



OrthoBioSense – Überwachung und Früherkennung von Polyethylenverschleiß in Knieendoprothesen Zuhause

Anna Schaufler*, Holger Fritzsche, Jessica Bertrand, Christoph Lohmann, Axel Boese, Universitätsklinikum Magdeburg Orthopädische Universitätsklinik + INKA – Application Driven Research Innovation Laboratory, Otto-von-Guericke Universität, Leipziger Str. 44, Magdeburg, Germany

Zielsetzung

Hintergrund

- Der ständige mechanische Stress in Knieendoprothesen führt zu graduelltem Verschleiß
- Aus der Polyethylenkomponente der Prothese, gelegen zwischen der Oberschenkel- und Unterschenkelknochenkomponente, lösen sich Partikel und das Volumen nimmt ab.
- Die ersten Symptome treten häufig erst bei einem hohen Verschleißgrad auf, wenn gravierende Schäden am gesamten Implantat und umliegenden Gewebe bereits entstanden sind.

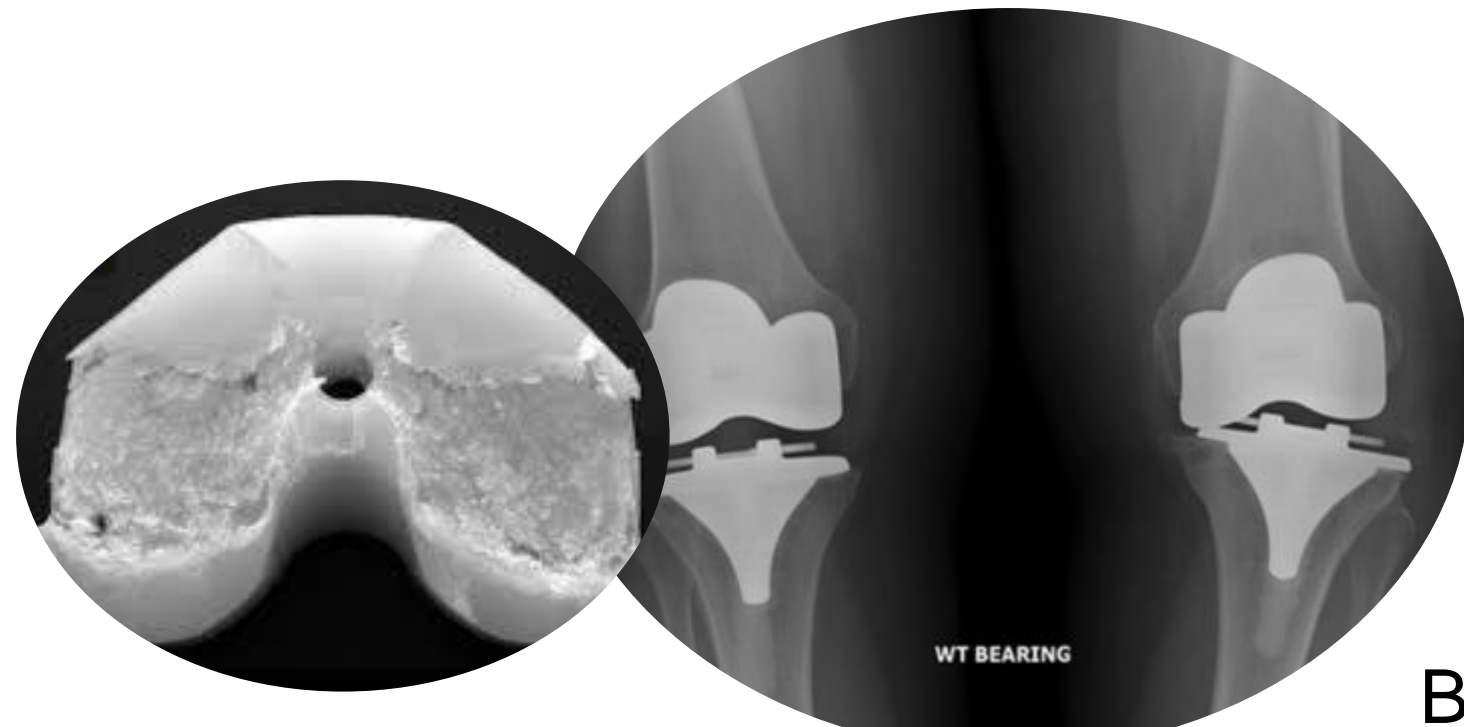


Abbildung 1: Abgeriebene Polyethylenkomponente (links). Fehlstellung im Kniegelenk durch fortgeschrittenen, ungleichmäßigen Verschleiß

Fortgeschrittener Polyethylenverschleiß verursacht

- Instabilität des Gelenks
- Verlust von Knochengewebe
- Schmerzen
- Implantatlockerung
- Deformationen

Bei Implantatversagen wird ein komplexer und risikoreicher Revisionseingriff durchgeführt. Hierbei werden alle Implantatkomponenten, sowie Teile des Knochens entfernt um ein neues Implantat einzusetzen.

OrthoBioSense - Lösungsansatz

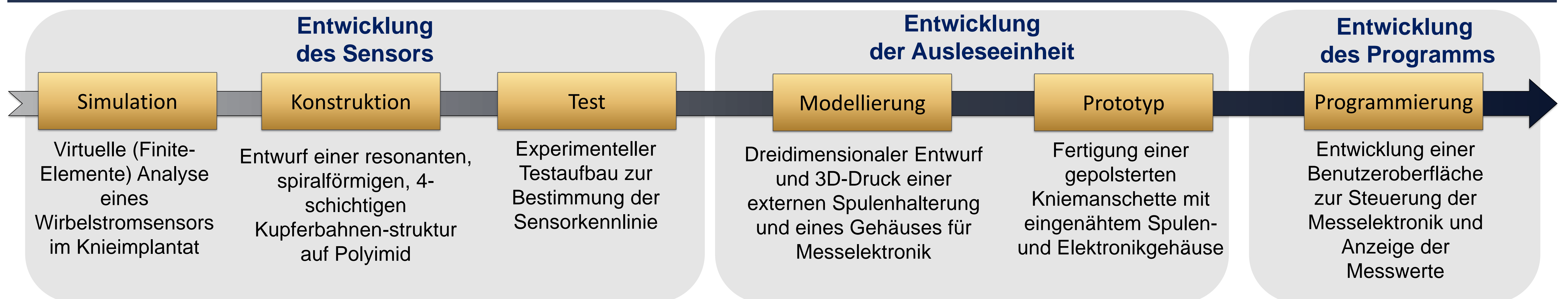
Ein Messsystem zur Selbstüberwachung und Früherkennung von Polyethylenverschleiß

- Ein Wirbelstromdistanzsensor, der auf der Unterschenkelkomponente integriert wird, erfasst den Abstand zur Oberschenkelkomponente und somit indirekt den Verschleißgrad im Polyethylenanteil.
- Eine Ausleseeinheit, die für die Dauer der Messung, außen am Knie angebracht wird, liest die Sensordaten aus
- Das Messsystem wird durch ein Programm für den PC oder das Smartphone bedient.

Durch eine regelmäßige Kontrolle des Implantatzustandes kann fortschreitender Verschleiß frühzeitig erkannt und die Polyethylenkomponente ausgetauscht werden, bevor es zu gesundheitlichen Schäden kommt.



Methodik



Ergebnisse

Implantierbarer Sensor

- Foliensensor mit einer Dicke von etwa 350 µm
- Keine elektrische Aktivität bis Ansprechen durch externe Ausleseeinheit



Durch die 4-schichtige Spiralstruktur, verfügt der Sensor über eine hohe Induktivität, die es ihm erlaubt Distanzen nach dem Wirbelstromprinzip mit hoher Empfindlichkeit im µm Bereich zu messen.



Durch die Platzierung von zwei Sensorelementen auf der Unterschenkelkomponente, kann ungleichmäßiger Verschleiß gemessen werden

Externe Ausleseeinheit



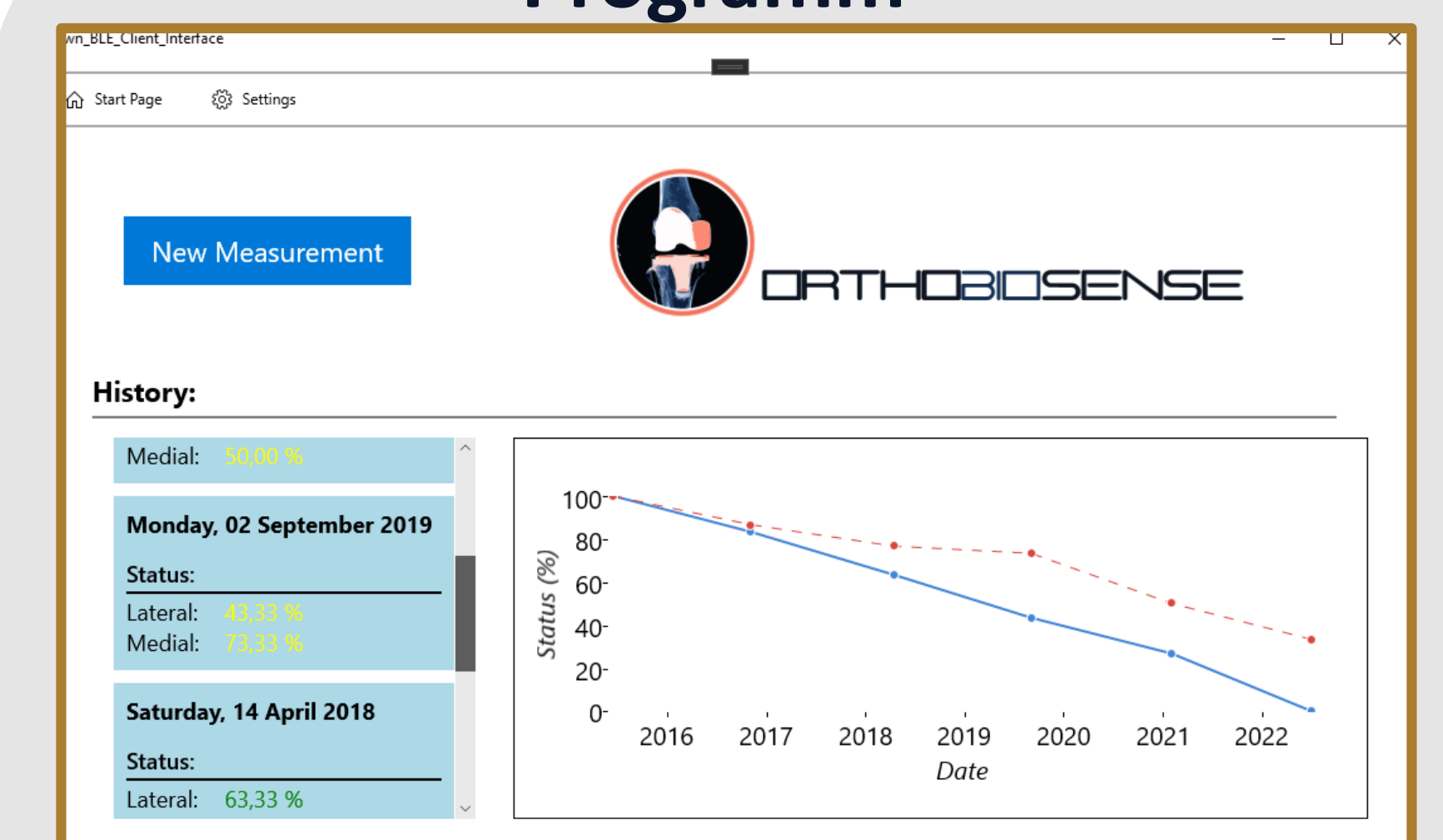
Externe Spule und batteriebetriebene Messelektronik ermöglichen es, sich induktiv durch die Haut mit dem implantierten Sensor zu verbinden und Messwerte zu erfassen

Das Gehäuse der Spule und Elektronik sind in einer mit Klett verschließbaren Kniemanschette eingenäht.

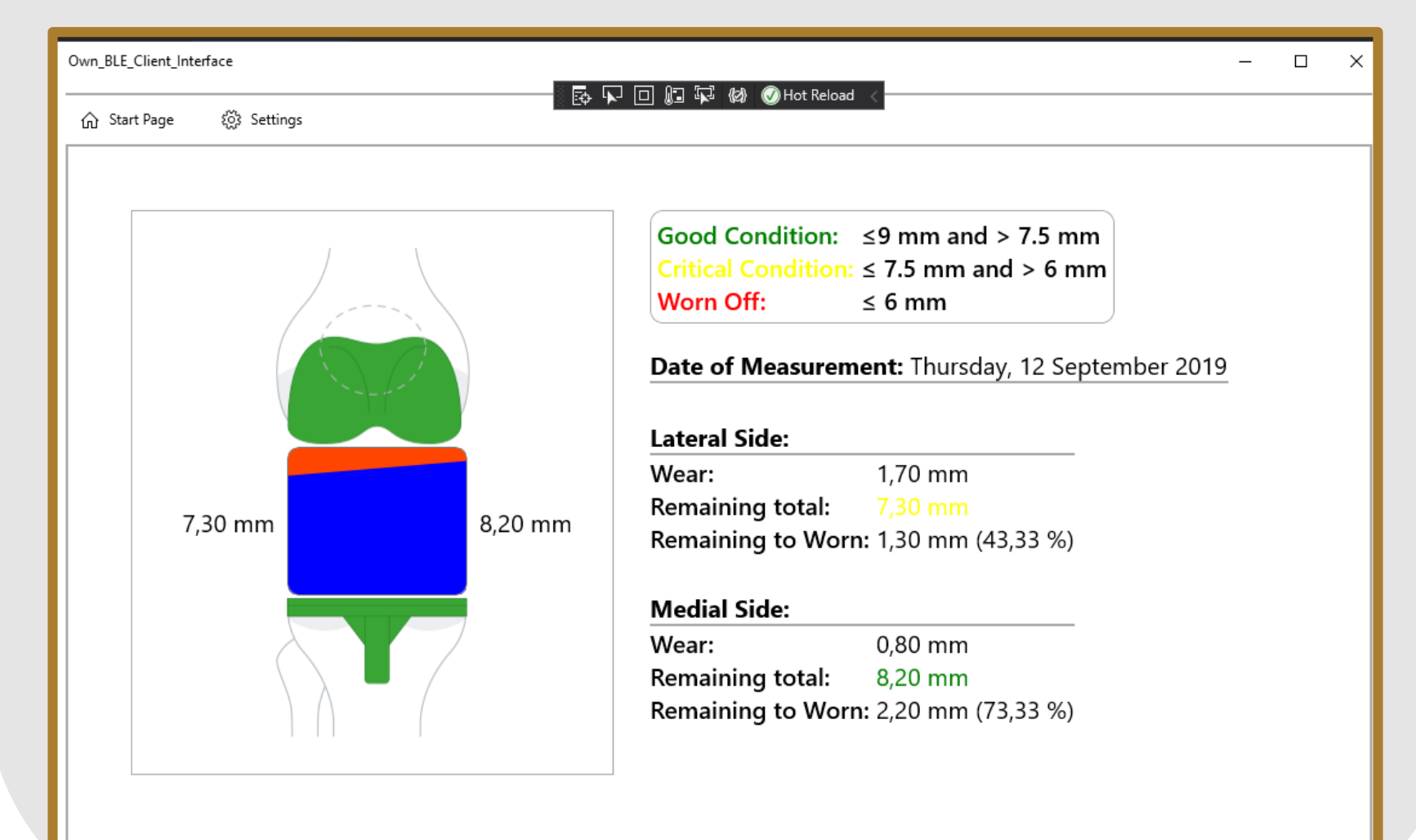
- Einfache Handhabung
- Intuitive, korrekte Positionierung der externen Spule durch eine Aussparung für die Kniescheibe.



Programm



Das Programm kommuniziert via Bluetooth mit der Ausleseelektronik. Auf der Benutzeroberfläche wird der Verschleißverlauf dokumentiert, kann eine neue Messung gestartet und die Messdaten eingesehen werden



Diskussion

Das Messsystem ermöglicht die Früherkennung von Polyethylenverschleiß und erlaubt somit einen rechtzeitigen Austausch der Komponente, bevor es zu gesundheitlichen Folgen kommt oder ein Revisionseingriff notwendig wird. Die routinemäßigen Kontrollen können in häuslicher Umgebung oder einer lokalen Gesundheitseinrichtung durchgeführt werden und tragen zur Autonomie des Patienten bei und entlasten den Gesundheitssektor. Im weiteren muss die Funktionalität des Systems in einer umfassenden Testreihe mit einem Gewebephantom untersucht werden.