
5. durchschnittlicher Luftdruck [hPa]
6. Spitzenböe [m/s]
7. Mittel der Windstärke [m/s]
8. Tagesmittel des Dampfdruckes [hPa]
9. Niederschlagshöhe [mm]
10. Sonnenstunden [h]
11. Mittlerer Bedeckungsgrad [1/8]

Zusätzlich zu den oben genannten Parametern haben wir die Windchilltemperatur nach folgender Formel berechnet:

$$\vartheta_{WCT} = 13,12 + 0,6215 \times \vartheta_a + (0,3965 \times \vartheta_a - 11,37) \times v^{0,16}$$

$\vartheta_{WCT}$  = Windchilltemperatur [°C]

$\vartheta_a$  = Lufttemperatur [°C]

v = Windgeschwindigkeit [km/h]

Der Windchilleffekt kann über die Windchilltemperatur quantifiziert werden. Die Windchilltemperatur ist ein Maß für die Wärmeverlustrate in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit. Die Windchilltemperatur ist definiert als die Lufttemperatur, die bei Windstille bzw. schwachem Wind die gleiche Wärmeverlustrate pro dem Wind ausgesetzter Hautfläche hervorrufen würde, wie die tatsächliche trockene Lufttemperatur mit Windeinfluss.<sup>31</sup> Die Windstille wurde für die aktuelle Formel von Oszewski und Bluestein<sup>32</sup> von ursprünglich 1,79 m/s<sup>33</sup> auf 1,34 m/s während der Gehbewegung reduziert. Die Windchilltemperatur gibt nicht die tatsächliche Temperatur an, die der Körper annimmt, sondern ist lediglich ein Ausdruck dafür, wie schnell sich die Hauttemperatur der gemessenen Lufttemperatur annähert.

## 2.6 Statistische Methode

Die statistische Auswertung wurde vom Institut der Medizinischen Statistik in Göttingen, insbesondere von M. Sc. Christoph Anten durchgeführt.

Der WOMAC untersucht drei Kategorien – A, B und C. Kategorie A steht für den Schmerz, Kategorie B für die Steifigkeit und Kategorie C für die Bewegungseinschränkung bei Alltagsaufgaben. Alle drei Kategorien zusammen bilden den Gesamtwert des WOMAC. Da einige Patient\*innen einzelne Fragen nicht beantwortet haben, wurde die Summe der Schmerzwerte durch die Anzahl der beantworteten Fragen dividiert. Dadurch ergeben sich die Variablen relA, relB, relC und relGesamt. Die Werte der Visuellen Analog Skala wurden so verwendet, wie sie von den Patient\*innen angegeben wurden. Fehlende einzelne Datenpunkte wurden für die Analyse weggelassen.

Da die Kriterien für ein allgemeines lineares Modell nicht erfüllt werden, werden die Daten dichotomisiert betrachtet. Hierfür muss von jedem erhobenen Schmerzwert der jeweilige durchschnittliche Schmerzwert

abgezogen werden. Dadurch ergibt sich eine Einteilung der Werte in zwei Kategorien – oberhalb oder unterhalb des mittleren Schmerzwertes. Es wird also in über- bzw. unterdurchschnittlich empfundenen Schmerz unterteilt. Diese Daten sind binominal verteilt und werden mit einem logistischen gemischten Modell untersucht. Durch die Standardisierung und Dichotomisierung müssen die sich nicht ändernden Basislinien der Parameter nicht weiter betrachtet werden. Der Einfluss eines Wetterparameters auf den so erstellten Endpunkt bezieht sich somit auf den durchschnittlichen Schmerz. Es wird untersucht, ob die Patient\*innen eher zu überdurchschnittlich hohem bzw. niedrigem Schmerz tendieren, wenn ein Wetterparameter steigt bzw. fällt. Der einzige, sich ändernde Basislinienparameter ist die Einnahme von Medikamenten.

Die Analyse unterteilt sich grundsätzlich in drei Abschnitte. Zuerst wurden die Wetterparameter univariat betrachtet. Anschließend wurden die hierbei signifikanten Variablen auf Colinearität geprüft und ggf. aus der Analyse ausgeschlossen, wenn eine hohe Korrelation mit einer anderen Variable bestand (d.h. sobald zwei Variablen eine Korrelation größer als 70 Prozent aufwiesen, wird die Variable mit der geringeren Effektstärke für den nächsten Schritt ausgeschlossen). Zuletzt wurden die übrigen Variablen, die signifikant waren, aber keine Colinearität aufwiesen in einem multivariaten Modell gemeinsam untersucht. Für die multivariate Analyse wurde der Patient als Zufallsfaktor mit modelliert. Hierbei handelt es sich um ein lineares gemischtes Modell mit maximum likelihood (Laplace Approximation). Das Signifikanzniveau wurde für alle statistischen Analysen auf  $\alpha = 5\%$  festgelegt.

Die Auswertungen wurden alle mit der Statistik-Software R (Version 3.4.0; R Core Team 2018<sup>34</sup>) durchgeführt. Für die univariaten und multivariaten logistischen gemischten Modelle wurde das R-Pakete lme4<sup>35</sup> verwendet.

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Deskriptive Statistik

#### 3.1.1 Wetterstationen

In der Tabelle 2 werden die Messdaten zu den unterschiedlichen Wetterparametern des Deutschen Wetterdienstes von den Wetterstationen aus Arkona und Rostock-Warnemünde dargestellt. In der rechten Spalte wird der Mittelwert aus beiden erhobenen Daten der Messstationen errechnet. Dieser Wert wird in der Analyse verwendet.

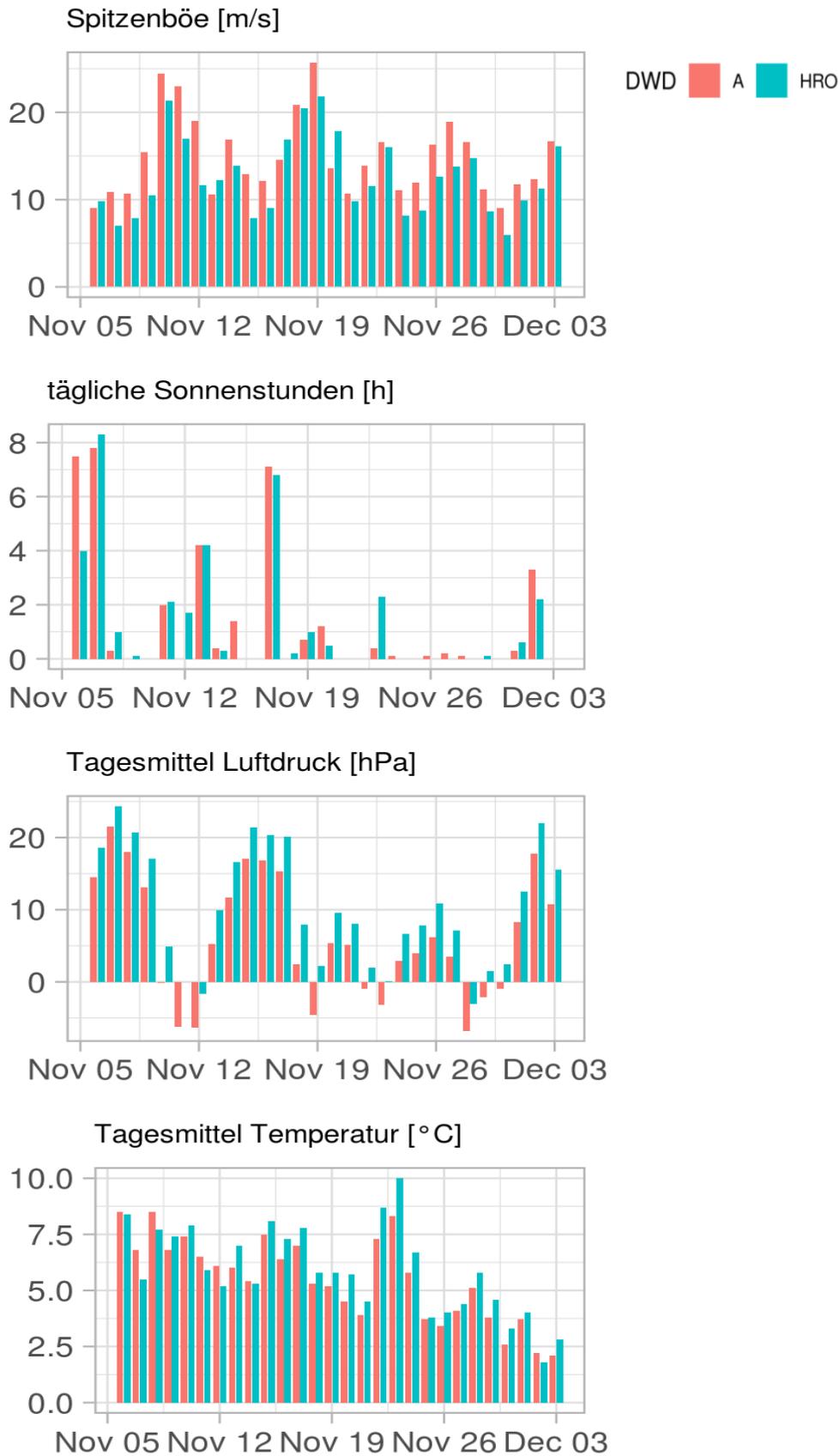
Die durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten lagen bei 11,8 m/s. Der Maximalwert wurde in Arkona mit 25,7 m/s gemessen. Der niederschlagsreichste Tag wurde in Arkona mit 8,9 mm erfasst. Durchschnittlich sind täglich 1,8 mm im Untersuchungszeitraum gefallen. Im Mittel gab es 1,3 Sonnenstunden am Tag und einen Bedeckungsgrad [1/8] von 6,4/8. Der Luftdruck variierte im Mittel von 995,1 hPa bis 1022,9 hPa. Die höchste Temperatur wurde in Rostock-Warnemünde mit 13,3 °C gemessen. Durchschnittlich lag die Tagesmitteltemperatur bei 5,5 °C. Die relative Luftfeuchtigkeit schwankte im Mittel von Arkona und Rostock-Warnemünde zwischen 76 % und 96,7 %.

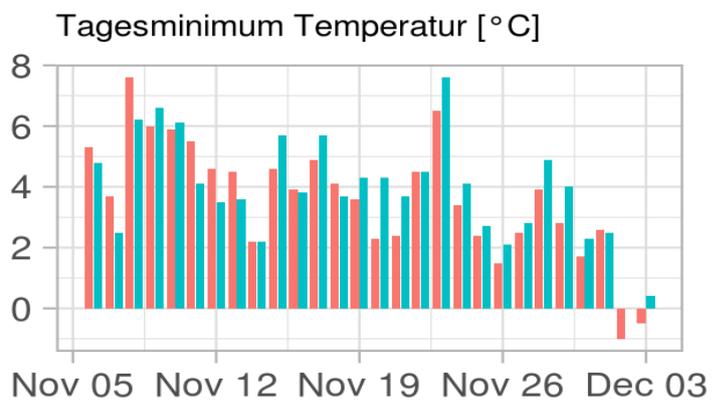
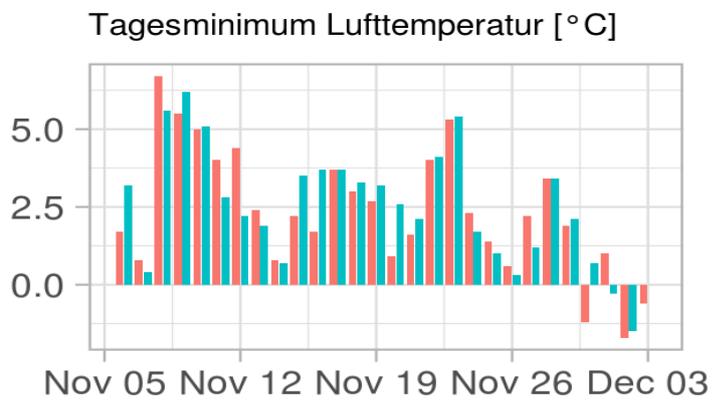
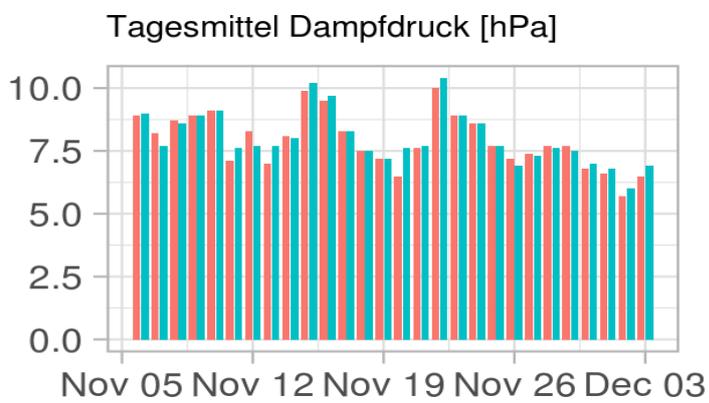
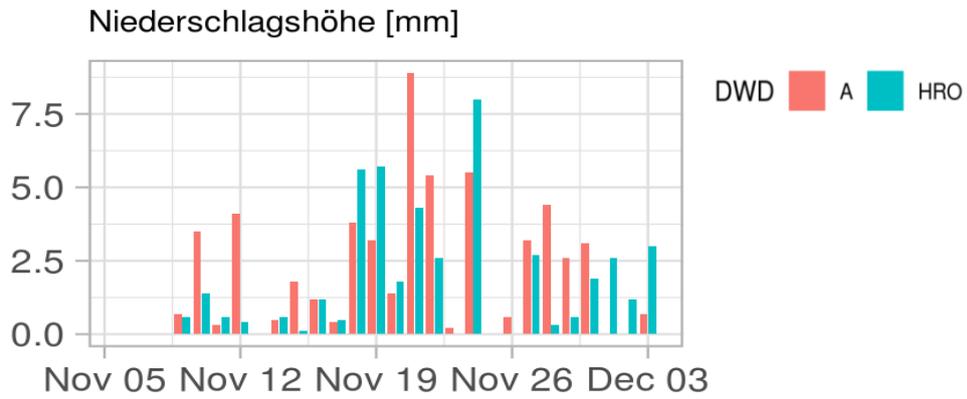
Tabelle 2 Erhobene Messwerte des DWD in Arkona und Rostock-Warnemünde und deren Mittelwert

Parameter	Statistik	Arkona	HRO- Warnemünde	Mittelwert
<b>Spitzenböe</b> [m/s]	Durchschnitt (SD)	14.9 (4.6)	12.6 (4.4)	13.7 (4.3)
	[min;max]	[9; 25.7]	[5.9; 21.8]	[7.5; 23.8]
	fehlend	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
	komplett	28 (100 %)	28 (100 %)	28 (100 %)
<b>Windgeschwindigkeit</b> [m/s]	Durchschnitt (SD)	7.5 (3.2)	5 (2)	6.3 (2.4)
	[min;max]	[3.1; 14]	[1.9; 10.9]	[2.9; 11.8]
	fehlend	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
	komplett	28 (100 %)	28 (100 %)	28 (100 %)
<b>Niederschlagshöhe</b> [mm]	Durchschnitt (SD)	2 (2.3)	1.6 (2.1)	1.8 (1.9)
	[min;max]	[0; 8.9]	[0; 8]	[0; 6.8]
	fehlend	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
	komplett	28 (100 %)	28 (100 %)	28 (100 %)
<b>Tägliche Sonnenstunden</b> [h]	Durchschnitt (SD)	1.3 (2.4)	1.3 (2.1)	1.3 (2.2)
	[min;max]	[0; 7.8]	[0; 8.3]	[0; 8.1]
	fehlend	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
	komplett	28 (100 %)	28 (100 %)	28 (100 %)
<b>Bedeckungsgrad</b> [1/8]	Durchschnitt (SD)	6.5 (1.7)	6.2 (1.7)	6.4 (1.7)
	[min;max]	[1.9; 8]	[0.5; 7.9]	[1.2; 7.9]
	fehlend	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
	komplett	28 (100 %)	28 (100 %)	28 (100 %)
<b>Dampfdruck</b> [hPa]	Durchschnitt (SD)	7.9 (1.1)	8 (1)	8 (1.1)
	[min;max]	[5.7; 10]	[6; 10.4]	[5.8; 10.2]
	fehlend	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
	komplett	28 (100 %)	28 (100 %)	28 (100 %)
<b>Luftdruck [hPa]</b>	Durchschnitt (SD)	6 (8.5)	10.2 (8.2)	8.1 (8.3)
	[min;max]	[-6.8; 21.5]	[-3.1; 24.3]	[-4.9; 22.9]
	fehlend	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
	komplett	28 (100 %)	28 (100 %)	28 (100 %)
<b>Tagesmittel- Temperatur 2 m Höhe [°C]</b>	Durchschnitt (SD)	5.5 (1.9)	5.9 (2)	5.5 (1.9)
	[min;max]	[2.1; 8.5]	[1.8; 10]	[2.1; 8.5]
	fehlend	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
	komplett	28 (100 %)	28 (100 %)	28 (100 %)
<b>relative Luftfeuchtigkeit</b> [%]	Durchschnitt (SD)	87 (7.1)	85.6 (5.7)	86.3 (6.1)
	[min;max]	[73.6; 98.8]	[72; 95.2]	[76; 96.7]
	fehlend	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
	komplett	28 (100 %)	28 (100 %)	28 (100 %)
<b>Maximum Lufttemperatur 2 m Höhe[°C]</b>	Durchschnitt (SD)	7.2 (1.9)	7.7 (2.1)	7.4 (2)
	[min;max]	[3.9; 10.5]	[4.3; 13.3]	[4.2; 11.9]
	fehlend	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
	komplett	28 (100 %)	28 (100 %)	28 (100 %)
<b>Minimum Lufttemperatur 2 m Höhe[°C]</b>	Durchschnitt (SD)	3.6 (2)	3.9 (1.8)	3.8 (1.8)
	[min;max]	[-1; 7.6]	[0; 7.6]	[-0.5; 7]
	fehlend	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
	komplett	28 (100 %)	28 (100 %)	28 (100 %)
<b>Minimum Lufttemperatur 5 cm Höhe[°C]</b>	Durchschnitt (SD)	2.3 (2)	2.4 (1.9)	2.4 (1.9)
	[min;max]	[-1.7; 6.7]	[-1.5; 6.2]	[-1.6; 6.2]
	fehlend	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
	komplett	28 (100 %)	28 (100 %)	28 (100 %)

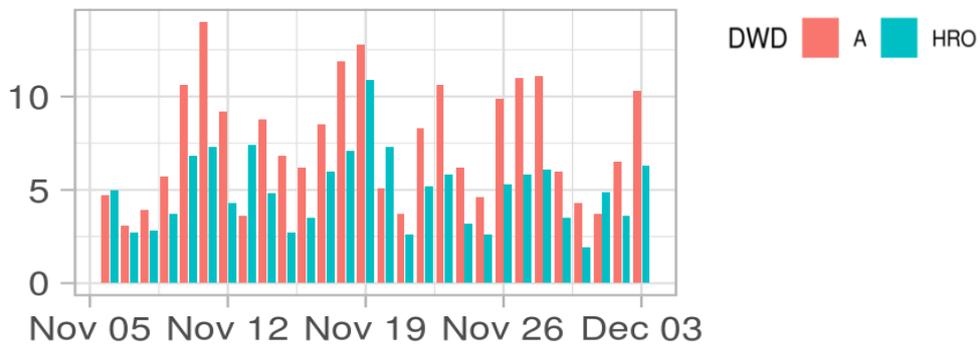
In der Abbildung 1 werden alle zwölf untersuchten Wetterparameter über den Bezugszeitraum graphisch dargestellt. Hierbei zeigen die roten Balken die Wetterdaten aus der Messstation Arkona (A) und die grünen Balken die Daten aus der Wetterstation in Rostock-Warnemünde (HRO) an. Der ermittelte Luftdruck wurde zur besseren Anschauung um 1000 reduziert, sodass 0 = 1000 Bar entspricht.

Abbildung 1 Übersicht über alle erhobenen Wetterdaten im Untersuchungszeitraum an den Messstationen Arkona (A) und Warnemünde (HRO) des Deutschen Wetterdienstes (DWD)

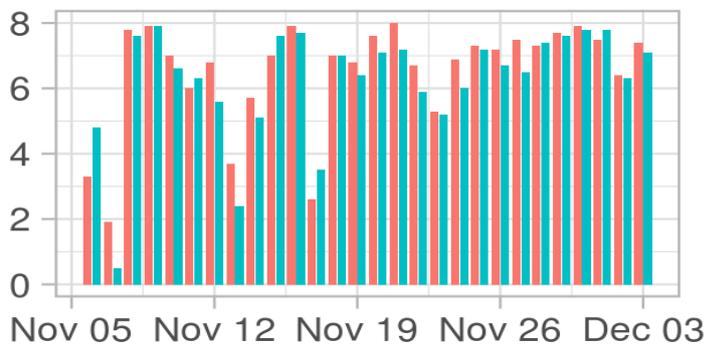




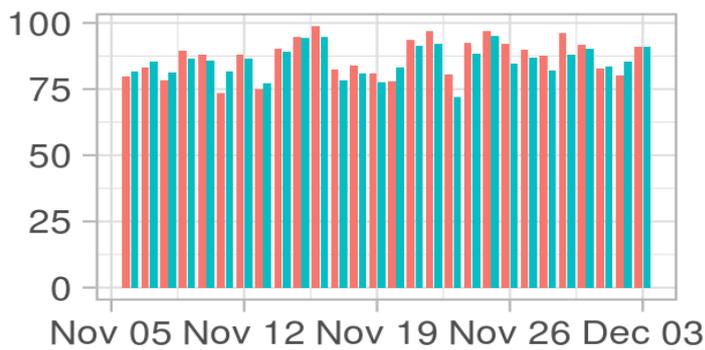
Tagesmittel Windstärke [m/s]



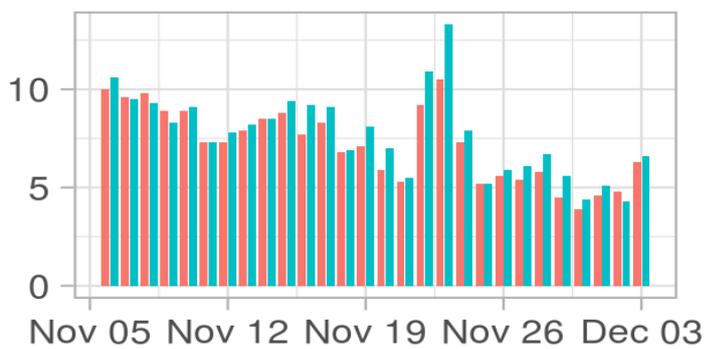
Tagesmittel Bedeckungsgrad [1/8]



Tagesmittel relative Luftfeuchtigkeit [%]



Tagesmaximum Temperatur [°C]



### 3.1.2 Patient\*innenkollektiv

Insgesamt haben 66 Patient\*innen an der Studie teilgenommen. Davon sind 22 Männer und 44 Frauen. Das Alter der Patient\*innen variiert bei den Männern von 31-87 Jahren (Mittelwert 68,8 Jahre). Das Alter der Frauen liegt im Bereich von 34-96 Jahren (Mittelwert 68,4 Jahre).

In der Patient\*innenkohorte befinden sich sechs Patient\*innen, die an Rheumatoider Arthritis leiden und sieben, die eine Tendinitis Calcarea haben. 60,6 % der Patient\*innen haben eine Facettengelenksarthrose der LWS, 48,5 % der Proband\*innen eine Gonarthrose und 30,3 % haben eine Koxarthrose. Von allen Teilnehmenden haben 18 eine Oligoarthrose.

Insgesamt sind 44 Patient\*innen (70 %), davon 15 männliche und 29 weibliche Studienteilnehmende vorab der Meinung gewesen, dass das Wetter einen Einfluss auf ihre Schmerzen und Bewegungseinschränkungen im Alltag hat. 30 % der Studienteilnehmenden halten es für unwahrscheinlich, dass das Wetter einen Einfluss auf ihr Empfinden hat, davon sind sieben Männer und 13 Frauen. Zwei Patientinnen haben sich enthalten.

Vier Männer und dreizehn Frauen, die an der Studie teilgenommen haben, nehmen regelmäßig Schmerzmedikamente zur Linderung ihrer Gelenkschmerzen ein. Jeweils eine Frau und ein Mann haben die regelmäßige Einnahme von Herzmedikamenten angegeben, dies wurde als *keine Schmerzmedikamenteneinnahme* gewertet. Von 14 Männern und 26 Frauen wurde mindestens einmal im Untersuchungszeitraum ein Schmerzmittel eingenommen. (vgl. Tabelle 3)

Tabelle 3 Erfassung der erhobenen Patient\*innendaten gruppiert nach Geschlecht

Parameter	Level	Geschlecht (m)	Geschlecht (w)	Gesamt	p- Wert
<b>Geschlecht</b> n=Anzahl	m	22 (100 %)	0 (0 %)	22 (33.3 %)	<0.01
	w	0 (0 %)	44 (100 %)	44 (66.7 %)	
	fehlend	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	
<b>Alter</b> (in Jahren)	komplett	22 (100 %)	44 (100 %)	66 (100 %)	0.86
	Durchschnitt (SD)	68.8 (15)	68.4 (15.3)	68.5 (15.1)	
	[min;max]	[31; 87]	[34; 96]	[31; 96]	
<b>Wettereinfluss</b> n=Anzahl	fehlend	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	1
	ja	15 (68.2 %)	29 (69 %)	44 (68.8 %)	
	nein	7 (31.8 %)	13 (31 %)	20 (31.2 %)	
<b>Gruppe</b> n=Anzahl	komplett	22 (100 %)	42 (95.5 %)	64 (97 %)	0.19
	Koxarthrose	4 (18.2 %)	2 (4.5 %)	6 (9.1 %)	
	FG-Arthrose-LWS	6 (27.3 %)	10 (22.7 %)	16 (24.2 %)	
	Gonarthrose	6 (27.3 %)	8 (18.2 %)	14 (21.2 %)	
	Oligoarthrose	5 (22.7 %)	13 (29.5 %)	18 (27.3 %)	
	RA	1 (4.5 %)	5 (11.4 %)	6 (9.1 %)	
	T. Calcarea	0 (0 %)	6 (13.6 %)	6 (9.1 %)	
	fehlend	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	
<b>Rheumatoide</b> <b>Arthritis</b> n=Anzahl	komplett	22 (100 %)	44 (100 %)	66 (100 %)	0.65
	0	21 (95.5 %)	39 (88.6 %)	60 (90.9 %)	
	1	1 (4.5 %)	5 (11.4 %)	6 (9.1 %)	
	fehlend	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	
<b>Koxarthrose</b> n=Anzahl	komplett	22 (100 %)	44 (100 %)	66 (100 %)	0.57
	0	14 (63.6 %)	32 (72.7 %)	46 (69.7 %)	
	1	8 (36.4 %)	12 (27.3 %)	20 (30.3 %)	
	fehlend	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	
<b>Gonarthrose</b> n=Anzahl	komplett	22 (100 %)	44 (100 %)	66 (100 %)	1
	0	11 (50 %)	23 (52.3 %)	34 (51.5 %)	
	1	11 (50 %)	21 (47.7 %)	32 (48.5 %)	
	fehlend	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	
<b>Facettengelenks-</b> <b>arthrose der</b> <b>Lendenwirbelsäule</b> n=Anzahl	komplett	22 (100 %)	44 (100 %)	66 (100 %)	0.29
	0	11 (50 %)	15 (34.1 %)	26 (39.4 %)	
	1	11 (50 %)	29 (65.9 %)	40 (60.6 %)	
	fehlend	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	
<b>Tendinitis</b> <b>Calcarea</b> n=Anzahl	komplett	22 (100 %)	44 (100 %)	66 (100 %)	0.09
	0	22 (100 %)	37 (84.1 %)	59 (89.4 %)	
	1	0 (0 %)	7 (15.9 %)	7 (10.6 %)	
	fehlend	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	
<b>Oligoarthrose</b> n=Anzahl	komplett	22 (100 %)	44 (100 %)	66 (100 %)	0.58
	0	16 (72.7 %)	28 (63.6 %)	44 (66.7 %)	
	1	6 (27.3 %)	16 (36.4 %)	22 (33.3 %)	
	fehlend	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	
<b>Regelmäßige</b> <b>Medikamenten-</b> <b>einnahme</b> n=Anzahl	komplett	22 (100 %)	44 (100 %)	66 (100 %)	0.38
	ja	4 (18.2 %)	13 (30.2 %)	17 (26.2 %)	
	nein	18 (81.8 %)	30 (69.8 %)	48 (73.8 %)	
	fehlend	0 (0 %)	1 (2.3 %)	1 (1.5 %)	
<b>n=Anzahl</b>	komplett	22 (100 %)	43 (97.7 %)	65 (98.5 %)	

FG-Arthrose-LWS: Facettengelenksarthrose der Lendenwirbelsäule; T. Calcarea: Tendinitis Calcarea; RA: Rheumatoide Arthritis

### 3.1.3 Schmerzempfinden

Tabelle 4 fasst die Schmerzwerte aller Patient\*innen über alle Zeitpunkte zusammen. Der durchschnittliche Schmerzwert von relGesamt des WOMAC liegt bei 2,3. Dieser unterscheidet sich um 1,0 zum durchschnittlichen Wert auf der VAS, der bei 3,3 liegt. RelA (Schmerz) hat mit 2,1 den niedrigsten durchschnittlichen Wert, relB (Steifigkeit) mit 2,7 den höchsten. Insgesamt fehlen  $\leq 0,5$  % der Werte bei relA, relB, relC u. relGesamt. Bei der VAS fehlen 4,1 % der möglichen Werte.

Tabelle 4 Schmerzwerte über alle Patient\*innen und Zeitpunkte

Level	relA	relB	relC	relGesamt	VAS
<b>Durchschnitt (SD)</b>	2.1 (1.9)	2.7 (2.4)	2.3 (2)	2.3 (1.9)	3.3 (2.4)
<b>[min;max]</b>	[0; 10]	[0; 10]	[0; 9.4]	[0; 9.3]	[0; 10]
<b>fehlend</b>	9 (0.5 %)	7 (0.4 %)	9 (0.5 %)	9 (0.5 %)	71 (4.1 %)
<b>komplett</b>	1704	1706	1704	1704	1642
	(99.5 %)	(99.6 %)	(99.5 %)	(99.5 %)	(95.9 %)

In der Abbildung 2 werden die Schmerzwerte von allen Patient\*innen grafisch dargestellt. Die Linienvläufe für relC und relGesamt sind fast identisch, was darauf zurückzuführen ist, dass der WOMAC zu 70 % aus den Fragen zu Kategorie C besteht. Die Differenz der durchschnittlichen Werte von relGesamt zur VAS ist deutlich zu erkennen. Die Werte für die visuelle Analog Skala sind am höchsten, während relA die niedrigsten durchschnittlichen Werte hat.

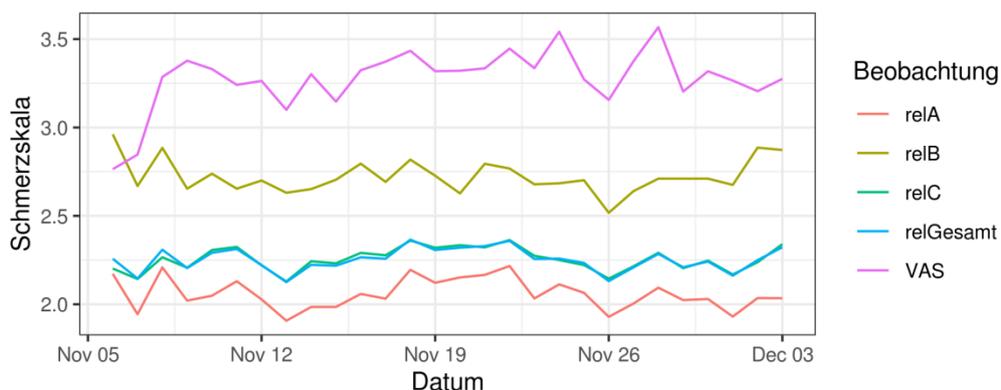


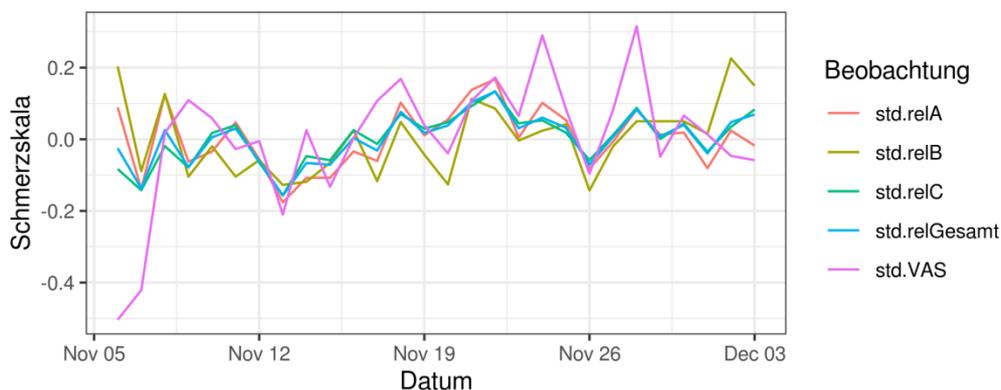
Abbildung 2 Über alle Patient\*innen gemittelten Schmerzwerte. Es sind alle erfassten relativen Schmerzwerte des Schmerzes (relA), der Steifigkeit (relB) und der Bewegungseinschränkung (relC), des WOMAC (relGesamt) und der VAS im gesamten Untersuchungszeitraum dargestellt

Wenn man den Schmerzwert relGesamt des WOMAC zu allen Zeitpunkten von allen Patient\*innen dichotomisiert betrachtet, sprechen 47,4 % der Werte für ein überdurchschnittliches Schmerzempfinden und 52,6 % für ein unterdurchschnittliches Schmerzempfinden. Die Werte der VAS zeigen bei 53,7 % aller Werte ein unterdurchschnittliches Schmerzempfinden und bei 46,3 % ein überdurchschnittliches Schmerzempfinden. (siehe Tabelle 5)

**Tabelle 5 Dichotomisierte Schmerzwerte von allen Patient\*innen und Zeitpunkten**

Level	relA	relB	relC	relGesamt	VAS
< 0	942 (55.3 %)	840 (49.2 %)	908 (53.3 %)	896 (52.6 %)	882 (53.7 %)
≥ 0	762 (44.7 %)	866 (50.8 %)	796 (46.7 %)	808 (47.4 %)	760 (46.3 %)
fehlend	9 (0.5 %)	7 (0.4 %)	9 (0.5 %)	9 (0.5 %)	71 (4.1 %)
komplett	1704 (99.5 %)	1706 (99.6 %)	1704 (99.5 %)	1704 (99.5 %)	1642 (95.9 %)

In der Abbildung 3 wird der Zusammenhang zwischen Schmerzempfinden und standardisiertem Schmerzempfinden grafisch dargestellt. Oberhalb der Nulllinie befinden sich die Werte für ein überdurchschnittliches Schmerzempfinden, unterhalb der Nulllinie für ein unterdurchschnittliches Schmerzempfinden. Insgesamt schwanken sowohl die standardisierten relativen Schmerz-, Steifigkeits- und Bewegungseinschränkungswerte, sowie der Gesamtscore des WOMAC und die VAS in einem Bereich von 0,5 um die Nulllinie.



**Abbildung 3 Über alle Patient\*innen gemittelte standardisierte Schmerzwerte. Es sind alle erfassten standardisierten Schmerzwerte des Schmerzes (std.relA), der Steifigkeit (std.relB) und der Bewegungseinschränkung (std.relC), des WOMAC (std.relGesamt) und der std.VAS im gesamten Untersuchungszeitraum dargestellt**

Das Balkendiagramm in Abbildung 4 zeigt die dichotomisierten Werte von relGesamt des WOMAC an den einzelnen Tagen. Der rote Teil des Balkendiagramms steht für ein überdurchschnittliches Schmerzempfinden, der grüne Teil für ein unterdurchschnittliches Schmerzempfinden an den jeweiligen Studientagen.

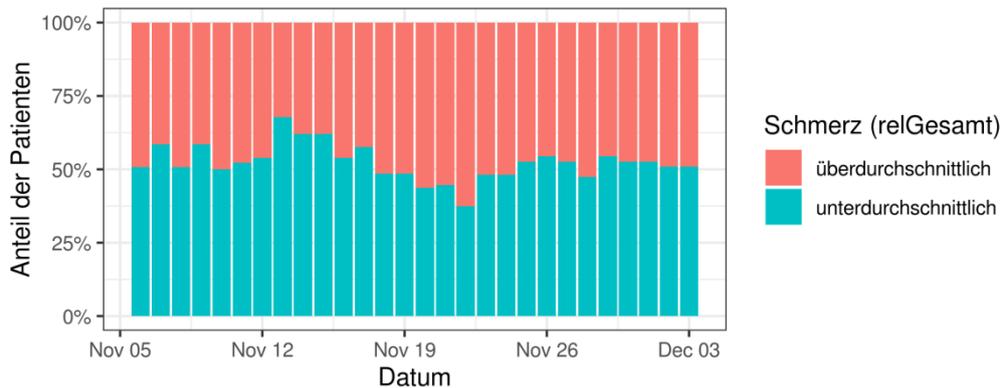


Abbildung 4 Dichotomisierte Schmerzwerte des relGesamt (WOMAC) über alle Patient\*innen im Untersuchungszeitraum

Das Balkendiagramm in Abbildung 5 zeigt die dichotomisierten Werte der VAS an den jeweils einzelnen Tagen. Hierbei steht der rote Teil des Balkendiagramms für ein überdurchschnittliches Schmerzempfinden, der grüne Teil für ein unterdurchschnittliches Schmerzempfinden an den jeweiligen Studientagen.

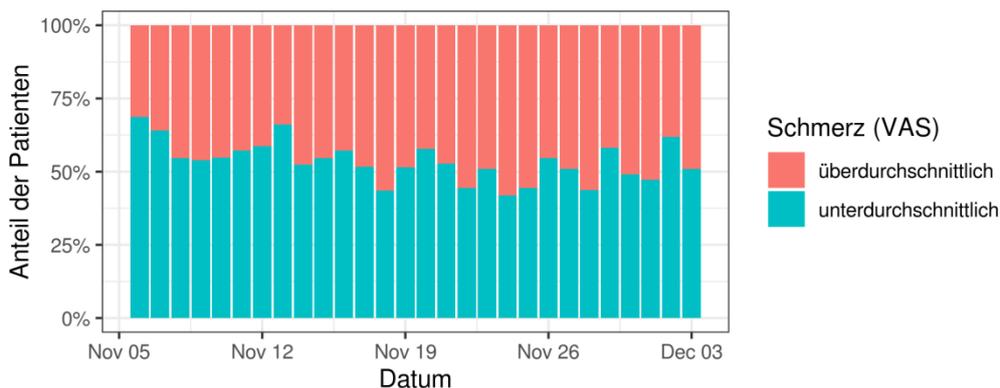


Abbildung 5 Dichotomisierte Schmerzwerte der VAS über alle Patient\*innen im Untersuchungszeitraum

### 3.1.4 Windchilltemperatur

Die berechneten Windchilltemperaturen (WCT) liegen im Durchschnitt bei 1,8 °C. Der höchste Wert konnte für Rostock-Warnemünde mit 7,3 °C berechnet werden. Der niedrigste Wert lag in Arkona bei -4,4 °C. Im Vergleich zwischen Arkona und Rostock-Warnemünde unterscheiden sich die berechneten durchschnittlichen WCT von 1,1 °C (Arkona) und 2,6 °C (Rostock) (vgl. Tabelle 6).

Tabelle 6 Deskriptive Statistik der berechneten Windchilltemperaturen (WCT) der Standorte Arkona und Warnemünde (HRO) und deren Mittelwert

Level	WCT Arkona	WCT HRO	WCT Mittelwert
Durchschnitt (SD)	1.1 (2.6)	2.6 (2.5)	1.8 (2.5)
[min;max]	[-4.4; 6.2]	[-2; 7.3]	[-3.3; 6]
fehlend	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
komplett	28 (100 %)	28 (100 %)	28 (100 %)

In der grafischen Darstellung (Abb.6) werden die unterschiedlichen Windchilltemperaturen dargestellt. In grün werden die berechneten Windchilltemperaturen für Rostock-Warnemünde, in rot für Arkona und blau der Mittelwert dargestellt.

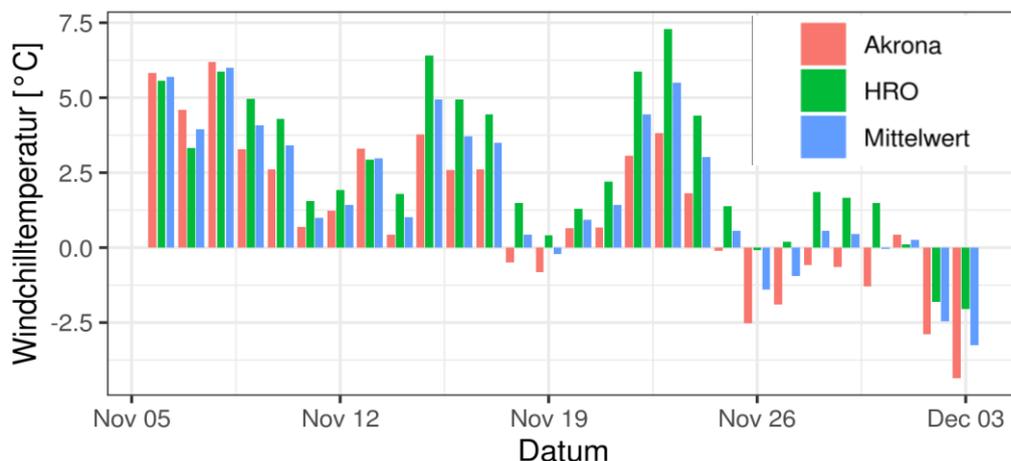


Abbildung 6 Windchilltemperaturen der Standorte Arkona, Warnemünde (HRO) und deren Mittelwert, dargestellt für den Untersuchungszeitraum

## 3.2 Analyse

### 3.2.1 Zusammenhang zwischen VAS und WOMAC (relGesamt)

Der Pearson-Korrelationskoeffizient gibt an, ob zwischen zwei Variablen ein Zusammenhang besteht. Wenn der Pearson-Korrelationskoeffizient  $> 0$  ist, sind die beiden Variablen positiv korreliert, wenn der Wert  $< 0$  ist, dann sind die Variablen negativ (umgekehrt) miteinander korreliert. Liegt der Wert um Null, besteht keine Korrelation zwischen den betrachteten Variablen. Der Pearson-Korrelationskoeffizient zwischen  $\log(\text{relGesamt}+1)$  und  $\log(\text{VAS}+1)$  liegt bei 0,856 und spricht somit für eine positive Korrelation. Die grafische Darstellung in Abb. 7 zeigt in orange die logarithmierten Werte für  $\text{VAS} \leq \text{relGesamt}$  und in grün die Werte für  $\text{VAS} > \text{relGesamt}$ .

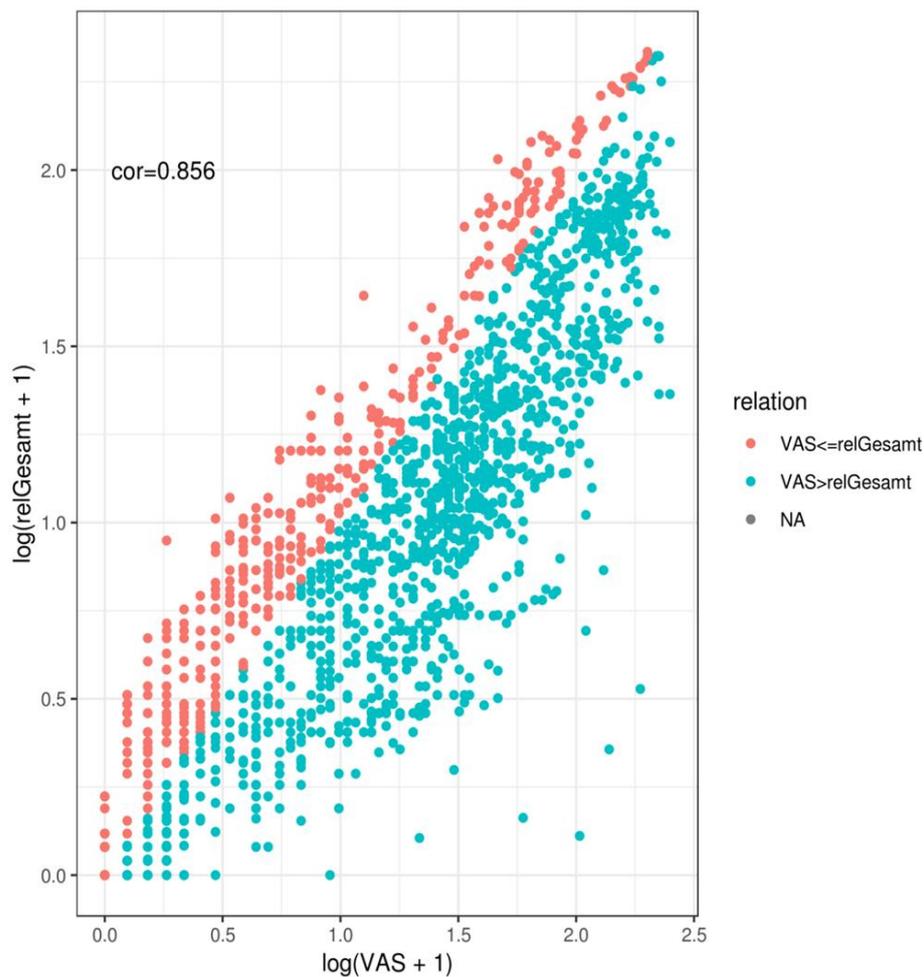


Abbildung 7 Pearson-Korrelation der logarithmierten Schmerzpunkte des WOMAC (relGesamt) und der VAS

### 3.2.2 Schmerzwerte

Das Signifikanzniveau wurde für alle statistischen Analysen auf  $\alpha = 5\%$  festgelegt. In der folgenden Analyse werden signifikante Ergebnisse mit einem oder mehreren Sternchen gekennzeichnet. Hierbei steht \* für einen  $p < 0,05$ , \*\* für einen  $p < 0,01$  und \*\*\* für einen  $p < 0,001$ .

Das Chancenverhältnis (Odds ratio) gibt die Effektstärke der Analyse an. Eine Odds ratio (OR)  $> 1$  eines Wetterparameters spricht dafür, dass sich die Chance erhöht, dass ein Patient den Schmerz überdurchschnittlich stark bewertet. Umgekehrt spricht eine OR  $< 1$  dafür, dass sich die Chance verringert, den Schmerz überdurchschnittlich hoch zu bewerten. Im Falle der Medikamenteneinnahme ist es reziprok, da dort der Endpunkt als unterdurchschnittliches Schmerzempfinden bestimmt wurde.

### 3.2.3 Schmerz (relA)

#### *Univariate Analyse*

Die univariate Analyse von relA ergab einen hoch signifikanten Zusammenhang zwischen der Medikamenteneinnahme und dem Schmerzempfinden (Tabelle 7). Patient\*innen, die Medikamente einnehmen, haben eine 2,47-fach höhere Chance, den Schmerz als überdurchschnittlich hoch zu bewerten ( $p < 0,001$ ).

**Tabelle 7 Univariate Analyse der Medikamenteneinnahme zu dem relativen Schmerzwert „A“ (relA) des WOMAC**

Parameter	Schätzung	Standardfehler	OR	p-Wert	$\alpha$
Medikamente	-0.904	0.166	0.405	0	***

Ebenso hat die Niederschlagshöhe in der univariaten Analyse von relA einen signifikanten Einfluss auf das Schmerzempfinden (Tabelle 8). Je mm Niederschlag, erhöht sich die Chance um 5,7 % den Schmerz als überdurchschnittlich stark zu empfinden ( $p = 0,038$ ).

Tabelle 8 Univariate Analyse der Wetterfaktoren zum relativen Schmerzwert „A“ (relA) des WOMAC

Wetterparameter Mittelwerte	Schätzung	Standardfehler	OR	p-Wert	$\alpha$
Spitzenböen [m/s]	-0.006	0.012	0.994	0.602	
Windstärke [m/s]	-0.012	0.021	0.988	0.572	
<b>Niederschlagshöhe [mm]</b>	<b>0.055</b>	<b>0.027</b>	<b>1.057</b>	<b>0.038</b>	*
Sonnenstunde [h]	0.003	0.022	1.003	0.889	
Bedeckungsgrad [1/8]	0.013	0.03	1.013	0.673	
Tagesmittelwert Dampfdruck [hPa]	-0.015	0.049	0.985	0.766	
Mittel Luftdruck [hPa]	-0.007	0.006	0.993	0.274	
Tagesmitteltemperatur [°C]	0.015	0.028	1.015	0.598	
Relative Luftfeuchtigkeit [%]	-0.104	0.083	0.901	0.212	
Tagesmaximum 2m [°C]	0.002	0.027	1.002	0.953	
Tagesminimum 2m [°C]	0.025	0.029	1.025	0.387	
Minimum Lufttemperatur 5cm [°C]	0.023	0.027	1.024	0.389	
Windchilltemperatur Arkona [°C]	0.019	0.02	1.019	0.341	
Windchilltemperatur Rostock [°C]	0.009	0.021	1.01	0.654	
Mittelwert Winchilltemperatur[°C]	0.016	0.021	1.016	0.447	

### Korrelationen

Es wurde keine Korrelation durchgeführt, da nur ein Faktor signifikant war.

### Multivariate Analyse

Die multivariate Analyse (Tabelle 9) ergab einen hoch signifikanten Einfluss zwischen der Medikamenteneinnahme und dem Schmerzwert relA. Die Chance die Schmerzen als überdurchschnittlich intensiv wahrzunehmen ist im gemischten Modell 2,49 fach höher, wenn die Patient\*innen Medikamente eingenommen haben. Außerdem konnte ein signifikanter Einfluss der Niederschlagshöhe nachgewiesen werden ( $p = 0,029$ ). Die Chance den Schmerz überdurchschnittlich hoch zu bewerten steigt im finalen Modell um 6,1 % mit jedem gefallenem Millimeter Niederschlag.

Tabelle 9 Multivariate Analyse zum relativen Schmerzwert „A“ (relA) des WOMAC

Parameter	Schätzung	Standard-fehler	OR	z-Wert	p-Wert	$\alpha$
<b>Niederschlagshöhe [mm]</b>	<b>0.059</b>	<b>0.027</b>	<b>1.061</b>	<b>2.185</b>	<b>0.029</b>	*
Medikamente	-0.914	0.166	0.401	-5.501	0	***

### 3.2.4 Steifigkeit (relB)

#### Univariate Analyse

Die univariate Analyse der Medikamenteneinnahme mit relB ergab einen hoch signifikanten Einfluss ( $p < 0,001$ ) (Tabelle 10). Patient\*innen, die Medikamente einnehmen, haben im Vergleich zu Patient\*innen, die keine Medikamente einnehmen eine 2,4 fach höhere Chance, ihre Steifigkeit als überdurchschnittlich hoch zu bewerten.

**Tabelle 10 Univariate Analyse der Medikamenteneinnahme zu dem relativen Steifigkeitswert „B“ (relB) des WOMAC**

Parameter	Schätzung	Standardfehler	OR	p-Wert	$\alpha$
Medikamente	-0.874	0.183	0.417	0	***

Die Analyse der Wetterparameter ergab keinen signifikanten Einfluss für relB. (Tabelle 11). Nur für den Bedeckungsgrad konnte eine Tendenz für ein überdurchschnittlich starkes Steifigkeitsempfinden erkannt werden ( $p = 0,069$ ).

**Tabelle 11 Univariate Analyse der Wetterfaktoren zu dem relativen Steifigkeitswert „B“ (relB) des WOMAC**

Wetterparameter Mittelwerte	Schätzung	Standardfehler	OR	p-Wert	$\alpha$
Spitzenböen [m/s]	-0.004	0.012	0.996	0.75	
Windstärke [m/s]	-0.009	0.022	0.991	0.682	
Niederschlagshöhe [mm]	0.039	0.028	1.04	0.162	
Sonnenstunde [h]	-0.022	0.023	0.978	0.341	
Bedeckungsgrad [1/8]	0.057	0.031	1.059	0.069	
Tagesmittelwert Dampfdruck [hPa]	-0.045	0.051	0.956	0.376	
Mittel Luftdruck [hPa]	0.001	0.006	1.001	0.933	
Tagesmitteltemperatur [°C]	-0.026	0.029	0.975	0.373	
Relative Luftfeuchtigkeit [%]	0.022	0.086	1.022	0.799	
Tagesmaximum 2m [°C]	-0.035	0.028	0.965	0.205	
Tagesminimum 2m [°C]	-0.018	0.03	0.982	0.541	
Minimum Lufttemperatur 5cm [°C]	-0.005	0.028	0.995	0.873	
Windchilltemperatur Arkona [°C]	-0.015	0.021	0.985	0.466	
Windchilltemperatur Rostock [°C]	-0.022	0.022	0.978	0.306	
Mittelwert Winchilltemperatur[°C]	-0.019	0.022	0.981	0.387	

#### Korrelationen

Es wurde keine Korrelation durchgeführt, da kein Faktor signifikant war.

### *Multivariate Analyse*

Aus der multivariaten Analyse (Tabelle 12) geht hervor, dass zwischen der Medikamenteneinnahme und dem Steifigkeitswert relB ein hoch signifikanter Zusammenhang besteht. Die Chance, die Steifigkeit als überdurchschnittlich stark zu beschreiben ist im gemischten Modell 2,4 fach höher, wenn die Patient\*innen Medikamente eingenommen haben im Vergleich zu den Patient\*innen, die keine Medikamente eingenommen haben. Da kein Wetterparameter signifikant war, konnte auch keine multivariate Analyse zwischen Wetterparameter und dem Steifigkeitswert relB erfolgen.

**Tabelle 12 Multivariate Analyse zum relativen Steifigkeitswert „B“ (relB) des WOMAC**

Parameter	Schätzung	Standard-fehler	OR	z-Wert	p-Wert	$\alpha$
Medikamente	-0.874	0.183	0.417	-4.776	0	***

### **3.2.5 Bewegungseinschränkung (relC)**

#### *Univariate Analyse*

Die univariate Analyse von relC ergab einen hoch signifikanten Zusammenhang zwischen der Medikamenteneinnahme und der Einschränkung bei der Bewältigung von Alltagsaufgaben (Tabelle 13). Patient\*innen, die Medikamente einnehmen, haben eine 2,72 fach höhere Chance, die Bewegungseinschränkung und damit verbundenen Schmerzen im Alltag als überdurchschnittlich hoch zu bewerten ( $p < 0,001$ ).

**Tabelle 13 Univariate Analyse der Medikamenteneinnahme zu dem relativen Bewegungseinschränkungswert „C“ (relC) des WOMAC**

Parameter	Schätzung	Standardfehler	OR	p-Wert	$\alpha$
Medikamente	-1.004	0.156	0.367	0	***

In der Analyse der Wetterparameter mit relC wurden sowohl die Niederschlagshöhe, als auch die Sonnenstunden und der mittlere Luftdruck als signifikant bewertet (Tabelle 14). Je mm Niederschlag, der am Tag fällt, erhöht sich die Chance um 6,7 %, dass das Bewältigen der Alltagsaufgaben als überdurchschnittlich schwer beurteilt wird ( $p = 0,013$ ). Für den Bedeckungsgrad konnte nur eine Tendenz in die gleiche Richtung festgestellt

werden ( $p = 0,059$ ). Die Odds Ratio (OR) der Sonnenstunden und des mittleren Luftdrucks ist  $< 1$ , d.h. es ist unwahrscheinlicher bei steigenden Wetterparametern den Schmerz beim Verrichten von Alltagsaufgaben als überdurchschnittlich hoch zu bewerten. Je zusätzliche Sonnenstunde hat man eine 1,04 fach größere Chance und je hPa steigenden Luftdruck eine 1,01 fach größere Chance die Schmerzen unterdurchschnittlich stark wahrzunehmen.

**Tabelle 14 Univariate Analyse der Wetterfaktoren zu dem relativen Bewegungseinschränkungswert „C“ (relC) des WOMAC**

Wetterparameter Mittelwerte	Schätzung	Standard- fehler	OR	p- Wert	$\alpha$
Spitzenböen [m/s]	0.013	0.011	1.013	0.25	
Windstärke [m/s]	0.029	0.021	1.029	0.164	
<b>Niederschlagshöhe [mm]</b>	<b>0.065</b>	<b>0.026</b>	<b>1.067</b>	<b>0.013</b>	*
<b>Sonnenstunde [h]</b>	<b>-0.044</b>	<b>0.022</b>	<b>0.956</b>	<b>0.045</b>	*
Bedeckungsgrad [1/8]	0.056	0.03	1.058	0.059	.
Tagesmittelwert Dampfdruck [hPa]	0.003	0.048	1.003	0.952	
<b>Mittel Luftdruck [hPa]</b>	<b>-0.013</b>	<b>0.006</b>	<b>0.987</b>	<b>0.03</b>	*
Tagesmitteltemperatur [°C]	-0.021	0.027	0.979	0.433	
Relative Luftfeuchtigkeit [%]	0.063	0.081	1.065	0.439	
Tagesmaximum 2m [°C]	-0.013	0.026	0.987	0.608	
Tagesminimum 2m [°C]	-0.018	0.028	0.983	0.534	
Minimum Lufttemperatur 5cm [°C]	0.001	0.027	1.001	0.984	
Windchilltemperatur Arkona [°C]	-0.026	0.019	0.974	0.175	
Windchilltemperatur Rostock [°C]	-0.012	0.021	0.988	0.554	
Mittelwert Windchilltemperatur [°C]	-0.02	0.02	0.98	0.32	

### *Korrelation von Niederschlagshöhe, Sonnenstunden und Luftdruck*

Variablenpaare, die mit einem  $\sim$  gekennzeichnet sind, weisen eine Korrelation  $> 0,7$  auf. Wie man aus Tabelle 15 entnehmen kann, ist keine Korrelation  $> 0,7$  festzustellen, sodass keine Variable für das multivariate Modell entfernt werden muss.

**Tabelle 15 Korrelation der signifikanten Wetterparameter aus der univariaten Analyse für den relativen Bewegungseinschränkungswert „C“ (relC) des WOMAC**

Parameter 1	Parameter 2	Korrelation	$>0.7$
Niederschlagshöhe	Tägliche Sonnenstunden	-0.4279	
Niederschlagshöhe	Mittel des Luftdruckes	-0.4182	
Tägliche Sonnenstunden	Mittel des Luftdruckes	0.4535	

### Multivariate Analyse

Zwischen der Medikamenteneinnahme und dem Beweglichkeitswert relC besteht ein hoch signifikanter Einfluss in der multivariaten Analyse (Tabelle 16). Eine 2,78 fach höhere Chance, das Verrichten von Alltagsaufgaben als überdurchschnittlich schwer zu beurteilen, ergibt sich bei Patient\*innen, die Medikamente eingenommen haben, gegenüber Patient\*innen, die keine Medikamente eingenommen haben. In der multivariaten Analyse der Wetterparameter mit relC konnte kein signifikanter Zusammenhang nachgewiesen werden.

**Tabelle 16 Multivariate Analyse zu dem relativen Bewegungseinschränkungswert „C“ (relC) des WOMAC**

Parameter	Schätzung	Standardfehler	OR	z-Wert	p-Wert	$\alpha$
Niederschlagshöhe [mm]	0.047	0.031	1.048	1.51	0.131	
Sonnenstunden [h]	-0.022	0.026	0.978	-0.833	0.405	
Mittel Luftdruck [hPa]	-0.006	0.007	0.994	-0.905	0.365	
Medikamente	-1.022	0.157	0.36	-6.524	0	***

### 3.2.6 WOMAC (relGesamt)

#### Univariate Analyse

Aus der univariaten Analyse des relGesamt Wertes geht hervor, dass die Medikamenteneinnahme hoch signifikant ( $p < 0,001$ ) ist (Tabelle 17). Patient\*innen, die Medikamente einnehmen, haben gegenüber Patient\*innen die keine Medikamente einnehmen eine 2,66 fach höhere Chance einen überdurchschnittlichen Schmerz zu empfinden.

**Tabelle 17 Univariate Analyse der Basislinienfaktoren zu dem relativen Gesamtwert (relGesamt) des WOMAC**

Parameter	Schätzung	Standardfehler	OR	p-Wert	$\alpha$
Medikamente	-0.979	0.153	0.376	0	***

Außerdem haben die Wetterparameter Niederschlag, Bedeckungsgrad und mittlerer Luftdruck einen signifikanten Einfluss auf überdurchschnittliches Schmerzempfinden (Tabelle 18). Eine Tendenz auf unterdurchschnittliches

Schmerzempfinden mit einem  $p = 0,072$  konnte für die Sonnenstunden festgestellt werden. Die Chance, an überdurchschnittlichem Schmerz zu leiden erhöht sich pro mm Niederschlag um 7,6 % ( $p = 0,005$ ). Der Bedeckungsgrad wird in 1/8 Anteilen angegeben. Kommt ein Achtel Bedeckungsgrad hinzu, hat man eine 6 % höhere Chance ( $p = 0,048$ ), ein überdurchschnittliches Schmerzempfinden zu haben. Die OR des mittleren Luftdruckes ist  $< 1$ , sodass die Chance um 1,01 fach größer ist, an unterdurchschnittlich starken Schmerzen zu leiden, wenn der Luftdruck um 1 hPa steigt ( $p = 0,033$ ).

**Tabelle 18 Univariate Analyse der Wetterfaktoren zu dem relativen Gesamtwert (relGesamt) des WOMAC**

Wetterparameter Mittelwerte	Schätzung	Standard- fehler	OR	p- Wert	$\alpha$
Spitzenböen [m/s]	0.012	0.011	1.012	0.297	
Windstärke [m/s]	0.022	0.021	1.022	0.285	
<b>Niederschlagshöhe [mm]</b>	<b>0.073</b>	<b>0.026</b>	<b>1.076</b>	<b>0.005</b>	<b>**</b>
Sonnenstunde [h]	-0.04	0.022	0.961	0.072	.
<b>Bedeckungsgrad [1/8]</b>	<b>0.058</b>	<b>0.029</b>	<b>1.06</b>	<b>0.048</b>	<b>*</b>
Tagesmittelwert Dampfdruck [hPa]	0.001	0.048	1.001	0.986	
<b>Mittel Luftdruck [hPa]</b>	<b>-0.013</b>	<b>0.006</b>	<b>0.987</b>	<b>0.033</b>	<b>*</b>
Tagesmitteltemperatur [°C]	-0.013	0.027	0.987	0.629	
Relative Luftfeuchtigkeit [%]	0.026	0.081	1.026	0.751	
Tagesmaximum 2m [°C]	-0.012	0.026	0.988	0.638	
Tagesminimum 2m [°C]	0	0.028	1	0.993	
Min. Lufttemperatur 5cm [°C]	0.016	0.026	1.017	0.532	
Windchilltemperatur Arkona [°C]	-0.017	0.019	0.983	0.37	
Windchilltemperatur Rostock [°C]	-0.006	0.021	0.995	0.788	
Mittelwert Windchilltemperatur [°C]	-0.011	0.02	0.989	0.57	

### ***Korrelationen von Niederschlagshöhe, Bedeckungsgrad und Luftdruck***

Variablenpaare, die mit einem  $\sim$  gekennzeichnet sind, weisen eine Korrelation  $> 0,7$  auf. Wie man aus Tabelle 19 entnehmen kann, ist keine Korrelation  $> 0,7$  festzustellen, sodass keine Variable für das multivariate Modell entfernt werden muss.

**Tabelle 19 Korrelation der signifikanten Wetterparameter aus der univariaten Analyse für relGesamt des WOMAC**

Parameter 1	Parameter 2	Korrelation	>0.7
Niederschlagshöhe	Mittel des Bedeckungsgrades	0.3339	
Niederschlagshöhe	Mittel des Luftdruckes	-0.4182	
Mittel des Bedeckungsgrades	Mittel des Luftdruckes	-0.2807	

### *Multivariate Analyse*

Aus der multivariaten Analyse (Tabelle 20) geht hervor, dass zwischen dem Schmerzwert relGesamt und der Medikamenteneinnahme ein hoch signifikanter Zusammenhang besteht. Eine 2,72 fach höhere Chance die Schmerzen überdurchschnittlich intensiv wahrzunehmen haben Patient\*innen, die Medikamente einnehmen gegenüber Patient\*innen, die keine Medikamente einnehmen. Bei den Wetterparametern kann man nur eine Tendenz zu überdurchschnittlicher Wahrnehmung des Schmerzempfindens bei erhöhter Niederschlagshöhe erkennen ( $p = 0,061$ ).

**Tabelle 20 Multivariate Analyse zu dem relativen Gesamtwert (relGesamt) des WOMAC**

Parameter	Schätzung	Standardfehler	OR	z-Wert	p-Wert	$\alpha$
Bedeckungsgrad [1/8]	0.034	0.032	1.034	1.042	0.298	
Niederschlagshöhe [mm]	0.057	0.03	1.059	1.872	0.061	.
Mittel Luftdruck [hPa]	-0.006	0.007	0.994	-0.873	0.383	
Medikamente	-1	0.155	0.368	-6.467	0	***

### **3.2.7 VAS**

#### *Univariate Analyse*

Die Medikamenteneinnahme hat einen hoch signifikanten Einfluss auf die VAS. Patient\*innen haben eine 2,31 fach höhere Chance einen überdurchschnittlichen VAS-Wert für ihren Schmerz zu nennen, wenn sie Medikamente einnehmen ( $p < 0,001$ ). (Tab. 21)

**Tabelle 21 Univariate Analyse der Basislinienfaktoren zur VAS**

Parameter	Schätzung	Standardfehler	OR	p-Wert	$\alpha$
Medikamente	-0.837	0.148	0.433	0	***

Zusätzlich ergab sich in der univariaten Analyse der Wetterparameter mit den VAS Ergebnissen ein signifikanter Einfluss der Niederschlagshöhe, die Sonnenstunden, den Bedeckungsgrad und den mittleren Luftdruck (Tabelle 22). Eine Tendenz zum überdurchschnittlichen Schmerzempfinden konnte für die relative Luftfeuchtigkeit und die Windchilltemperatur Arkona detektiert werden. Pro mehr gefallenem Millimeter Niederschlag, haben die Patient\*innen eine 8,1 % höhere Chance ihren Gesamtschmerz auf der VAS als überdurchschnittlich hoch zu bewerten ( $p = 0,003$ ). Je hinzukommende Sonnenstunde am Tag, vergrößert sich die Chance um das 1,06 fache auf der VAS einen unterdurchschnittlichen Wert anzugeben ( $p = 0,001$ ). Wenn 1/8 Bedeckungsgrad hinzukommt, haben die Patient\*innen eine 8,4 % höhere Chance, ihren Schmerz auf der VAS überdurchschnittlich hoch anzugeben ( $p=0,007$ ). Steigt der mittlere Luftdruck um einen hPa, ist die Chance um das 1,06 fache größer, dass die Patient\*innen ihren Schmerz auf der VAS unterdurchschnittlich hoch bewerten ( $p = 0,034$ ).

**Tabelle 22 Univariate Analyse der Wetterfaktoren zur VAS**

Wetterparameter Mittelwerte	Schätzung	Standard- fehler	OR	p- Wert	$\alpha$
Spitzenböen [m/s]	0.013	0.011	1.013	0.255	
Windstärke [m/s]	0.025	0.021	1.025	0.229	
<b>Niederschlagshöhe [mm]</b>	<b>0.078</b>	<b>0.026</b>	<b>1.081</b>	<b>0.003</b>	<b>**</b>
<b>Sonnenstunde [h]</b>	<b>-0.074</b>	<b>0.023</b>	<b>0.929</b>	<b>0.001</b>	<b>**</b>
<b>Bedeckungsgrad [1/8]</b>	<b>0.081</b>	<b>0.03</b>	<b>1.084</b>	<b>0.007</b>	<b>**</b>
Tagesmittelwert Dampfdruck [hPa]	0.007	0.048	1.007	0.878	
<b>Mittel Luftdruck [hPa]</b>	<b>-0.013</b>	<b>0.006</b>	<b>0.987</b>	<b>0.034</b>	<b>*</b>
Tagesmitteltemperatur [°C]	-0.035	0.027	0.966	0.198	
Relative Luftfeuchtigkeit [%]	0.149	0.082	1.16	0.071	.
Tagesmaximum 2m [°C]	-0.035	0.026	0.966	0.184	
Tagesminimum 2m [°C]	-0.004	0.028	0.996	0.887	
Minimum Lufttemperatur 5cm [°C]	0.014	0.027	1.014	0.594	
Windchilltemperatur Arkona [°C]	-0.037	0.019	0.964	0.057	.
Windchilltemperatur Rostock [°C]	-0.01	0.021	0.99	0.646	
Mittelwert Windchilltemperatur [°C]	-0.025	0.021	0.975	0.216	

### *Korrelation von Niederschlagshöhe, Sonnenstunden, Bedeckungsgrad und Luftdruck*

Variablenpaare, die mit einem ~ gekennzeichnet sind, weisen eine Korrelation  $> 0,7$  auf. Wie man aus Tabelle 23 entnehmen kann, weisen die Anzahl der täglichen Sonnenstunden eine Korrelation  $> 0,7$  mit dem Bedeckungsgrad auf. Für die nachfolgende multivariate Analyse wurde der Parameter ‚Bedeckungsgrad‘ eliminiert.

**Tabelle 23 Korrelation der signifikanten Wetterparameter aus der univariaten Analyse für die VAS**

<b>Parameter 1</b>	<b>Parameter 2</b>	<b>Korrelation</b>	<b>&gt;0.7</b>
Niederschlagshöhe	Tägliche Sonnenstunden	-0.4279	
Niederschlagshöhe	Mittel d. Bedeckungsgrades	0.3339	
Niederschlagshöhe	Mittel des Luftdruckes	-0.4182	
<b>Tägliche Sonnenstunden</b>	<b>Mittel d. Bedeckungsgrades</b>	<b>-0.9077</b>	~
Tägliche Sonnenstunden	Mittel des Luftdruckes	0.4535	
Mittel d. Bedeckungsgrades	Mittel des Luftdruckes	-0.2807	

### *Multivariate Analyse*

In der multivariaten Analyse (Tabelle 24) konnte ein hoch signifikanter Zusammenhang zwischen der Medikamenteneinnahme und der VAS nachgewiesen werden. Es besteht eine 2,38 fach höhere Chance, die Schmerzen anhand der VAS überdurchschnittlich hoch anzugeben, wenn der Patient Medikamente einnimmt, im Vergleich zu Patient\*innen, die keine Medikamente einnehmen. Zusätzlich konnte mit einem  $p = 0,028$  ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Sonnenstunden und der VAS festgestellt werden. Je mehr Sonnenstunden am Tag sind, desto unwahrscheinlicher ist es, die Schmerzen auf der VAS überdurchschnittlich hoch zu bewerten (OR = 0,943). Eine Tendenz zur überdurchschnittlichen Feststellung von Schmerzen zwischen der VAS und der Niederschlagshöhe konnte festgestellt werden ( $p = 0,083$ ).

Tabelle 24 Multivariate Analyse der VAS

Wetterparameter	Schätzung	Standard- fehler	OR	z- Wert	p- Wert	$\alpha$
Sonnenstunden [h]	-0.059	0.027	0.943	-2.193	0.028	*
Mittel Luftdruck [hPa]	-0.001	0.007	0.999	-0.156	0.876	
Niederschlagshöhe [mm]	0.054	0.031	1.055	1.732	0.083	.
Medikamente	-0.865	0.149	0.421	-5.793	0	***

## 4. Diskussion

In dieser prospektiven Langzeitstudie mit 66 Patient\*innen unterschiedlicher Gelenkerkrankungen aus dem Umland von Zingst (Mecklenburg-Vorpommern) in maritimer Wetterlage zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Schmerzempfinden und den Wetterparametern Niederschlag, Luftdruck, Sonnenstunden und Bedeckungsgrad. In dieser univariaten Analyse wurde nachgewiesen, dass Patient\*innen ihren Schmerz als überdurchschnittlich intensiv bewerten, wenn der Luftdruck hoch ist und viel Niederschlag gefallen ist. Im Gegensatz dazu waren mehr Sonnenstunden am Tag und weniger Bedeckungsgrad dafür verantwortlich, dass Patient\*innen ihren Schmerz häufiger als unterdurchschnittlich stark bewertet haben. In dem gemischten Modell hat sich der Zusammenhang zwischen Schmerz (relA) und Niederschlag und den Sonnenstunden und der VAS bestätigt. Eine Tendenz konnte im finalen Modell zwischen der Bewältigung von Alltagsaufgaben (relC) und dem Bedeckungsgrad, sowie zwischen dem relGesamt (WOMAC) bzw. der VAS und dem Niederschlag gezeigt werden. Ein hoch signifikanter Zusammenhang konnte sowohl in der univariaten, als auch in der multivariaten Analyse zwischen der Medikamenteneinnahme und allen unterschiedlichen Schmerzwerten festgestellt werden.

### Untersuchungsort

Es ist bewusst ein Standort an einer Meeresküste gewählt worden, da insbesondere die „Windstärke“ als Einflussfaktor mit einbezogen werden sollte. Des Weiteren ist hervorzuheben, dass an der Meeresküste das Wetter wechselhaft ist, was ebenfalls betrachtet werden sollte. Eine Studie zu diesem Thema in Deutschland konnten wir in der Literatur nicht finden.

In einigen Studien wurde vorgeschlagen, die Untersuchung eines möglichen Wettereinflusses auf Gelenkschmerzen in einer Region mit extremen Wetterbedingungen vorzunehmen.<sup>17,21</sup> In den vier hier untersuchten Wochen

wurde eine Durchschnittstemperatur von 5,5 °C und eine Niederschlagsmenge von 53 mm gemessen. Damit lag der Untersuchungszeitraum in der oberen Hälfte der Niederschlagsreichsten und in der unteren Hälfte der kältesten Monate. Die vorliegende Studie wurde also während eines kalten, nassen Monats durchgeführt. Im Allgemeinen klagen Menschen in kälteren Regionen mehr über ihre Krankheit, als Personen, die in wärmeren Regionen leben.<sup>36</sup> Jedoch haben Jamison et al. (1995) in ihrer Studie herausgefunden, dass chronische Schmerzpatient\*innen in kälteren Klimaregionen genauso viel Schmerzen empfinden, wie Patient\*innen aus wärmeren Klimaregionen.<sup>37</sup> Sie schlussfolgerten daraus, dass der Körper ein Gleichgewicht in Relation zum lokalen Wetter herstellt und sich die Schmerzen bei einer Wetterveränderung unabhängig vom Klima verändern.

### **Untersuchungszeitraum**

Die vorliegende Studie zeigt Ergebnisse vom 06.11- 04.12.2017 auf. Es wurde ein Monat lang untersucht und nicht alle vier Jahreszeiten erfasst, die in Deutschland möglich gewesen wären. Viele andere Studien untersuchten ebenfalls nur einen fortlaufenden Zeitraum.<sup>8,12,14,38</sup> Daten aus zwei Zeiträumen, Sommer und Winter, wurden z.B. von Clarke et Nicholl (1991) erhoben.<sup>9</sup> Einige Studien fanden in Ländern statt, in denen es die klassischen vier Jahreszeiten nicht gibt. Strusberg et al. (2002), Wilder et al. (2003) und Dorleijn et al. (2014) untersuchten mehrere Jahreszeiten und es konnten Assoziationen zwischen relativer Luftfeuchtigkeit, Luftdruck und Temperatur festgestellt werden. In den Untersuchungen von Timmermans et al. (2014) wurden sechs europäische Länder analysiert.<sup>39</sup> Während viele andere Studien nur in einem Staat durchgeführt wurden, wie z.B. in Israel<sup>8</sup>, Großbritannien<sup>9</sup>, Argentinien<sup>10</sup>, USA<sup>7,11,11,13,20,38</sup>, Kanada<sup>6</sup>, Schweden<sup>4</sup>, Norwegen<sup>14</sup> Spanien<sup>12</sup>, Niederlande<sup>16</sup> und Australien<sup>17-19</sup>, wie auch die hier vorliegende aus Deutschland. Es wäre interessant, vergleichend in allen Ländern herauszuarbeiten, welche Wetterparameter in den einzelnen Ländern das

Schmerzempfinden, die Steifigkeit und Bewegungseinschränkungen beeinflussen und könnte zeigen, ob die Ergebnisse der vorliegenden Studie verallgemeinert werden können oder aufgrund der unterschiedlichen klimatischen Bedingungen weltweit nicht übertragbar sind.

### **Charakteristika der Proband\*innenengruppe**

Entscheidend für die Verlässlichkeit und Aussagekraft der Ergebnisse solcher Studien ist die Anzahl der Versuchsteilnehmenden. Die kleinste Proband\*innenzahl konnte in der Literatur mit vier Proband\*innen bei Hollander und Yeostros<sup>5</sup> gefunden werden. Neuere Studien haben z.T. mehr als 200 Proband\*innen.<sup>13,16,18,19,21</sup> Die Proband\*innenzahl der vorliegenden Studie ist mit 66 Teilnehmenden im mittleren Bereich angesiedelt. Im Gegensatz zu vielen anderen Studien wurden die Patient\*innen dieser Studie nicht nach einem bestimmten Problemgelenk ausgesucht, sondern Patient\*innen mit Gonarthrose (n=14), Koxarthrose (n=6), Facettengelenksarthrose (n=16), Rheumatoider Arthritis (n=6), Tendinitis Calcarea (n=6) oder einer Oligoarthrose (n=18) in einer Gruppe zusammengefasst. Auch Patient\*innen mit Endoprothesen in einem oder mehreren Gelenken wurden nicht aus der Studie ausgeschlossen. Außerdem wurde bewusst auf eine Kontrollgruppe verzichtet, denn 1. nur in zwei Studien wurde zusätzlich eine Kontrollgruppe befragt<sup>10,12</sup> und 2. wäre es schwer realisierbar gewesen, Bedingungen zu definieren, die ein Teilnehmender einer solchen Kontrollgruppe erfüllen müsste. Hierfür hätte eine OA definitiv ausgeschlossen werden müssen, auch bei asymptomatischen Patient\*innen. Zudem haben fast alle Patient\*innen ab einem bestimmten Alter unregelmäßig wiederkehrende Probleme und Schmerzen im Körper, je nach Schweregrad mit oder ohne Einschränkungen in ihrem alltäglichen Leben. Es bleibt derzeit offen, ob die herausgearbeiteten Ergebnisse der vorliegenden Studie auch auf die Allgemeinheit, z.B. symptomfreie oder gesunde Menschen

oder auch auf jüngere Patient\*innen übertragen werden können. Dies müsste in weiterführenden Studien untersucht werden.

Alle Studienteilnehmenden stammen aus einer Praxis. Das durchschnittliche Alter der Studienteilnehmenden lag bei 68,5 Jahren. Von Mackensen et al. (2004) konnten nachweisen, dass die größte Wahrscheinlichkeit für Wetterfühligkeit in Deutschland in der Gruppe der > 60-jährigen (68 %) gefunden werden kann und im Gegensatz zu Kanada die Beschwerden vor allem Gelenkschmerzen waren (42,5 % Deutschland, nur 10 % Kanada).<sup>2</sup>

Unter den Proband\*innen der vorliegenden Studie waren fast doppelt so viele Frauen wie Männer. Guedj und Weinberger stellten fest, dass Frauen (62 %) im Gegensatz zu Männern (37 %) sensitiver für Wetterfühligkeit sind.<sup>8</sup> Dieses Ergebnis konnte in der vorliegenden Studie nicht bestätigt werden, denn es wurde kein Unterschied in dem Verhältnis zwischen Männern und Frauen in Bezug auf die subjektive Einschätzung des Wettereinflusses festgestellt. Von den 66 Proband\*innen waren vor Studienbeginn insgesamt 68,8 % der Meinung, dass das Wetter einen Einfluss auf ihre Beschwerden hat (Frauen 69 %, Männer 68,2 %). Dieses Ergebnis kann durch Literaturangaben bestätigt werden. Timmermans et al. (2014) beschrieben, dass 67,2 % der Osteoarthritis Patient\*innen der Studie das Wetter für ihre Schmerzen verantwortlich machten.<sup>39</sup> Von Mackensen et al. (2004) beschrieben, dass am häufigsten die befragten Personen aus Norddeutschland sich als wetterfühlig bezeichneten (60,6 %). Der Unterschied zwischen Personen, die in östlichen bzw. westlichen Teilen Deutschlands wohnten, lag bei 42 % (Ost) und 27 % (West).<sup>2</sup> Zingst liegt im Nordosten von Deutschland und hätte den Befunden von Mackensen folgend, eine erhöhte Prävalenz für Patient\*innen, die das Wetter für ihre Schmerzen verantwortlich machen, im Vergleich zu anderen Regionen Deutschlands. Die nächstgrößeren Städte im

Umfeld von Zingst sind Rostock (56 km Luftlinienentfernung), Stralsund (21 km Luftlinienentfernung) und Greifswald (51 km Luftlinienentfernung). Die Proband\*innen dieser Studie, die aus Zingst und dem näheren Umland kamen, führen demnach ein Landleben. Laborde et al. (1986) mutmaßten, dass Patient\*innen, die auf dem Land leben, sich mehr bemühen, die Kontrolle über ihr Schmerzlevel zu behalten als Personen, die in der Stadt leben.<sup>7</sup> Als möglicher Erklärungsansatz wurde diskutiert, dass die Menschen auf dem Land Wetterveränderungen eher erwarten würden und eine andere Einstellung zum Schmerz haben und ihn dadurch geringer wahrnehmen.<sup>40</sup> In einer Vergleichsstudie wurden ländlich wohnende Patient\*innen (Grand Forks) und städtisch lebende Patient\*innen (Chicago) jeweils in zwei Gruppen geteilt (mit/ohne subjektive Wahrnehmung des Wettereinflusses). Studienteilnehmende vom Land zeigten in keiner der Gruppen einen signifikanten Zusammenhang. Bei den städtischen Teilnehmenden konnte Niederschlag (mit subjektiver Wahrnehmung) bzw. Windgeschwindigkeit (ohne Wahrnehmung) als Einflussvariable erkannt werden. (vgl. Laborde et al.<sup>7</sup>)

### **Wetterparameter**

Der Wetterparameter ‚Wind‘ wurde nur sehr selten untersucht, während ‚Temperatur‘, ‚relative Luftfeuchtigkeit‘ und ‚Luftdruck‘, am häufigsten untersucht wurden.<sup>1</sup> Es sollte darauf hingewiesen werden, dass im Gegensatz zu unserer Studie in den meisten Studien nur weniger als fünf Wetterparameter untersucht wurden.

In vielen Studien waren die Angaben der Wetterdaten sehr unterschiedlich, z.B. verwendeten einige einen Durchschnittswert<sup>10</sup> der Wetterparameter, andere haben Daten nur von morgens um 8 und 12 Uhr<sup>6</sup> genutzt. Neuere Studien haben häufig zusätzlich eine Veränderung der Wetterparameter mit unterschiedlichen Zeitshifts<sup>13,15-17,21</sup> untersucht. Aikmen et al. (1997) haben die Schmerzen und Wetterparameter mehrfach am Tag gemessen.<sup>41</sup> Meistens

wurden die Wetterdaten von der am nächsten gelegenen Wetterstation verwendet. In der vorliegenden Studie wurde ein Mittelwert der Wetterdaten von den zwei nahegelegenen Wetterstationen gebildet, da Zingst geografisch in der Mitte zwischen Arkona und Warnemünde liegt. Arkona liegt exponiert an einem Küstenkap, während Warnemünde zwar auch an der Küste aber etwas geschützter an der Ostsee liegt. Somit repräsentiert der Mittelwert das Wetter in Zingst am besten. Möglicherweise sind Wetterparameter, die man sehen (Sonnenintensität, Bedeckungsgrad, Niederschlag) oder spüren (Niederschlag, Wind, Temperatur) kann, als weniger geeignet anzusehen, da die Psyche die Wahrnehmung beeinflussen kann. Neben den sichtbaren Parametern Niederschlag und Temperatur konnte in unserer Studie der nicht-sichtbare Parameter „Luftdruck“ als signifikanten Einflussfaktor für das Schmerzempfinden detektiert werden. Als Ergebnis der vorliegenden Studie konnte festgestellt werden, dass es bei steigendem Luftdruck unwahrscheinlicher ist, dass die Proband\*innen ihren Schmerz als überdurchschnittlich hoch bewerten. Das gleiche gilt für zwei selten betrachtete Parameter, je mehr Sonnenstunden am Tag und je weniger der Bedeckungsgrad, desto unwahrscheinlicher ist es, dass die Patient\*innen ihren Schmerz als überdurchschnittlich hoch bewerteten.

Bisherige Studien haben häufig eine Schmerzzunahme bei steigendem Luftdruck gefunden.<sup>8,11,13</sup> McAlindon et al. (2007), die 200 KniePatient\*innen in seine Studie mit eingeschlossen hatte, konnte nachweisen, dass ein Luftdruckanstieg um 1 in Hg (entspricht ca. 34 hPa) eine Schmerzzunahme um 1,0 anhand des WOMAC hervorruft. Als bemerkenswert ist hervorzuheben, dass in der vorliegenden Studie ein umgekehrter Zusammenhang zwischen dem Luftdruck und einer erhöhten Chance für stärkeres Schmerzempfinden festgestellt werden konnte (VAS:  $p=0,034$ ; relGes:  $p=0,033$ ). Bei einer Luftdruckerhöhung um 1hPa, erhöht sich die Chance um das 1,01 fache den Schmerz unterdurchschnittlich stark wahrzunehmen. Die Differenz der

Luftdruckschwankungen in dem hier betrachteten Zeitraum lag bei 28 hPa. Der Vergleich des Tages mit dem Luftdruckminimum zum Tag mit dem Luftdruckmaximum ergab, dass am Tag des höchsten Luftdrucks eine 1,5 fach höhere Chance bestand, ein unterdurchschnittliches Schmerzempfinden bei den Patient\*innen hervorzurufen. In der Literatur wird unser Ergebnis u.a. von Hollander und Yeostros<sup>5</sup> bestätigt. Hollander und Yeostros benutzte eine Klimakammer und zeigte, dass die Schmerzen sich innerhalb von Stunden verschlechterten, wenn der Luftdruck abfiel und gleichzeitig die relative Luftfeuchtigkeit anstieg.<sup>5</sup> Anzumerken ist, dass bei dieser Untersuchung die Gruppengröße mit vier Osteoarthritis Patient\*innen sehr klein war. Im Gegensatz dazu haben Vergés et al. (2004) in Barcelona mit 80 Osteoarthritis Patient\*innen über einen Zeitraum von einem Monat anhand der täglichen Schmerzevaluation mit der VAS und dem HAQ eine Assoziation zwischen niedrigem Luftdruck und einer Zunahme der Gelenkschmerzen nachgewiesen.<sup>12</sup> Die Teilnahmezahl, der Zeitraum und die tägliche Schmerzevaluation sind damit vergleichbar zum vorliegenden Studiendesign. Meine Ergebnisse bestätigen zusätzlich die Erkenntnis der Studie von Vergés et al. (2004), dass Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit keinen Einfluss auf das Schmerzempfinden der Patient\*innen haben.<sup>12</sup> Im Gegensatz dazu haben Guedj und Weinberger (1990) über einen Zeitraum von 30 Tagen mit 24 Patient\*innen nachweisen können, dass Schmerzen von Osteoarthritis Patient\*innen bei erhöhtem Luftdruck, Niederschlag und Temperatur intensiviert werden.<sup>8</sup> Im Gegensatz dazu konnten Sibley (1985), Clarke & Nicholl (1991), Strusberg et al. (2002) keinen Zusammenhang zwischen Luftdruck und den Osteoarthritis Schmerzen feststellen. Jedoch wurde ein Zusammenhang zwischen absoluter Luftdruckänderung und einer Schmerzzunahme von Brennan et al. (2011), die 53 Patient\*innen mit Koxarthrose täglich morgens eine VAS über einen Zeitraum von 28 Tagen ausfüllen ließ, gezeigt.<sup>10</sup> Diese Patient\*innen waren nicht über den

Studieninhalt informiert und trotzdem wurde bei einer absoluten Druckänderung von einem auf den anderen Tag eine Schmerzzunahme detektiert.<sup>15</sup> Wilder et al. (2003) beobachteten, dass weibliche Patient\*innen mit Handarthrose mehr Schmerzen bei steigendem Luftdruck empfanden, nicht aber bei konstantem oder fallendem Luftdruck.<sup>11</sup> Wingstrand et al. (1990) zeigten in einer Kadaverstudie, dass atmosphärischer Druck eine physikalische Rolle in der Stabilisation von Hüftgelenken spielt.<sup>43</sup> Dies könnte in Gelenken mit Knorpeldefekten zusätzliche Konsequenzen haben, da die Möglichkeit besteht, dass der intrakapsuläre Raum mit dem stark innervierten subchondralen Knochen kommuniziert.<sup>43</sup> Auch unter Tauchern sind Gelenkschmerzen aufgrund der Druckänderung bekannt.<sup>44</sup> Laborde et al. (1986) nahmen an, dass krankes Gewebe Flüssigkeit aufnimmt, was in einer Gelenkschwellung sichtbar ist. Durch den erhöhten Druck im Gelenk, wird der Druck größer als der Umgebungsdruck, dies wiederum führt zu Schmerzen.<sup>7</sup> Möglicherweise sensibilisiert das Druckungleichgewicht Nervenenden und führt so zu einer veränderten Schmerzwahrnehmung.<sup>12</sup> Eine mögliche luftdruckinduzierte Veränderung des Cytokingehaltes wird beispielsweise von Strusberg et al. (2002) diskutiert. Takahashi et al. (1998) konnten experimentell nachweisen, dass hydrostatischer Druck in Chondrocyten-ähnlichen Zellen hohe Interleukin 6 Level und TNF-alpha Expressionen mit Zellveränderungen hervorrufen kann.<sup>45</sup> Auch wenn die Wetterparameter die Osteoarthritis an sich nicht beeinflussen, haben sie ggf. einen Effekt auf das Schmerzempfinden, indem sie in den Interleukin 6 Pfad eingreifen.<sup>10</sup> Zusätzlich ist es möglich, dass Druck- und Temperaturänderungen zu einer vermehrten Steifigkeit im Gelenk führen. Dadurch könnten kleine Bewegungen einen größeren nozizeptiven Schmerz hervorrufen.<sup>12</sup> Quick et al. (1997) argumentierten, dass nur lufthaltige Bestandteile im Gelenk von einer Luftdruckänderung betroffen sein könnten. Es wurde geschlossen, dass keine komprimierbaren Bestandteile im Gelenk vorkommen und somit die

Luftdruckänderung nur gering sein können und das Gelenk ihrer Ansicht nach nicht darauf reagieren sollte.<sup>46</sup>

In der vorliegenden Studie wurden die Proband\*innen nicht nach den Wetterparametern befragt, die sie für ihre Schmerzen verantwortlich machen würden. Ich konnte nachweisen, dass je gefallenem Millimeter Niederschlag, die Chance um ca. 8 % steigt, die Schmerzen als überdurchschnittlich stark wahrzunehmen (VAS:  $p=0,003$ ; relGes:0,005; relC:  $p=0,013$ ; relA:  $p=0,038$ ). Beispielsweise verdoppelt sich die Chance, an überdurchschnittlich starken Schmerzen zu leiden, wenn 10 mm Niederschlag gefallen sind. Der Tag mit dem meisten Niederschlag wurde in Arkona mit 8,9 mm gemessen. Nach den hier herausgearbeiteten Erkenntnissen heißt das, dass Patient\*innen an so einem Tag eine 2-fach (VAS) bzw. 1,9-fach (WOMAC) höhere Chance haben, ihren Schmerz überdurchschnittlich stark zu bewerten. Insgesamt sind in dem Bezugszeitraum 53 mm Niederschlag gefallen, das entspricht durchschnittlich 1,9 mm am Tag. Daraus ergibt sich, dass die Chance, die Schmerzen intensiver wahrzunehmen im Untersuchungszeitraum durchschnittlich um 1,15-fach erhöht war. Interessanterweise wurde der Niederschlag als Wettervariable in früheren Studien häufig nicht untersucht, wenn jedoch, dann wurde kein Zusammenhang zum Gelenkschmerzempfinden festgestellt. Guedj und Weinberger (1990) unterstützen das Ergebnis der vorliegenden Studie, dass Regen den Schmerz von Osteoarthritis Patient\*innen beeinflusst.<sup>8</sup> Die Wetterveränderungen mit Niederschlag korrelieren häufig mit Luftdruckveränderungen. Da der Niederschlag visuell oder sensorisch festgestellt werden kann, eine Luftdruckveränderung jedoch nicht, könnte dies der Grund dafür sein, dass viele Menschen den Niederschlag und nicht den Luftdruck als möglichen Einflussfaktor nennen.<sup>13</sup>

Einen Zusammenhang zwischen der Lufttemperatur und dem Schmerzempfinden konnte in dieser Studie nicht nachgewiesen werden, was

durch viele Studien aus der Literatur bestätigt wird. Hollander & Yeostros (1963), Sibley (1985), Clarke & Nicholl (1991), Wilder et al. (2003), Vergés et al. (2004), Brennan et al. (2011), Steffens et al. (2014), Dorleijn et al. (2014), Duong (2016) et al. und Ferreira et al. (2016) konnten ebenfalls keinen Zusammenhang feststellen. Im Gegensatz dazu konnten McAlindon et al. einen statistisch signifikanten Effekt zeigen. Der Knie- Schmerzwert verschlechterte sich um 0,1 je 10 °F (entspricht ca. 5,6 °C) fallender Temperatur.<sup>13</sup> Auch Strusberg et al. (2002) konnten einen Zusammenhang zwischen niedrigen Temperaturen und dem Schmerz von Osteoarthritis Patient\*innen feststellen.<sup>10</sup> Im Gegensatz dazu, wurde in der blinden Case-Crossover Studie von Beilken et al. (2016), in der das Auftreten von akuten unteren Rückenschmerzen untersucht wurde, ein leicht erhöhtes Auftreten von akuten Rückenschmerzen bei einem Anstieg der Tagesdurchschnittstemperatur um 5 °C entdeckt.<sup>21</sup> Die letztgenannte Studie wurde in Australien (Sydney) erhoben und ist aufgrund des sehr unterschiedlichen Klimas nicht mit der vorliegenden Studie vergleichbar. Wahrscheinlich ist, dass nasses und kaltes Wetter einen Einfluss auf die Beweglichkeit des Gewebes haben und somit das Schmerzempfinden beeinflussen.<sup>37</sup>

Der Wetterparameter „Wind“ wird insgesamt nur in vier Studien betrachtet. In unserer Studie wurde bewusst ein Küstenstandort mit extremen Windverhältnissen ausgewählt, da es Aussagen gibt, dass an windigen Tagen die Schmerzen stärker sind.<sup>47</sup> Das ist damit vereinbar, dass Wetterveränderungen häufig von Wind begleitet sind.<sup>47</sup> In der vorliegenden Studie konnte jedoch kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Schmerzempfinden und Wind oder Windböen nachgewiesen werden. Bestätigt wird dieses Ergebnis von Dorleijn et al. (2014), die in Rotterdam (Niederlande) über einen Zeitraum von zwei Jahren 222 Koxarthrose Patient\*innen mit Hilfe des WOMAC untersuchten. Auch hier konnte kein

Zusammenhang zwischen Windgeschwindigkeit und der Funktionen im WOMAC nachgewiesen werden.<sup>16</sup> Ebenfalls konnte Sibley (1985) keinen Zusammenhang zwischen Wind und dem Schmerzempfinden feststellen. Laborde et al. (1986) konnten zeigen, dass die Windgeschwindigkeit einen Einfluss auf die Schmerzen von ihren städtischen Studienteilnehmenden hatte, die Wetter nicht als Einflussfaktor für ihre Krankheit ansahen. Außerdem gibt es zwei australische Case-crossover Studien, die „Wind“ als Wetterparameter untersucht haben. Während Beilken et al. (2016) keinen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von unteren Rückenschmerzen und der Windgeschwindigkeit feststellen konnten, stellten Steffens et al. (2014) in der Doppelblindstudie einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Zunahme von 11 km/h bei Windgeschwindigkeiten und 14 km/h bei Windböen 24h vor dem Schmerzbeginn fest.<sup>17,21</sup> Obwohl der Effekt signifikant war, wurde er von den Wissenschaftlern als ohne klinische Relevanz eingestuft. Die absolute Veränderung von Wetterparametern bzw. eine Veränderung über mehrere Tage wurde in der vorliegenden Studie nicht beleuchtet und sollte in Zukunft näher betrachtet werden.

Der Parameter „relative Luftfeuchtigkeit“ wurde in vielen Studien untersucht. Allerdings konnte nur selten eine Korrelation zwischen der Luftfeuchtigkeit und Osteoarthritisschmerzen festgestellt werden.<sup>6,8,9,12,13,17-19,21</sup> Auch in der vorliegenden Studie wurde dieser mögliche Zusammenhang nicht bekräftigt. Hingegen haben Hollander und Yeostros (1963) einen Zusammenhang zwischen simultan fallendem Luftdruck und steigender relativer Luftfeuchtigkeit nachgewiesen.<sup>5,42</sup> Auch Strusberg et al. (2002) zeigten einen Zusammenhang zwischen hoher relativer Luftfeuchtigkeit und verstärkten Schmerzen.<sup>10</sup> Zusätzlich konnten Dorleijn et al. (2014) eine Assoziation zwischen relativer Luftfeuchtigkeit und dem durch WOMAC ermittelten Schmerz feststellen.<sup>16</sup>

Ein möglicher Zusammenhang zwischen den Sonnenstunden und dem Bedeckungsgrad wurde nur selten untersucht. In dieser Studie konnte nachgewiesen werden, dass 1 Sonnenstunde die Chance um 1,04 fache vergrößert, den Schmerz unterdurchschnittlich stark wahrzunehmen. (VAS: Sonne  $p=0,001$ ) Je 1/8 weniger Bedeckungsgrad gibt es eine 7 % ige Chance, den Schmerz geringer wahrzunehmen (VAS: Bedeckungsgrad  $p=0,007$ ; WOMAC (relGes): Bedeckungsgrad:  $p=0,048$ ) An komplett bedeckten Tagen erhöht sich die Chance, Schmerzen intensiver zu spüren um das 1,7-fache. Am meisten Sonnenstunden im Untersuchungszeitraum wurden in Rostock-Warnemünde mit 8,3 h am Tag gemessen. An einem solchen Tag halbiert sich die Chance, an überdurchschnittlich starken Schmerzen zu leiden. Die durchschnittliche tägliche Sonnendauer über den gesamten Untersuchungszeitraum lag bei 1,3 h am Tag. An solchen Tagen hat man im Vergleich zu sonnenintensiveren Tagen eine 0,9-fach höhere Chance, an überdurchschnittlich starken Schmerzen zu leiden. Bemerkenswert ist dieses Ergebnis, da es in einem „dunklen Monat“ festgestellt wurde. Möglicherweise spielen gerade zu der „dunklen Jahreszeit“ höhere Lichtintensitäten und – qualitäten eine Rolle, um das Wohlempfinden der Menschen zu verbessern. Dies ist ein neuer interessanter Aspekt bezüglich Schmerzwahrnehmung sollte in vertiefenden Studien näher untersucht werden. Eine Studie aus dem Jahr 1986 von Laborde et al. konnte sogar eine Beziehung zwischen wenig Sonnenschein und stressinduziertem Schmerz nachweisen.<sup>7</sup> Der psychologische Effekt der Sonne spielt hier möglicherweise eine weitere Rolle. Bei schlechtem Wetter erhöht sich das Stresslevel, wodurch die Schmerzempfindung stärker wird.<sup>7</sup>

Die Windkühle wird sinnvollerweise nur bei Temperaturen  $< 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  angegeben. Die Tagesmitteltemperatur im gesamten Messzeitraum der vorliegenden Studie lag durchschnittlich bei  $8,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  und liegt somit eher im oberen Bereich der eingeschlossenen Temperaturen. Normalerweise wird die Windkühle in

Gebieten mit extremen Wind- und Temperaturbedingungen, z.B. der Arktis oder Antarktis angewendet. Die Experimente zur Berechnung der Windkühle beziehen sich nur auf die Haut im Gesicht, da der restliche Körper bei Temperaturen  $< 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  in der Regel bedeckt ist. Die Windkühle ist ein Ausdruck dafür, wie schnell sich die Hauttemperatur der gemessenen Lufttemperatur annähert.<sup>48</sup> Beispielsweise könnten allein eine Brille oder ein Vollbart die Ergebnisse der Berechnung der Windchilltemperatur (WCT) verzerren. Allein die Tatsache, dass es v.a. um das Gesicht und nicht um die Gelenke, die meist von Kleidung bedeckt sind, geht, könnte ein Grund dafür sein, dass kein Zusammenhang zwischen der WCT und dem Schmerzeinfluss nachgewiesen werden konnte. Außerdem wird die Temperatur in der Berechnung der WCT als „trocken“ definiert.<sup>31</sup> Der Effekt der Luftfeuchtigkeit wird somit ignoriert. Eine hohe Luftfeuchtigkeit in Kombination mit niedrigen Temperaturen führt beispielsweise dazu, dass man Temperaturen kühler empfindet.

### Schmerzevaluation

Einige Autoren haben die Patient\*innen täglich die Schmerzen evaluieren lassen.<sup>6,8–10,12,14,38</sup> Bei anderen fand die Datenerhebung nur wöchentlich<sup>11</sup> oder einmal alle zwei Wochen<sup>13</sup> statt. Auch der Zeitraum der Datenerhebung variierte. Während Brennan et al. (2011) über einen Zeitraum von zwei Wochen täglich Daten sammelte, fand bei Dorleijn et al. (2014) über einen Zeitraum von zwei Jahren alle drei Monate eine Datenerhebung statt. Die Evaluation der Schmerzen erfolge häufig mit der VAS<sup>6,10,11,14,15,18,38</sup>, dem WOMAC<sup>13,16</sup>, anderen Fragebögen<sup>7–9,19,38</sup>, wie dem HAQ<sup>12</sup> oder durch eine klinische Untersuchung<sup>39</sup>. Der WOMAC ist ein Selbsteinschätzungsfragebogen der in der vorliegenden Studie zur Beurteilung von „Schmerz“, „Gelenksteifigkeit“ und „Funktionalität beim Verrichten von Alltagstätigkeit“ bezogen auf das Problemgelenk eingesetzt wurde.<sup>28</sup> Er eignet sich als Messinstrument für die Evaluation der Lebensqualität bei Patient\*innen mit Arthrose der unteren Extremitäten und erfüllt die Gütekriterien

Zuverlässigkeit, Validität und Änderungssensitivität.<sup>28-30</sup> Die Fragen im WOMAC sind vor allem auf die unteren Extremitäten ausgelegt, denn ein Großteil des Fragebogens (17/24 Fragen) beschäftigt sich mit der körperlichen Tätigkeit im Alltag. Die WOMAC-Fragen haben somit große Relevanz für die Beurteilung der allgemeinen Beweglichkeit wie z.B. beim Anziehen, Aufstehen und Einkaufen. Allerdings werden bei diesen Bewegungen zusätzlich zu den unteren Extremitäten auch der Rücken und/oder die Arme benötigt. Deswegen wurden in der vorliegenden Studie die Erfassung der WOMAC-Daten auch für Patient\*innen mit Rücken- oder Schulterschmerzen verwendet. In zwei Fragen wird Bezug auf die Steifigkeit genommen, die ebenfalls im Rücken und der Schulter gespürt werden kann. Die ersten 5 Fragen des Fragebogens beschäftigten sich mit den Schmerzen beim Stehen, Sitzen, Liegen, Treppensteigen oder Gehen. Diese Fragen sind nicht auf die oberen Extremitäten abgestimmt. Die VAS bietet eine unkomplizierte Möglichkeit, den Patient\*innen nach seinem subjektiv empfunden Schmerz zu befragen. Es stellte sich in der vorliegenden Studie heraus, dass der Wert der VAS um eine Einheit höher war, als der WOMAC Schmerzwert aber die statistische Auswertung zeigte, dass beide Werte positiv miteinander korreliert waren. Ein höherer VAS-Wert spiegelte sich auch in einem höheren WOMAC-Wert wieder und umgekehrt. Sowohl der WOMAC als auch die VAS sind subjektive Einschätzungen des Patient\*innen. Es wurde kein objektiver klinischer Index, z.B. durch die Untersuchung eines Arztes, eine klinisch sichtbare Verschlechterung in einem Röntgenbild oder ähnliches zusätzlich in der Studie verwendet, da Schmerzen subjektiv sind und der subjektive Einfluss des Wetters untersucht werden sollte. Somit eignete sich sowohl die VAS, als auch der WOMAC hervorragend zur Schmerzevaluation.

Eine mögliche Verzerrung der Ergebnisse kann nicht ausgeschlossen werden, da die Studienteilnehmenden über den Inhalt der geplanten Studie informiert waren. Es ist möglich, dass allein die Tatsache, dass die Patient\*innen

wussten, welcher Sachverhalt untersucht werden sollte, das Ergebnis durch die Patient\*innen bewusst oder unbewusst beeinflusst wurde. Weder die vorliegende Studie noch die meisten Studien zu diesem Thema waren verblindet.<sup>1</sup> Nur Hollander und Yeostros konnten die Patient\*innen vor der Kenntnis der Wetterdaten durch die Isolation in der Klimakammer bewahren.<sup>5</sup> Zwei neuere Case-Crossover Studien waren doppelt verblindet.<sup>17,21</sup> In der vorliegenden Studie waren jedoch alle Wetterdaten unabhängig und objektiv vom Deutschen Wetterdienst gemessen. Es ist allerdings nicht auszuschließen, dass eine intrinsische Fehlerquelle darin besteht, dass Wetterdaten exakt gemessen werden, während der Schmerzwert von den Patient\*innen subjektiv beurteilt wurde.<sup>16</sup>

### **Datenauswertung**

Der WOMAC und die VAS sind validierte Instrumente zur Schmerzmessung.<sup>28,49</sup> Die Wetterdaten wurden unabhängig vom Deutschen Wetterdienst erfasst. Die statistische Auswertung aller Daten erfolgte mit einer gemischten Analyse nach maximum likelihood (Laplace Approximation). Im Gegensatz zu vielen vorangegangenen Studien wurden in dieser Analyse die Daten dichotomisiert betrachtet.

### **Weitere Einflussfaktoren**

Wilder et al. (2003) nannten u.a. als mögliche schmerzbezogene Einflussfaktoren: Tageszeitpunkt bei Schmerzmessung, Schweregrad der Erkrankung, Erkrankungsbeginn, psychischer Einfluss und hormonelle Veränderungen.<sup>11</sup>

Persönlicher Stress, andere Krankheiten, der Zeitpunkt des Auftretens der Schmerzen, Krankheitsbeginn und psychische Probleme wurden in der vorliegenden Studie nicht erfasst. Zusätzlich stellt die Psyche einen großen Einflussfaktor dar. Menschen fühlen sich schlechter, wenn das Wetter schlecht ist.<sup>37</sup> Zusätzlich erhöht schlechtes Wetter den Stress, wodurch die

Schmerzempfindung stärker wird.<sup>7</sup> Möglicherweise fühlen sich die Schmerzen auch stärker an, weil die Menschen erwarten, dass die Schmerzen sich verschlechtern müssten.<sup>50</sup>

In einer Studie konnte nachgewiesen werden, dass schlechter Schlaf den unteren Rückenschmerz verstärkt.<sup>51</sup> In der vorliegenden Studie wurden als Einflussfaktoren nur der subjektive Glaube an einen Einfluss des Wetters auf die Schmerzen und die Medikamenteneinnahme untersucht. Es könnte auch sein, dass Patient\*innen nicht genau wissen, welches Medikament zu den Schmerzmitteln zählt, sodass die Auswertung auch hier nur auf den Angaben der Patient\*innen beruht. Hervorzuheben ist, dass in unserer Studie ein hoch signifikanter Zusammenhang zwischen allen Schmerzwerten und der Medikamenteneinnahme festgestellt wurde. Wenn Patient\*innen Schmerzmedikamente einnehmen, haben sie eine 2,3 bis 2,7-fach höhere Chance, ihre Schmerzen als überdurchschnittlich hoch zu bewerten. Hier stellt sich die Frage, inwiefern die Medikamenteneinnahme Einfluss auf das reale oder subjektive Schmerzempfinden hat. Es sollte hinterfragt werden, ob die Schmerzmedikation den Schmerz tatsächlich reduzieren oder ob die Patient\*innen ohne Medikation noch stärkere Schmerzen spüren würden? Weiter wäre interessant zu ermitteln, ob überhaupt ein Zusammenhang zum Wetter besteht. Möglicherweise verändert sich die Schmerzwahrnehmung schon alleine aufgrund der Medikamenteneinnahme und dem Wissen darüber, dass Schmerzen empfunden werden, da man sonst keine Medikamente dagegen einnehmen müsste?

Ein weiterer möglicher Einflussfaktor auf die Schmerzwahrnehmung ist die physische Aktivität und der Aufenthaltsort am Tag. Es könnte eine Abhängigkeit bestehen, ob sich die Patient\*innen am Tag viel oder wenig bewegt haben, sich im Haus oder draußen aufgehalten haben, eine Klimaanlage oder Heizung in Benutzung hatten. Die Studienteilnehmenden

von Zingst hielten sich alle in ihrer natürlichen Umgebung auf, sodass die Studie keine große Beeinflussung ihrer täglichen Routine darstellte. Physische Aktivität<sup>52</sup>, ein geringer BMI<sup>53</sup>, sowie möglichst wenig Comorbiditäten<sup>54</sup> tragen zur Schmerzreduktion bei OA Patient\*innen bei.

Ein weiterer formaler Einflussfaktor auf die Aussagekraft der Ergebnisse, betrifft den Tageszeitpunkt der Datenerhebung.<sup>11</sup> In einigen Studien wurden die Daten morgens<sup>8,14,15</sup> oder vormittags<sup>6</sup>, in anderen abends<sup>10</sup> oder auch tageszeitunabhängig<sup>7,9,12</sup> randomisiert erhoben. Laut Stone et al. (1994) ist eine wichtige Voraussetzung von Tagebuchstudien, dass die Teilnehmenden die Daten am Ende des Tages ausgefüllt haben.<sup>44</sup> Aufgrund dieser Feststellung wurde für die vorliegende Studie entschieden, dass die Proband\*innen ihre Fragebögen immer abends ausfüllen sollten. Es ist dabei zu bedenken, dass Patient\*innen dazu neigen, ihren Schmerz anhand ihrer aktuellen Schmerzsituation einzuschätzen.<sup>55</sup> Zusätzlich hatten die Patient\*innen die Möglichkeit die Fragebögen der Vortage einzusehen und daran ihre aktuellen Schmerzen zu skalieren.

Einige Autoren haben ihre Ergebnisse als „ohne klinische Relevanz“ eingestuft, obwohl sie statistisch signifikant waren.<sup>16</sup> Pham et al. definieren eine klinisch moderate Verbesserung der Schmerzen oder der Funktion als absolute Veränderung von  $\geq 10$  bei einer Skala von 0 - 100 oder eine Verbesserung von 20 % des Wertes.<sup>56</sup> In der vorliegenden Studie wurden die Daten dichotomisiert betrachtet, d.h. es wurde in zwei Kategorien unterteilt, nämlich die Chance dafür, den Schmerz als entweder über- oder unterdurchschnittlich stark zu empfinden.

Aus den Daten unserer Studie kann zusammenfassend geschlussfolgert werden, dass hoher Luftdruck, wenig Niederschlag, viel Sonne und ein niedriger Bedeckungsgrad im Untersuchungszeitraum die Chance erhöht, dass

Patient\*innen ihren Schmerz als unterdurchschnittlich intensiv wahrnehmen. Im finalen Modell wurde ein Zusammenhang zwischen dem Niederschlag und den Schmerzen (relA) und zwischen den Sonnenstunden und der VAS herausgearbeitet. Interessanterweise war der stärkste Effekt bei der Korrelation mit der Medikamenteneinnahme festzustellen. Sowohl bei der univariaten, als auch bei der multivariaten Betrachtung, gab es einen statistisch hoch signifikanten Zusammenhang zwischen der Einnahme von Medikamenten und der Chance, die Schmerzen als überdurchschnittlich intensiv wahrzunehmen.

Grundsätzlich ist das Ziel von Studien zur Wetterbeeinflussung, die Lebensqualität der Patient\*innen zu verbessern und die Ätiologie der Krankheit zu verstehen. Für die Patient\*innen wäre es vorteilhaft, wenn man in Zukunft einen Schmerzindex anhand des Wetters vorhersagen könnte. Aus den Ergebnissen der vorliegenden Studie könnte geschlossen werden, dass eine nicht-medikamentöse Behandlung sinnvoll wäre, jedoch sind vor einer endgültigen Entscheidung dazu noch fundierte und detaillierte Analysen notwendig. Ziel bleibt es weiterhin Strategien zu entwickeln, wie bei bestimmten Wetterbedingungen Schmerzen vermieden und damit die Lebensqualität der Patient\*innen verbessert werden könnten.<sup>12</sup>

## 5. Zusammenfassung

Ziel der Arbeit war es, einen Zusammenhang zwischen verschiedenen Wetterparametern und dem Schmerzempfinden, der Gelenksteifigkeit und allgemeinen Beweglichkeit mit Hilfe des WOMAC und der VAS zu untersuchen. Die Daten wurden dichotomisiert betrachtet. Es wurde in dieser Studie nachgewiesen, dass Patient\*innen ihren Schmerz als unterdurchschnittlich intensiv bewerten, wenn der Luftdruck hoch ist. Außerdem verdoppelt sich die Chance, den Schmerz als überdurchschnittlich stark anzusehen, wenn 10 mm Niederschlag gefallen sind. Im Gegensatz dazu korrelierten mehr Sonnenstunden am Tag und geringer Bedeckungsgrad des Himmels damit, dass Patient\*innen ihren Schmerz häufiger als unterdurchschnittlich stark bewertet haben. Scheint die Sonne am Tag 10 Stunden, so halbiert sich die Chance, den Schmerz als überdurchschnittlich stark wahrzunehmen. Hervorzuheben ist, dass ein hoch signifikanter Zusammenhang zwischen der Medikamenteneinnahme und einer 2,5-fach höheren Chance, den Schmerz als überdurchschnittlich stark wahrzunehmen, nachgewiesen wurde. Aus den Ergebnissen dieser vorliegenden Studie könnte abgeleitet werden, dass eine begrenzte nicht-medikamentöse Behandlung sinnvoll wäre, um einen positiven Einfluss auf das subjektive Schmerzempfinden zu erzielen. Besonders hervorzuheben ist, dass in der vorliegenden Studie deutlich mehr Wetterparameter untersucht wurden als in bisher vorliegenden Studien. Damit ist diese Studie deutlich umfassender angelegt gewesen als die in der Literatur auffindbaren Studien. Festzuhalten ist, dass hier vier Wetterparameter und ein wetterunabhängiger Parameter als schmerempfindungsbeeinflussend benannt werden können. Während sich Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit und Luftdruck in anderen Studien als Einflussvariable herauskristallisierten, ist diese Studie eine der wenigen, die einen Zusammenhang mit dem Niederschlag, der höheren Sonnenstundenzahl und geringem Bewölkungsgrad aufzeigt.

## 6. Literatur

1. de Figueiredo, E. C. Q., Figueiredo, G. C. & Dantas, R. T. Influence of meteorological elements on osteoarthritis pain: a review of the literature. *Rev Bras Reumatol* **51**, 622–628 (2011).
  
2. von Mackensen, S., Hoeppe, P., Maarouf, A., Tourigny, P. & Nowak, D. Prevalence of weather sensitivity in Germany and Canada. *Int J Biometeorol* **49**, 156–166 (2005).
  
3. ADAMS, F. *The Genuine Works of Hippocrates*. (Williams & Wilkins, 1939).
4. Edström, G., Lundin, G. & Wramner, T. Investigations into the Effect of Hot, Dry Microclimate on Peripheral Circulation, etc., in Arthritic Patients. *Ann Rheum Dis* **7**, 76–82 (1948).
  
5. Hollander, J. P. & Yeostros, S. Y. The Effect of Simultaneous Variations of Humidity and Barometric Pressure on Arthritis. *AIBS Bulletin* **13**, 24–28 (1963).
  
6. Sibley, J. T. Weather and arthritis symptoms. *J. Rheumatol.* **12**, 707–710 (1985).
7. Laborde, J. M., Dando, W. A. & Powers, M. J. Influence of weather on osteoarthritis. *Soc Sci Med* **23**, 549–554 (1986).
  
8. Guedj, D. & Weinberger, A. Effect of weather conditions on rheumatic patients. *Ann. Rheum. Dis.* **49**, 158–159 (1990).
  
9. Clarke, A. M. & Nicholl, J. Does the weather affect the osteoarthritic patient? *Br. J. Rheumatol.* **30**, 477 (1991).
  
10. Strusberg, I., Mendelberg, R. C., Serra, H. A. & Strusberg, A. M. Influence of weather conditions on rheumatic pain. *J. Rheumatol.* **29**, 335–338 (2002).
  
11. Wilder, F. V., Hall, B. J. & Barrett, J. P. Osteoarthritis pain and weather. *Rheumatology (Oxford)* **42**, 955–958 (2003).
  
12. Vergés, J. *et al.* Weather conditions can influence rheumatic diseases. *Proc. West. Pharmacol. Soc.* **47**, 134–136 (2004).

13. McAlindon, T., Formica, M., Schmid, C. H. & Fletcher, J. Changes in barometric pressure and ambient temperature influence osteoarthritis pain. *Am. J. Med.* **120**, 429–434 (2007).
14. Smedslund, G., Mowinckel, P., Heiberg, T., Kvien, T. K. & Hagen, K. B. Does the weather really matter? A cohort study of influences of weather and solar conditions on daily variations of joint pain in patients with rheumatoid arthritis. *Arthritis Rheum.* **61**, 1243–1247 (2009).
15. Brennan, S. A. *et al.* Influence of weather variables on pain severity in end-stage osteoarthritis. *Int Orthop* **36**, 643–646 (2012).
16. Dorleijn, D. *et al.* Associations between weather conditions and clinical symptoms in patients with hip osteoarthritis: A 2-year cohort study. *Pain* **155**, 808–813 (2014).
17. Effect of Weather on Back Pain: Results From a Case-Crossover Study - Steffens - 2014 - Arthritis Care & Research - Wiley Online Library. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/acr.22378>.
18. Duong, V., Maher, C. G., Steffens, D., Li, Q. & Hancock, M. J. Does weather affect daily pain intensity levels in patients with acute low back pain? A prospective cohort study. *Rheumatol. Int.* **36**, 679–684 (2016).
19. Ferreira, M. L. *et al.* The influence of weather on the risk of pain exacerbation in patients with knee osteoarthritis – a case-crossover study. *Osteoarthritis and Cartilage* **24**, 2042–2047 (2016).
20. Jena, A. B., Olenski, A. R., Molitor, D. & Miller, N. Association between rainfall and diagnoses of joint or back pain: retrospective claims analysis. *BMJ* **359**, j5326 (2017).
21. Beilken, K., Hancock, M. J., Maher, C. G., Li, Q. & Steffens, D. Acute Low Back Pain? Do Not Blame the Weather—A Case-Crossover Study. *Pain Med* pnw126 (2016) doi:10.1093/pm/pnw126.
22. Measurement of feelings using visual analogue scales. - PubMed - NCBI. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4899510>.

23. Woodforde, J. M. & Merskey, H. Some relationships between subjective measures of pain. *J Psychosom Res* **16**, 173–178 (1972).
24. Scott, J. & Huskisson, E. C. Graphic representation of pain. *Pain* **2**, 175–184 (1976).
25. Joyce, C. R., Zutshi, D. W., Hrubes, V. & Mason, R. M. Comparison of fixed interval and visual analogue scales for rating chronic pain. *Eur. J. Clin. Pharmacol.* **8**, 415–420 (1975).
26. Jensen, M. P., Karoly, P. & Braver, S. The measurement of clinical pain intensity: a comparison of six methods. *Pain* **27**, 117–126 (1986).
27. Jensen, M. P., Chen, C. & Brugger, A. M. Interpretation of visual analog scale ratings and change scores: a reanalysis of two clinical trials of postoperative pain. *J Pain* **4**, 407–414 (2003).
28. Bellamy, N., Buchanan, W. W., Goldsmith, C. H., Campbell, J. & Stitt, L. W. Validation study of WOMAC: a health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee. *J. Rheumatol.* **15**, 1833–1840 (1988).
29. Stucki, G. *et al.* [Evaluation of a German version of WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities) Arthrosis Index]. *Z Rheumatol* **55**, 40–49 (1996).
30. Whitehouse, S. L., Lingard, E. A., Katz, J. N. & Learmonth, I. D. Development and testing of a reduced WOMAC function scale. *J Bone Joint Surg Br* **85**, 706–711 (2003).
31. Reports on scientific results of the United States Antarctic service expedition 1939–41: (Proceedings of the American philosophical society, Vol. 89, No. 1, April 1945). *Australian Geographer* **5**, 84–84 (1946).
32. Oscewski, R. & Bluestein, M. The new wind chill equivalent temperature chart. *Bull. Amer. Meteor. Soc.* **86**, 1453–1458 (2005).

33. Crane, H. R., 1989: Brrr! The origin of the wind chill factor. *Phys. Teach.*, 27, 55-60 - Google-Suche. <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=Crane%2C+H.+R.%2C++1989%3A+Brrr%21+The+origin+of+the+wind+chill+factor.+Phys.+Teach.%2C+27%2C+55-60>.
34. R Core Team (2018) R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <https://www.R-project.org> - Google-Suche. <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=R+Core+Team+%282018%29+R%3A+A+Language+and+Environment+for+Statistical+Computing.+R+Foundation+for+Statistical+Computing%2C+Vienna.+https%3A%2F%2Fwww.R-project.org>.
35. Bates, D., Mächler, M., Bolker, B. & Walker, S. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software* **67**, 1–48 (2015).
36. Lawrence, J. S. & Molyneux, M. Degenerative joint disease among populations in Wensleydale, England and Jamaica. *Int J Biometeorol* **12**, 163–175 (1968).
37. Jamison, R. N., Anderson, K. O. & Slater, M. A. Weather changes and pain: perceived influence of local climate on pain complaint in chronic pain patients. *Pain* **61**, 309–315 (1995).
38. Gorin, A. A. *et al.* Rheumatoid arthritis patients show weather sensitivity in daily life, but the relationship is not clinically significant. *Pain* **81**, 173–177 (1999).
39. Timmermans, E. J. *et al.* The Influence of Weather Conditions on Joint Pain in Older People with Osteoarthritis: Results from the European Project on OsteoArthritis. *The Journal of Rheumatology* **42**, 1885–1892 (2015).
40. Benson, H., Greenwood, M. M. & Klemchuk, H. The relaxation response: psychophysiological aspects and clinical applications. *Int J Psychiatry Med* **6**, 87–98 (1975).
41. Aikman, H. The association between arthritis and the weather. *Int J Biometeorol* **40**, 192–199 (1997).
42. Hollander, J. L. The controlled-climate chamber for study of the effects of meteorological changes on human diseases. *Trans N Y Acad Sci* **24**, 167–172 (1961).

43. Wingstrand, H., Wingstrand, A. & Krantz, P. Intracapsular and atmospheric pressure in the dynamics and stability of the hip. A biomechanical study. *Acta Orthop Scand* **61**, 231–235 (1990).
44. Stone, A. A. & Shiffman, S. Ecological Momentary Assessment (Ema) in Behavioral Medicine. *Ann Behav Med* **16**, 199–202 (1994).
45. Takahashi, K. *et al.* Hydrostatic pressure induces expression of interleukin 6 and tumour necrosis factor alpha mRNAs in a chondrocyte-like cell line. *Ann. Rheum. Dis.* **57**, 231–236 (1998).
46. Quick, D. C. Joint pain and weather. A critical review of the literature. *Minn Med* **80**, 25–29 (1997).
47. Hollander, J. L. Whether weather affects arthritis. *J. Rheumatol.* **12**, 655–656 (1985).
48. Osczevski, R. J. Windward Cooling: An Overlooked Factor in the Calculation of Wind Chill. *Bull. Amer. Meteor. Soc.* **81**, 2975–2978 (2000).
49. Hawker, G. A., Mian, S., Kendzerska, T. & French, M. Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF-36 BPS), and Measure of Intermittent and Constant Osteoarthritis Pain (ICOAP). *Arthritis Care Res (Hoboken)* **63 Suppl 11**, S240-252 (2011).
50. Drane, D., Berry, G., Bieri, D., McFarlane, A. C. & Brooks, P. The association between external weather conditions and pain and stiffness in women with rheumatoid arthritis. *J. Rheumatol.* **24**, 1309–1316 (1997).
51. Poor sleep quality is strongly associated with subsequent pain intensity in patients with acute low back pain. - PubMed - NCBI.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24782195>.
52. Veenhof, C., Huisman, P. A., Barten, J. A., Takken, T. & Pisters, M. F. Factors associated with physical activity in patients with osteoarthritis of the hip or knee: a systematic review. *Osteoarthr. Cartil.* **20**, 6–12 (2012).

53. Rosemann, T., Grol, R., Herman, K., Wensing, M. & Szecsenyi, J. Association between obesity, quality of life, physical activity and health service utilization in primary care patients with osteoarthritis. *Int J Behav Nutr Phys Act* **5**, 4 (2008).
54. van der Pas, S. *et al.* European project on osteoarthritis: design of a six-cohort study on the personal and societal burden of osteoarthritis in an older European population. *BMC Musculoskelet Disord* **14**, 138 (2013).
55. Gendreau, M., Hufford, M. R. & Stone, A. A. Measuring clinical pain in chronic widespread pain: selected methodological issues. *Best Pract Res Clin Rheumatol* **17**, 575–592 (2003).
56. Pham, T. *et al.* OMERACT-OARSI initiative: Osteoarthritis Research Society International set of responder criteria for osteoarthritis clinical trials revisited. *Osteoarthr. Cartil.* **12**, 389–399 (2004).

## Abbildungsverzeichnis

**Abbildung 1** Übersicht über alle erhobenen Wetterdaten im Untersuchungszeitraum an den Messstationen Arkona (A) und Warnemünde (HRO) des Deutschen Wetterdienstes (DWD)

**Abbildung 2** Über alle Patient\*innen gemittelten Schmerzwerte. Es sind alle erfassten relativen Schmerzwerte des Schmerzes (relA), der Steifigkeit (relB) und der Bewegungseinschränkung (relC), des WOMAC (relGesamt) und der VAS im gesamten Untersuchungszeitraum dargestellt

**Abbildung 3** Über alle Patient\*innen gemittelte standardisierte Schmerzwerte. Es sind alle erfassten standardisierten Schmerzwerte des Schmerzes (std.relA), der Steifigkeit (std.relB) und der Bewegungseinschränkung (std.reC), des WOMAC (std.relGesamt) und der std.VAS im gesamten Untersuchungszeitraum dargestellt

**Abbildung 4** Dichotomisierte Schmerzwerte des relGesamt (WOMAC) über alle Patient\*innen im Untersuchungszeitraum

**Abbildung 5** Dichotomisierte Schmerzwerte der VAS über alle Patient\*innen im Untersuchungszeitraum

**Abbildung 6** Windchilltemperaturen der Standorte Arkona, Warnemünde (HRO) und deren Mittelwert, dargestellt für den Untersuchungszeitraum

**Abbildung 7** Pearson-Korrelation der logarithmierten Schmerzwerte des WOMAC (relGesamt) und der VAS

## Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1** Übersicht über Studien und deren Ergebnisse der untersuchten Wetterparameter
- Tabelle 2** Erhobene Messwerte des DWD in Arkona und Rostock-Warnemünde und deren Mittelwert
- Tabelle 3** Erfassung der erhobenen Patient\*innendaten gruppiert nach Geschlecht
- Tabelle 4** Schmerzwerte über alle Patient\*innen und Zeitpunkte
- Tabelle 5** Dichotomisierte Schmerzwerte von allen Patient\*innen und Zeitpunkten
- Tabelle 6** Deskriptive Statistik der berechneten Windchilltemperaturen (WCT) der Standorte Arkona und Warnemünde (HRO) und deren Mittelwert
- Tabelle 7** Univariate Analyse der Medikamenteneinnahme zu dem relativen Schmerzwert „A“ (relA) des WOMAC
- Tabelle 8** Univariate Analyse der Wetterfaktoren zum relativen Schmerzwert „A“ (relA) des WOMAC
- Tabelle 9** Multivariate Analyse zum relativen Schmerzwert „A“ (relA) des WOMAC
- Tabelle 10** Univariate Analyse der Medikamenteneinnahme zu dem relativen Steifigkeitswert „B“ (relB) des WOMAC
- Tabelle 11** Univariate Analyse der Wetterfaktoren zu dem relativen Steifigkeitswert „B“ (relB) des WOMAC
- Tabelle 12** Multivariate Analyse zum relativen Steifigkeitswert „B“ (relB) des WOMAC
- Tabelle 13** Univariate Analyse der Medikamenteneinnahme zu dem relativen Bewegungseinschränkungswert „C“ (relC) des WOMAC
- Tabelle 14** Univariate Analyse der Wetterfaktoren zu dem relativen Bewegungseinschränkungswert „C“ (relC) des WOMAC
- Tabelle 15** Korrelation der signifikanten Wetterparameter aus der univariaten Analyse für den relativen Bewegungseinschränkungswert „C“ (relC) des WOMAC
- Tabelle 16** Multivariate Analyse zu dem relativen Bewegungseinschränkungswert „C“ (relC) des WOMAC
- Tabelle 17** Univariate Analyse der Basislinienfaktoren zu dem relativen Gesamtwert (relGesamt) des WOMAC
- Tabelle 18** Univariate Analyse der Wetterfaktoren zu dem relativen Gesamtwert (relGesamt) des WOMAC
- Tabelle 19** Korrelation der signifikanten Wetterparameter aus der univariaten Analyse für relGesamt des WOMAC
- Tabelle 20** Multivariate Analyse zu dem relativen Gesamtwert (relGesamt) des WOMAC
- Tabelle 21** Univariate Analyse der Basislinienfaktoren zur VAS
- Tabelle 22** Univariate Analyse der Wetterfaktoren zur VAS
- Tabelle 23** Korrelation der signifikanten Wetterparameter aus der univariaten Analyse für die VAS
- Tabelle 24** Multivariate Analyse der VAS

## Danksagung

Zum Erfolg dieser Doktorarbeit haben viele Personen beigetragen. Zu allererst möchte ich mich bei meinem Doktorvater PD Dr. med. habil. Andreas Machner bedanken. Er hat nicht nur die Idee zu diesem Projekt gehabt, sondern auch zum Gelingen meiner Dissertation beigetragen. Ich bedanke mich für das Vertrauen und den Respekt, den er mir von Beginn an, schon während meiner Famulatur und meinen Sommerjobs in der Praxis entgegengebracht hat. Er hat mir immer das Gefühl gegeben, ein gleichberechtigtes Teammitglied zu sein, dessen Meinung wichtig und ernst genommen wird.

Danke auch an Anja Lieball. Mit ihr hat das Arbeiten noch mehr Freude gemacht und ich bin froh, dass sie die ganzen Anrufe entgegengenommen hat, während ich mich mit den Patient\*innen beschäftigen konnte.

Ich danke Hannah und Simon für die ‚Tackernachmittage‘. Insgesamt haben wir 2800 Heftnadeln verbraucht. Ohne euch hätte es noch länger gedauert und deutlich weniger Spaß gemacht.

Ein großes Dankeschön geht an Christoph Anten, der sich um die statistische Auswertung gekümmert hat. Vielen Dank, Christoph, dass du so viel Zeit in meine Auswertung investiert hast und ich dir jederzeit Fragen stellen konnte.

Ich möchte mich bei meinem Volleyballteam bedanken. Ihr sorgt seit mittlerweile 10 Jahren für einen abwechslungsreichen Freizeitausgleich neben Studium und Familienleben. Es macht mir immer Spaß mit euch in die Dörfer rund um Göttingen zu fahren, mit euch zu gewinnen, anschließend zu feiern und das ganze am nächsten Wochenende zu wiederholen.

Zuletzt möchte ich mich bei meiner Familie bedanken. Ich bedanke mich bei dir, Simon, dafür, dass wir uns trotz unserer vollen Terminkalender immer Zeit füreinander nehmen und du mich nie vergessen lässt, was wirklich wichtig ist im Leben. Und danke auch dir Antonia, dass du nicht viel krank warst, gerne in die Kita gegangen bist und ich so Zeit hatte meine Dissertation fertig zu

schreiben. Ich danke meinen Eltern, dass sie mir dieses Studium möglich gemacht haben. Ich danke euch für eure Unterstützung in jeder Lebenslage. Die Tatsache, dass ich alles mit euch diskutieren kann und damit meine ich vor allem nicht nur die wissenschaftlichen Themen, macht mich glücklich. Ich danke meinem Bruder für die Idee, die Fragebögen mit einem Programm auswerten zu lassen. Das hat mir meine Arbeit sehr erleichtert. Ihr seid die Menschen, auf die ich mich immer verlassen kann- vielen Dank!

Göttingen, im Dezember 2020

*Britta Bahl*

## Ehrenerklärung

Ich erkläre, dass ich die der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke Universität zur Promotion eingereichte Dissertation mit dem Titel:

**„Der Einfluss von maritimen Wetterfaktoren auf Schmerz und Funktionsparameter bei Osteoarthrose“**

in der Klinik für Orthopädie unter der Leitung von Herr Professor Dr. med. Christoph Lohmann und durch die Betreuung durch Herrn PD Dr. med. habil. Andreas Machner ohne sonstige Hilfe durchgeführt und bei der Abfassung der Dissertation keine anderen als die dort aufgeführten Hilfsmittel benutzt habe.

Bei der Abfassung der Dissertation sind Rechte Dritter nicht verletzt worden.

Ich habe diese Dissertation an keiner in- oder ausländischen Hochschule zur Promotion eingereicht. Ich übertrage der Medizinischen Fakultät das Recht, weitere Kopien meiner Dissertation herzustellen und zu vertreiben.

Magdeburg, den 22.12.2020

Britta Bahl

## **Erklärung zur strafrechtlichen Verurteilung**

Ich erkläre hiermit, nicht wegen einer Straftat verurteilt worden zu sein, die Wissenschaftsbezug hat.

Magdeburg, den 22.12.2020

Britta Bahl

## Lebenslauf

Der Lebenslauf ist in der Version aus Datenschutzgründen nicht enthalten.

## **Anlagen**

**Anlage 1 Fragebogen**

**Anlage 2 Allgemeines Datenblatt**

**Anlage 3 Stellungnahme der Ethikkommission**





11. Strümpfe/Socken/Strumpfhose ausziehen

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

12. Liegen im Bett

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

13. In die Badewanne hineinsteigen oder heraussteigen

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

14. Sitzen

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

15. Sich auf die Toilette setzen/ Aufstehen von der Toilette

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

16. Anstrengende Hausarbeiten

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

17. Leichte Hausarbeiten

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

**Wie würden Sie den heutigen Schmerz zusammenfassen?**

*Bitte machen Sie einen Strich auf der nachfolgenden Skala. Die Skala geht von links „gar kein Schmerz“ bis nach rechts „am schlimmsten vorstellbarer Schmerz“*



**Haben Sie heute irgendwelche Schmerzmedikamente eingenommen?**

Ja  Nein

Wenn ja, welche und wie viel: \_\_\_\_\_

**Anlage 2****Allgemeines Datenblatt für die Studienteilnahme**

Name: \_\_\_\_\_

Geburtsdatum: \_\_\_\_\_

Telefonnummer: \_\_\_\_\_

An welchen Gelenken haben Sie Beschwerden:

*Mehrfachankreuzung möglich* Knie  Hüfte  Wirbelsäule  anderes Gelenk: \_\_\_\_\_ rechts  links

Denken Sie, dass das Wetter einen Einfluss auf Ihre Beschwerden hat?

 Ja  Nein

Nehmen Sie regelmäßig Medikamente gegen die Beschwerden ein?

 Ja  Nein

Wenn ja, welche und wie häufig: \_\_\_\_\_

Wurden Sie bereits an einem Gelenk operiert oder haben Sie Gelenkimplantate in Ihrem Körper?

 Ja  Nein

Wenn ja, welche: \_\_\_\_\_

## Anlage 3



Universitätsmedizin Greifswald • Fleischmannstraße 8 • D-17475 Greifswald

Praxis  
Herr PD Dr. Andreas Machner  
Lindenstraße 11

**D-18374 Zingst**

Studientitel: Der Einfluss von maritimen Wetterparametern auf den WOMAC  
bei Osteoarthritis Patienten  
Antrag vom: 18.09.2019  
Eingegangen am: 20.09.2019  
Interne Reg.Nr.: BB 137/19

**Stellungnahme der Ethikkommission**

Sehr geehrter Herr Dr. Machner,

die Ethikkommission der Universitätsmedizin Greifswald hat die zum o.g. Versuchsplan eingereichten Unterlagen in ihrer Sitzung am 29.10.2019 geprüft.

Die Kommission stellte mehrheitlich fest, dass gegen die Durchführung der Studie keine ethischen und rechtlichen Bedenken bestehen, und befürwortet deshalb das Vorhaben.

Die Ethik-Kommission macht darauf aufmerksam, dass die ethische und rechtliche Verantwortung für die Durchführung des Forschungsvorhabens beim Studienleiter und allen beteiligten Ärzten/Mitarbeitern liegt.

Die Mitglieder der Kommission wünschen Ihnen viel Erfolg bei der Durchführung des Vorhabens.

Mit freundlichen Grüßen

PD Dr. M. Gründling  
Vorsitzender der Ethikkommission

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Gründling', is written over the typed name and title.

**Ethikkommission**

GESCHÄFTSSTELLE  
Universitätsmedizin Greifswald  
Ethikkommission  
Institut für Pharmakologie  
Felix-Hausdorff-Str.3  
D-17487 Greifswald

BEARBEITER  
Frau Dr. K. Salje

DATUM  
30.10.2019

Telefon:  
+49 (0)3834 86-5644

Telefax:  
+49 (0)3834 86-5631

E-mail:  
ethik@uni-greifswald.de

Internet:  
www.medizin.uni-greifswald.de

Baniverbindung:  
Deutsche Bundesbank Rostock  
Konto-Nr. 130 035 30  
BLZ 130 000 00

USt ID:  
DE137584813

SEITE 1/3

Allgemeine Hinweise:

- Die Zusammensetzung und Arbeitsweise der Ethikkommission an der Universitätsmedizin Greifswald entsprechen den nationalen gesetzlichen Bestimmungen und der ICH-GCP-Leitlinie. Den Beratungen der Ethikkommission liegt die Deklaration von Helsinki in der aktuellen Fassung zugrunde.
- Datenschutzrechtliche Aspekte von Forschungsvorhaben werden durch die Ethikkommission grundsätzlich nur kursorisch geprüft. Dieses Votum ersetzt mithin nicht die Konsultation des zuständigen Datenschutzbeauftragten.
- Bei Änderungen oder Erweiterungen des Forschungsvorhabens vor oder während der Durchführung bedarf es einer Anzeige der Änderungen/Erweiterungen und ggf. einer erneuten Beratung. Die Ethikkommission bittet die Änderungen und/oder Erweiterungen der Studienunterlagen deutlich zu kennzeichnen.
- Die Ethikkommission bittet um Mitteilung des Studienendes und die Zusendung einer Synopse des Abschlussberichtes.
- Die Ethikkommission empfiehlt die Eintragung des Forschungsvorhabens in ein öffentliches Studienregister.

Zur Bewertung haben der Kommission vorgelegen:

- Begleitschreiben vom 18.09.2019
- Lebenslauf PD Dr. Andreas Machner
- Präsentation der Informationsveranstaltung am 01.11.2017
- Teilnehmerinformation, undatiert
- Allgemeines Datenblatt für die Studienteilnahme, undatiert
- Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis-Index

Folgende Unterlagen wurden am 23.09.2019 nachgereicht:

- Studienprotokoll, Version vom 19.09.2019
- Einladung zur Informationsveranstaltung vom 20.10.2017

Folgende Unterlagen wurden am 23.09.2019 nachgereicht:

- Studienprotokoll, Version vom 04.10.2019

SEITE 2/3

Der Ethikkommission gehören an:

reguläre Mitglieder

Prof. Dr. M. M. Lerch  
Klinik für Innere Medizin A

Prof. Dr. B. Kordaß\*  
Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde

Prof. Dr. B. Rauch  
Institut für Pharmakologie

PD Dr. M. Gründling\*  
Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin

PD Dr. F. von Podewils\*  
Klinik und Poliklinik für Neurologie

Prof. Dr. Th. Kohlmann\*  
Institut für Community Medicine

Prof. Dr. Dr. S. Salloch\*  
Institut für Ethik und Geschichte der Medizin

Prof. Dr. H. Lang\*  
Fakultät für Rechts- und Staatswissenschaft

Prof. Dr. H. Astel  
Theologische Fakultät

PD Dr. S. Schmidt\*  
Klinik und Poliklinik für Kindermedizin

CA Dr. F. Ruhland\*  
Fachabteilung für Gynäkologie und Geburtshilfe,  
HELIOS Hanseklinikum Stralsund

Prof. Dr. H.-C. Schöber  
Klinik für Innere Medizin, Klinikum Südstadt Rostock

Katrin Packhäuser, Medizinstudentin\*

\*bei der Sitzung am 29.10.2019 anwesend

ständige Stellvertreter

Prof. Dr. S. Stracke  
Klinik für Innere Medizin A

Prof. Dr. R. Biffar  
Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde

Prof. Dr. M. Dörr  
Klinik für Innere Medizin B

OA Dr. S. Friesecke  
Klinik für Innere Medizin B

Dr. R. Bülow  
Institut für Diagnostische Radiologie und Neuroradiologie

Prof. Dr. W. Hoffmann  
Institut für Community Medicine

Prof. Dr. B. Bockholdt  
Institut für Rechtsmedizin

Prof. Dr. C. D. Classen und Prof. Dr. H. Lege  
Fakultät für Rechts- und Staatswissenschaft

Prof. Dr. M. Werner  
Institut für Philosophie

Prof. Dr. A. Meyer-Bahlburg  
Klinik und Poliklinik für Kindermedizin

OA Dr. Z. Alwafaj  
Klinik und Poliklinik für Frauenheilkunde und Geburtshilfe

Dr. Dr. M. Gillner  
Fachabteilung für Forensische Psychiatrie,  
HELIOS Hanseklinikum Stralsund

Annika Eikenbusch, Medizinstudentin

SEITE 3/3