

---

# **BACHELORARBEIT**

---

Herr  
**Jannik Tappert**

**Entwicklung eines Clients zur  
Erfassung von manuellen  
Reinigungsschritten bei  
medizinischen Endoskopen**

Mittweida, 2022

---

# **Bachelor thesis**

---

Mr  
**Jannik Tappert**

**Development of a client to  
record manual cleaning steps  
for medical endoscopes**

Mittweida, 2022

## **BACHELORARBEIT**

---

# **Entwicklung eines Clients zur Erfassung von manuellen Reinigungsschritten bei medizinischen Endoskopen**

Autor:  
**Herr**

**Jannik Tappert**

Studiengang:  
**Angewandte Informatik**

Seminargruppe:  
**IF17ws-B**

Erstprüfer:  
**Herr Prof. Dr. Ing. Thomas Beierlein**

Zweitprüfer:  
**Herr Dipl. Math. Christian Schwerin**

## **Bibliografische Beschreibung:**

Tappert, Jannik: Entwicklung eines Clients zur Erfassung von manuellen Reinigungsschritten bei medizinischen Endoskopen - 2022. - V, 10, 52, 7 S. Mittweida, Hochschule Mittweida, Fakultät Angewandte Computer- und Biowissenschaften, Bachelorarbeit, 2022

## **Referat:**

Im Zeitalter der zunehmenden Digitalisierung wird die analoge Dokumentation nach und nach aus allen Lebensbereichen verdrängt. Besonders im Bereich der Endoskopreinigung ist diese allerdings noch stark vertreten. Auch dort soll eine digitale Lösung entstehen, um den Arbeitsablauf zu vereinfachen und sicherer zu gestalten.

Diese Arbeit befasst sich mit der Entwicklung eines Clients zur Erfassung von manuellen Reinigungsschritten bei medizinischen Endoskopen. Es wird die Ausgangssituation in Krankenhäusern beschrieben und dann auf Grundlage eines bereits existierenden Systems eine neue Lösung erarbeitet. Diese neue Software löst die Probleme, welche im Zusammenhang mit einer analogen Aufzeichnung dieser Reinigungsschritte entstehen. Der Entwicklungsprozess sowie das Endprodukt, in Form eines Webclients, wird hier beschrieben.

## Inhalt

Bibliografische Beschreibung:

Referat:

Begriffserklärungen:

Abkürzungsverzeichnis:

Abbildungsverzeichnis:

1.	Kontext zur Bachelorarbeit.....	1
1.1.	Kurzbeschreibung des Themas .....	1
1.2.	Nutzungszyklus eines Endoskops.....	2
1.3.	Risiken für Patienten bei unzureichender oder fehlerhafter Reinigung von Endoskopen.....	3
1.4.	Relevanz der digitalen Erfassung – Warum ist diese wichtig? .....	3
1.5.	Aktueller Stand der manuellen Vorreinigung und Endkontrolle .....	4
1.6.	Aktueller Stand der automatischen Erfassung der Waschmaschinenreinigung.....	5
1.7.	Von der Idee zum Produkt .....	6
2.	Marktanalyse/Problemanalyse: .....	8
2.1.	Kundenanforderungen .....	8
2.1.1.	Bedienbarkeit per Touch.....	8
2.1.2.	Bedienbarkeit mithilfe RFID oder Barcodes .....	8
2.1.3.	Eingabeminimierung am Gerät .....	9
2.1.4.	Konzept zur Bedienung des Standardablaufs per RFID/Barcode und Fußtaster .....	10
2.1.5.	Reinigungsschritte anhand des Standortes des Client-PCs.....	10
2.1.6.	Read-Only Modus für nicht angemeldete Benutzer .....	11
2.1.7.	Funktion zur Anzeige vorgegebener Statistiken.....	11
2.2.	Sicherheit der Patienten- und Reinigungsdaten.....	12
2.3.	Nachverfolgbarkeit der getätigten Eingaben .....	12
2.4.	Herausforderungen durch Anwendung einer Server-Clientstruktur.....	13
2.4.1.	Synchronisierung zwischen mehreren Clients .....	13
2.4.2.	Aktualität der Daten .....	14
2.4.3.	Bereitstellung und Aufruf der Software .....	14
2.4.3.1	Updatekonzept .....	14
2.4.3.2.	Aufruf der Software durch den Kunden.....	15
2.4.3.3.	Vorkonfiguration durch MESO Support.....	15

3.	Ausgangssituation des EndoClean Systems.....	16
3.1.	IST-Zustand des EndoClean Systems .....	16
3.1.1.	Systemaufbau bisher .....	16
3.1.2.	EndoClean Server .....	17
3.1.3.	EndoClean Plugin .....	18
3.2.	Stand des EndoClean Workflow Projekts vor der Entwicklung des Clients 18	
3.2.1.	SOLL-Zustand des EndoClean Systems .....	19
3.2.2.	Systemkomponenten .....	19
3.2.2.1.	REST-API .....	19
3.2.2.2.	Datenbank .....	21
3.2.2.3.	EndoClean Server und EndoClean Plugin .....	22
3.2.2.4.	EndoClean Workflow Client .....	22
3.2.3.	Schnittstellen .....	22
3.2.3.1.	REST .....	22
3.2.3.2.	SQLite .....	23
3.2.3.3.	RFID/Barcode Reader .....	23
4.	Problemlösung – Entwicklung des EndoClean Workflow Clients .....	25
4.1.	UI-Konzeption .....	25
4.1.1.	Vergleich Web versus Desktop.....	25
4.1.2.	Änderungen am UI-Konzept - Anpassung an WebUI und Toucheingabe.....	26
4.2.	Variantenvergleiche – Programmiersprachen und Features .....	27
4.2.1.	Programmiersprachen / Frameworks.....	28
4.2.2.	Features.....	28
4.3.	Entscheidung für UserUI und ConfigUI .....	29
4.4.	ConfigUI – Client zur Konfiguration des EndoClean Systems.....	30
4.4.1.	Begründung der Designentscheidungen.....	30
4.4.1.1.	Wahl des Layouts .....	30
4.4.1.2.	Auswahlprozess der zur Bearbeitung freigegebenen Einträge .....	31
4.4.2.	Aufbau des ConfigUIs .....	32
4.4.2.1.	Statische Liste .....	32
4.4.2.2.	Zweite Liste .....	33
4.4.2.3.	Detailbereich .....	34
4.4.2.4.	Footer – Die Fußzeile .....	35

4.4.2.5. Einstellungen.....	36
4.4.3. Konfiguration von Workflows im ConfigUI.....	37
4.4.4. Die Statistikfunktion .....	39
4.5. UserUI – Client zur Erfassung von Ergebnissen der manuellen Vorreinigung und Endkontrolle von Endoskopen.....	41
4.5.1. Begründung der Designentscheidungen.....	41
4.5.1.1. Wahl des Layouts.....	41
4.5.1.2. Begrenzung der erlaubten Funktionen .....	42
4.5.2. Aufbau des UserUI .....	42
4.5.2.1. Headlist .....	43
4.5.2.2. Endoskopliste .....	44
4.5.2.3. Detailbereich .....	45
4.5.2.4. Footer .....	46
4.5.2.5. Einstellungen.....	46
4.5.3. Read-Only Modus für nicht angemeldete Benutzer .....	46
4.6. Änderungen an anderen Systemkomponenten.....	47
5. Fazit und Ausblick.....	48
5.1. Vergleich Endprodukt zu Originalanforderungen .....	48
5.2. Ausstehende Features .....	50
5.3. Persönliches Fazit und Ausblick .....	50

Literaturverzeichnis:

Anlagen:

Selbstständigkeitserklärung:

## **Begriffserklärungen:**

- Endoskop: „mit elektrischer Lichtquelle und Spiegeln versehenes optisches Instrument zur Untersuchung von Hohlorganen und Körperhöhlen und zur gezielten Entnahme von Gewebeprobe[n]“ [1]
- Manuelle Vorreinigung: Alle Reinigungsschritte, die nach der Behandlung eines Patienten bis zur Reinigung des Endoskops in einer Waschmaschine erfolgen.
- Manuelle Endkontrolle: Alle Schritte, die nach der Waschmaschinenreinigung bis zur Trocknung des Endoskops erfolgen.
- EndoClean: Produktsystem der Firma meso international GmbH, die sich mit der Integration der Endoskopnutzung sowie der automatischen Erfassung der Reinigung in Waschmaschinen befasst.
- EndoClean Server: Server, der die Reinigungsprotokolle von Waschmaschinen empfängt und sie an die REST-API weiterleitet.
- EndoClean Workflow: System zur Umsetzung der Erfassung von manueller Vorreinigung und Endkontrolle innerhalb des EndoClean Systems.
- ConfigUI: Benutzeroberfläche, in der IT-Administratoren in den Krankenhäusern die Konfiguration der für EndoClean relevanten Daten wie z.B. Endoskopen oder Waschmaschinen vornehmen können.
- UserUI: Benutzeroberfläche, in der Mitarbeiter des Krankenhauses die manuelle Vorreinigung und Endkontrolle der Endoskope erfassen können.
- SonoWin: „*SonoWin ist [...] Software, um den Datenaustausch zwischen bildgebenden Medizingeräten und Krankenhaus- (KIS) oder Praxisinformationssystemen (AIS, PVS) zu realisieren.*“ [3] Im Grunde eine Software von meso international GmbH, die dem Nutzer erlaubt, Befundung und Bildarchivierung in Krankenhäusern oder Praxen vorzunehmen.
- EndoClean Plg: Plugin für SonoWin. Es dient zur Auswahl von Endoskopen in Untersuchungen und der Übermittlung dieser Auswahl an die REST-API
- Projektkonferenz: Monatliche Konferenz der Firma meso international GmbH, an der alle Mitarbeiter teilnehmen. Dort werden die Arbeitsergebnisse des letzten Monats und was im nächsten Monat hinsichtlich Entwicklung und Vertrieb geplant ist, besprochen.
- Hospitation: Der Vorgang des Hospitierens bedeutet: „*sich als Gast an einer [...] Einrichtung aufhalten, um die innere Struktur derselben, ihre Arbeitsabläufe und fachlichen Probleme kennenzulernen und berufspraktische Erfahrung zu gewinnen*“ [1]



- MESO: meso international GmbH

- Sitz in 09648 Mittweida, Markt 21-23
- Internetseite: [www.meso.biz](http://www.meso.biz)

## **Abkürzungsverzeichnis:**

- ECWF: EndoClean Workflow (EndoClean Workflow Server und **EndoClean Workflow Client**)
- UI: User Interface (Benutzerschnittstelle)
- PLG: Plugin
- RFID: Radio-Frequency Identification
- REST: Representational State Transfer

## Abbildungsverzeichnis:

ABBILDUNG 1 - DOPPEL-FUßTASTER RFDW [14] .....	10
ABBILDUNG 2 - ENDOCLEAN SYSTEM IST-ZUSTAND.....	16
ABBILDUNG 3 – ENDOCLEAN SERVER [21] .....	17
ABBILDUNG 4 – ENDOCLEAN PLUGIN – ENDOSKOPÜBERSICHT [21] .....	18
ABBILDUNG 5 – ENDOCLEAN SYSTEM SOLL-ZUSTAND .....	19
ABBILDUNG 6 - BEISPIEL UI VOR ANPASSUNG AN WEB [13] ORIGINAL VERÄNDERT, UM DEN UNTERSCHIED ZU VERDEUTLICHEN .....	27
ABBILDUNG 7 - BEISPIEL UI NACH ANPASSUNG AN WEB [13].....	27
ABBILDUNG 8 – STATISCHE LISTE DER KONFIGURATIONSOBERFLÄCHE – STAND 28.11.2021.....	31
ABBILDUNG 9 – ZWEITE LISTE DER KONFIGURATIONSOBERFLÄCHE – STAND 28.11.2021.....	33
ABBILDUNG 10 - DETAILBEREICH ENDOSKOP NEU ANLEGEN - STAND 28.11.2021 .....	34
ABBILDUNG 11 – FOOTER ENDOCLEAN WORKFLOW – STAND 05.12.2021 .....	35
ABBILDUNG 12 - EINSTELLUNGSBUTTON - STAND 07.12.2021 .....	36
ABBILDUNG 13 - EINSTELLUNGSOVERLAY - STAND 07.12.2021 (UNTERER BEREICH ABGESCHNITTEN, UM PLATZ ZU SPAREN).....	36
ABBILDUNG 15 – ERGEBNIS STATISTIK „ALLE ENDOSKOPE“ – STAND 18.12.2021 .....	40
ABBILDUNG 14 - ERGEBNIS STATISTIK "ALLE REINIGUNGEN" - STAND 18.12.2021 .....	40
ABBILDUNG 16 - HEADLIST IM USERUI - STAND 18.12.2021 .....	43
ABBILDUNG 17 - ELEMENT DER ENDOSKOPLISTE – STAND 02.01.2022 .....	44
ABBILDUNG 18 - HEADLIST IM READONLY MODUS - SOFTWARESTAND 03.01.2022.....	46

## **1. Kontext zur Bachelorarbeit**

Dieses Kapitel beschreibt den Sachverhalt, um den Leser mit den Grundlagen des Themas: „Entwicklung eines Clients zur Erfassung von manuellen Reinigungsschritten bei medizinischen Endoskopen“ vertraut zu machen. Es wird der „IST-Stand“ beschrieben, wie er aktuell in der Realität in Kliniken vorherrscht. Außerdem wird erklärt, wie es zur Idee dieses Produktes kam und welchen Mehrwert es für die Kunden und Anwender bieten kann.

### **1.1. Kurzbeschreibung des Themas**

In der Anwendung von Endoskopen im Bereich der Medizin ist es vorgeschrieben, dass diese zwischen Nutzungen gereinigt werden müssen. Diese Reinigung dient der Sicherstellung, dass keine Bakterien von Patient A in Kontakt mit dem Körper beziehungsweise dem Inneren von Patient B kommen. Die Angestellten des Krankenhauses führen während der Endoskopreinigung folgende Schritte durch:

- Manuelle Vorreinigung
- Bürstenreinigung
- Reinigung in der Waschmaschine
- Endkontrolle
- Trocknung der Endoskope

Hierbei ist allerdings zu beachten, dass dieser Prozess je nach Krankenhaus und je nach Endoskoptyp variieren kann. Zusammen mit der Nutzung am Patienten bildet diese Reinigung den Nutzungszyklus eines Endoskops. Die Firma MESO bietet bereits in ihrem EndoClean System Software zur Erfassung der Nutzung sowie zur automatischen und manuellen Erfassung der Waschmaschinenreinigung an. Das Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, dieses System sowohl technisch als auch inhaltlich zu erweitern. Es soll sicherer werden und dem Kunden die Möglichkeit geben, diese Nutzungszyklen selber zu definieren und deren Ergebnisse auf einfache Weise zu erfassen. Genaugenommen beschäftigt sich diese Bachelorarbeit mit der Entwicklung eines Clients, welcher auf eine bereits im vergangenen Jahr entwickelte REST-API zugreifen soll, dessen Daten er liest und an welche er Daten sendet um die Erfassung der manuellen Vorreinigung sowie Endkontrolle von Endoskopen vorzunehmen. Die Umstellung der anderen Systemkomponenten des EndoClean Systems auf die REST-API ist nicht Teil der

Bachelorarbeit. Es wird dadurch der gleiche Datenstand garantiert, damit ein Patient nicht fälschlicherweise mit einem nicht gereinigten Endoskop behandelt wird.

## 1.2. Nutzungszyklus eines Endoskops

Ein Endoskop durchläuft während seiner Nutzungsdauer in einem Krankenhaus mehrere sogenannte Nutzungszyklen, die mit der Entnahme aus dem Trocknungsschrank starten und mit dem Einhängen in diesen enden. Standardmäßig bestehen diese Nutzungszyklen, im weiteren „Workflow“ genannt, aus den folgenden 5 Abschnitten, die selber in mehrere Arbeitsschritte unterteilt werden können. Diese sind in der korrekten Reihenfolge des Workflows aufgelistet:

1. Nutzung des Endoskops: In bestimmten medizinischen Untersuchungsarten, wie beispielsweise der Gastroskopie oder der Bronchoskopie, werden medizinische Endoskope angewandt, um in den Körper der Patienten zu schauen. So können innere Erkrankungen oder Beschädigungen von Gewebe erkannt und gegebenenfalls, falls die Endoskope digital sind, auch dokumentiert werden.
2. Manuelle Vorreinigung: Findet „*unmittelbar im Anschluss an die endoskopische Untersuchung*“ [2] statt und dient dazu „*ein Antrocknen von organischem Material und chemischen Rückständen im Kanalsystem oder an den Außenanteilen zu vermeiden*“ [2]. Unter der manuellen Vorreinigung werden krankenhaushängig, sowie auch im EndoClean System, ebenfalls alle weiteren Reinigungsschritte, welche vor der Waschmaschinenreinigung erfolgen, zusammengefasst. Beispiele hierfür sind ein Wasserbad des Endoskops, um die Dichtigkeit der Schläuche zu testen oder eine Bürstenreinigung der Kanäle
3. Waschmaschinenreinigung: Automatisierte Reinigung und Desinfektion des Endoskops durch eine spezielle Waschmaschine. Dabei werden neben dem Äußeren auch die einzelnen Schläuche von Innen gereinigt. Auch wird hier ein automatisierter Dichtigkeitstest durchgeführt. Einige Waschmaschinenmodelle trocknen das Endoskop auch bereits in diesem Schritt. Siehe [4]
4. Endkontrolle: Der Begriff Endkontrolle beschreibt alle Arbeitsschritte, die zwischen der automatischen Waschmaschinenreinigung und der Trocknung des Endoskops liegen. Beispielsweise wird überprüft, ob die Reinigung in der Waschmaschine erfolgreich war oder ob diese erneut wiederholt werden muss. Auch wird nochmal auf die strukturelle Integrität des Endoskops geachtet.

5. Trocknung: Lagerung in Trockenschränken. Hier werden die Endoskope „senkrecht hängend gelagert“ [4]. Auch hier sind zwei Arten der Trocknung zu beachten. Einerseits gibt es die klassisch analogen Trockenschränke, welche nur dafür da sind, dass die Restflüssigkeit im Endoskop abtropfen kann. Ein Endoskop gilt als „nutzbar“, sobald es ein gehangen wird. Bei digitalen Trockenschränken kann man eine „Trocknungsdauer“ einstellen, erst wenn diese abgelaufen ist, gilt ein Endoskop als „nutzbar“.

### **1.3. Risiken für Patienten bei unzureichender oder fehlerhafter Reinigung von Endoskopen**

Eine unzureichende Endoskopreinigung kann dazu führen, dass virale oder bakterielle Erreger wie „*Viren [...], HIV [...], Bakterien [...] und Würmer [...]* übertragen werden.“ [2] Dies ist insofern gefährlich, weil der eigene Körper, aus dem diese Erreger stammen mit diesen zwar problemlos umgehen kann, aber für andere „*zu Infektionen mit teilweise tödlichem Ausgang geführt haben.*“ [2] Das Risiko ist zwar „*nicht quantifizierbar*“ [2] allerdings wurden erhöhte Anforderungen an die Aufbereitung eingeführt, da „*die Mehrzahl dieser Übertragungen [...] auf unzureichende Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen [...] zurückzuführen [ist]*“ [2]

### **1.4. Relevanz der digitalen Erfassung – Warum ist diese wichtig?**

Krankenhäuser und Ärzte müssen nach §630f BGB „*die Patientenakte für die Dauer von zehn Jahren nach Abschluss der Behandlung*“ [7] aufbewahren. Es ist zwar nicht gesetzlich vorgeschrieben, dass im gleichen Atemzug die Reinigungsprotokolle oder ein Nachweis über die Erbringung der Reinigung erfolgen muss. Allerdings werden diese in der Regel von Krankenhäusern trotzdem so lange aufbewahrt, um im Zweifel in einem Rechtsstreit, sollte es zu Komplikationen wegen einer Behandlung kommen, einen Nachweis erbringen zu können. Entsprechend wichtig ist es, dass die Aufbewahrung und im gleichen Atemzug auch die Dokumentation entsprechend einfach ist. Wie in 1.4. und 1.5. beschrieben erfolgt bei nahezu die gesamte Dokumentation im Uniklinikum Leipzig und anderen Kliniken noch in analoger Form auf mehreren verschiedenen Zetteln an verschiedenen Orten. Um in diesem Fall einen Überblick über die Situation zu erhalten, müssen diese Informationen umständlich zusammengetragen und dann noch manuell ausgewertet werden. Dies erfordert einen zusätzlichen Zeitaufwand und birgt die

Gefahr, dass bei der Auswertung Fehler gemacht werden können, sei es wegen der unleserlichen Handschrift eines Mitarbeiters, oder weil die Informationen unbewusst gar nicht oder nur teilweise dokumentiert wurden. Besser wäre es, alle Informationen in ein digitales System einzugeben und von diesem bearbeiten und auswerten zu lassen. Somit ist es für den Endnutzer deutlich einfacher, den Überblick über die Gesamtheit der Endoskope und deren Reinigungsstatus zu erhalten. Durch eine simple Eingabe mit Auswahlfeldern statt Freitext können fehlerhafte Eingaben minimiert werden.

Ob eine digitale Langzeitaufbewahrung einer Datenbank oder die analoge Langzeitaufbewahrung von Akten einfacher zu realisieren ist, hängt von den digitalen Kenntnissen des Endnutzers ab. Mit der zunehmenden Digitalisierung und mehr „digital Natives“, also Menschen, welche in der digitalen Welt aufgewachsen sind, wird sich über kurz oder lang die digitale Aufbewahrung als die bessere Lösung herausstellen. Zwar mag die Digitalisierung als optional erscheinen, allerdings ist in den letzten Jahren das Feld der Risikoanalyse und das damit verbundene Bestreben der Risikominimierung in Krankenhäusern an Bedeutung gewachsen.

*Neben dem aufgrund rechtlicher Bestimmungen verbreiteten betrieblichen Risikomanagement in Gesundheitseinrichtungen gewinnt die systematische und umfassende Beschäftigung mit klinischen Risiken in Form eines klinischen Risikomanagements zunehmende Bedeutung im Gesundheitswesen.* [31] Hierbei werden Maßnahmen beschrieben, die dazu führen sollen, dass bestimmte vermeidbare Risiken entweder komplett entfernt oder zumindest stark verringert werden. Die analoge Handhabung bietet aufgrund der weiter oben beschriebenen Umstände etliche Risiken. Zum Beispiel eine nicht mögliche Nachverfolgung der Reinigung durch Verlust des betreffenden Zettels, welche durch die Software EndoClean Workflow vermieden oder zumindest minimiert werden können.

### **1.5. Aktueller Stand der manuellen Vorreinigung und Endkontrolle**

Dieser Stand bezieht sich symbolisch auf die unter [5] beschriebene Erfassung des Kontextes des Reinigungsprozesses im Uniklinikum Leipzig. Dieser Prozess läuft in den meisten Krankenhäusern ähnlich ab. Die Schwester oder der Pfleger, welche/r an der Untersuchung teilgenommen hat, führt direkt nach der Untersuchung noch im Untersuchungsraum eine Grobreinigung des Endoskops inklusive einer Spülung der Kanäle durch. Danach wird das Endoskop verpackt und in den „Unreinraum“ transportiert, in dem der Rest der Vorreinigung vorgenommen wird.

Dort wird die Fallnummer der geschehenen Untersuchung in eine Papiertabelle eingetragen und danach erfolgen ein Desinfektionsbad und eine Bürstenreinigung. Der Abschluss dieser Schritte wird nicht digital erfasst. Nach der in 1.2. beschriebenen Waschmaschinenreinigung wird das Endoskop noch in der Endkontrolle getrocknet sowie mit dem nach der Waschmaschinenreinigung ausgedruckten Reinigungsprotokoll zusammen zur Wiederverwendung verpackt. Auch diese Schritte erfolgen nicht digital, sondern in Papierform. Einmal pro Woche wird dann im Aufbewahrungsschrank jedes Reinigungsprotokoll durchgelesen, um manuell zu schauen, ob eine Reinigung länger als 30 Tage her ist. Falls dies der Fall sein sollte, muss das Endoskop erneut gereinigt werden. Diese Prüfung wird ebenfalls analog in einer Liste am Aufbewahrungsschrank notiert.

Auch in Reparatur befindliche Endoskope werden analog erfasst. Dafür gibt es ein sogenanntes „Aus- und Eingangsbuch“, in das Schäden und die daraus folgenden Reparaturen erfasst werden. Eine Übersicht über gerade vorhandene Leihgeräte hängt in Zettelform an der Wand. Des Weiteren nutzt der leitende Pfleger eine Excel Tabelle, um den Überblick über Ereignisse, also Reparaturen und Reinigungen zu behalten.

## **1.6. Aktueller Stand der automatischen Erfassung der Waschmaschinenreinigung**

Die meisten handelsüblichen Endoskop Waschmaschinen drucken nach der Reinigung ein Reinigungsprotokoll, welches alle notwendigen Informationen hinsichtlich der Reinigung enthält. Darin steht, welches Endoskop, in welcher Waschmaschine, von welchem Nutzer, mit welchem Ergebnis, um welche Uhrzeit gereinigt wurde. [siehe Anlage B.1]

Allerdings hängt der Prozess davon ab, ob Software wie EndoClean oder ähnliche Konkurrenzprodukte in Krankenhäusern genutzt werden oder nicht. Diese Software lässt sich den „Ausdruck“ digital übermitteln, wertet diesen aus und speichert das Ergebnis der Reinigung in einer Datenbank. Da die Information digital vorhanden ist, kann sie verwendet werden, um den Reinigungszustand eines Endoskops in anderer Software, wie beispielsweise SonoWin, zu bestimmen. So weiß der Kunde, ob die Endoskope gereinigt sind. Wie unter [5] beschrieben, geschieht der Ausdruck im Uniklinikum Leipzig analog und wird dem Endoskop beigelegt. Dieser muss später per Hand von einem Menschen ausgewertet werden.



## 1.7. Von der Idee zum Produkt

Siehe [8]:

Im März 2019 wurden neue Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Sterilgutversorgung, der deutschen Gesellschaft für Krankenhaushygiene und des Arbeitskreises Instrumentenaufbereitung hinsichtlich der Reinigung von Endoskopen angekündigt (Siehe [16]). Diese wurden bei der Projektkonferenz der Firma MESO von den Servicemitarbeitern, Entwicklern und der Geschäftsführung besprochen. Hierbei wurde von einem Servicemitarbeiter angemerkt, dass kein Produkt existiert, welches die neuen Anforderungen unterstützt. Es könnte ein Marktvorteil erreicht werden, wenn diese Funktion in das Produkt „EndoClean“ integriert werden würde. Zu diesem Zeitpunkt wurden bereits erste Ideen, wie die Unterstützung von Workflows und die einfache Identifizierung von Endoskopen formuliert. Es wurde festgestellt, dass der Kontext, in welchem eine Reinigung im Realbetrieb stattfindet nicht 100% klar ist. Somit wurde beschlossen, dass eine Hospitation in Krankenhäusern zu erfolgen hat. Um ein Gefühl für den Arbeitsablauf zu bekommen, Mitarbeiter befragen zu können und auf Grundlage der gesammelten Informationen Anforderungen an das Produkt, beziehungsweise die Produkterweiterung, aufzustellen. Es wurden die zu klärenden Fragen festgelegt und dokumentiert. Etwas später kam es zur Hospitation im Uniklinikum Leipzig sowie dem St. Elisabeth Klinikum Leipzig. Siehe [5]. In beiden Einrichtungen beobachtete der Mitarbeiter den Lebenszyklus der Geräte, die Arbeitsweise der Mitarbeiter sowie wie die Dokumentation der Ergebnisse. Der Mitarbeiter erfasste diese Erkenntnisse in Bild und Schrift [5]. Die daraus ausgearbeiteten Nutzungsanforderungen wurden bei der Projektkonferenz im August 2019 vorgestellt. (Siehe [9]). Es wurde ein Datenbankentwurf vorgestellt und etwaige offene Fragen diskutiert. Dieser Datenbankentwurf ist unter [10] zu finden. Er ist allerdings nicht mehr relevant, da das Projekt anschließend für circa 1 Jahr auf Eis gelegt wurde, weil andere Tätigkeiten und Projekte wichtiger priorisiert wurden. Im Oktober 2020 wurde dieses Projekt wieder aufgegriffen (Siehe [11]). Es wurde Kundenfeedback erfragt und dann aufgrund dessen beschlossen nicht wie original geplant den EndoClean Client weiterzuentwickeln, sondern „eine kleine C#-App, die das gleiche macht“ [11] zu entwickeln. Entsprechend wurden neue Nutzungsanforderungen (Siehe [12]), eine Zweckbestimmung sowie bereits ein Variantenvergleich hinsichtlich der Sinnhaftigkeit einer Neuentwicklung in der Abwägung mit einer

Erweiterung des bestehenden Produkts auf Grundlage der Nutzungsanforderungen erstellt. Dabei kamen die Entwickler und die Geschäftsführung zu dem Schluss, dass eine Neuentwicklung zu erfolgen hat.

Nach dieser Entscheidung kam es anschließend zur Ausarbeitung eines UI-Konzepts (Siehe [13]), welches allerdings noch für die damals geplante Anforderung „Desktopanwendung“, konzeptioniert wurde. Auf dieses wird in einem späteren Kapitel nochmal genauer eingegangen. Dieser Entwurf wurde erst den Mitarbeitern von MESO und anschließend etwaigen Kunden präsentiert. Danach begann die Entwicklung.

Es wurde festgestellt, dass es zwar für einzelne Endoskophersteller oder Endoskoptypen spezialisierte Anwendungen gibt, welche eine ähnliche Aufgabe erfüllen, allerdings ist das geplante Produkt herstellerunabhängig und damit einzigartig am Markt. Es ist etwas nie da Gewesenes und somit potenziell ein Produkt, welches zu einer hohen Kundennachfrage führt.

## **2. Marktanalyse/Problemanalyse:**

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit den Problemen und Aufgaben, die sich durch Anforderungen von Kunden oder anderen Stakeholdern, wie der Geschäftsführung von MESO, ergeben. Außerdem werden Aspekte besprochen, die mit dem Einsatz solcher Software im medizinischen Umfeld einhergehen. Die hier besprochenen Anforderungen beziehen sich nur auf den zu entwickelnden Client.

### **2.1. Kundenanforderungen**

Der unter 1.5. besprochene Entwurf der Benutzerschnittstelle wurde potenziellen Kunden der ALB Fils Kliniken in Göppingen vorgestellt und deren Feedback erfasst. (Siehe 13). Außerdem wurden von der Geschäftsleitung noch weitere, potenziell zukünftige Kundenanforderungen definiert, welche gegebenenfalls mit in das Programm einfließen sollen. Alle Anforderungen entstammen Literaturverweis [13], falls nicht anders angegeben.

#### **2.1.1. Bedienbarkeit per Touch**

Während der Hospitation in den Leipziger Kliniken sowie des Gesprächs mit den Kunden aus Göppingen kam es auf, dass eine klassische Bedienbarkeit mit Maus und Tastatur für den Unreinraum, also den Raum in welchem die Endoskope vorgereinigt werden, nicht handlich ist, da die Mitarbeiter dort Schutzkleidung wie zum Beispiel Handschuhe tragen. Entsprechend wurde sich von den Mitarbeitern gewünscht, dass das Produkt eine alternative Eingabemethode haben soll. Es wurde sich auf eine Eingabe per Touch geeinigt. Diese Anforderung hatte maßgeblich Einfluss auf die Konzeption der Benutzeroberfläche, da die Eingabe mit einem Finger in keinem Fall so präzise und genau ist, wie eine vergleichbare Eingabe mit einer Maus. Entsprechend müssen die Abstände zwischen Elementen erhöht und deren Größe im Zweifel angepasst werden.

#### **2.1.2. Bedienbarkeit mithilfe RFID oder Barcodes**

Als weitere gewünschte Eingabemethode wurden RFID und/oder Barcodes genannt. Hierbei werden beide als eine Einheit behandelt, da die Eingabe in beiden Fällen als Zeichenkette am Client ankommt. Entsprechend wird im Folgenden RFID und oder Barcode als „RFID/Barcode“ zusammengefasst. In Krankenhäusern tragen die Mitarbeiter meist einen solchen mit sich, um sich an

verschiedenen Stellen einfach zu identifizieren und sich dadurch womöglich eine Passwordeingabe zu ersparen. Diese Möglichkeit der Identifikation wurde von den Kunden auch für den **EndoClean Workflow Client** als eine Alternative zur Anmeldung mit Nutzernamen und Passwort gewünscht.

Des Weiteren werden auch an Endoskopen RFID/Barcodes angebracht, um diese eindeutig zu identifizieren, was sonst über die Seriennummer geschieht. In Absprache mit den Kunden wurde sich darauf geeinigt, dass beide Anwendungsfälle im Client unterstützt werden. Der Nutzer kann sich mithilfe seines RFID/Barcodes einloggen und sein Endoskop scannen, um dies direkt aufzurufen. Hierfür wird es nötig sein, dass die beiden RFID/Barcode Bereiche getrennt sind und keine Überlappungen bilden. Damit kann man eindeutig bestimmen, welcher Barcode zu welchem Anwendungsfall gehört. Diese Bereiche sind in der Software einstellbar.

### **2.1.3. Eingabeminimierung am Gerät**

Aus den beiden vorherigen Anforderungen sowie dem Gespräch mit dem Kunden ergab sich, dass die Nutzung des Produktes mit möglichst wenigen Eingaben durchführbar sein muss; vor allem im Unreinraum. Entsprechend überlegten die Geschäftsführung und Entwicklung, wie diese umzusetzen sind.

Nach Fertigstellung der UI Konzeption wurde entschieden, dass der Nutzer nur noch mit einer Mausbedienung oder einer Toucheingabe den Schritt beenden kann, sofern er sich mit RFID/Barcode angemeldet hat. Natürlich nur gesetzt dem Fall, dass der eintragende Nutzer auch der durchführende Nutzer ist. Andernfalls sind zwei Eingaben zu tätigen. Dies wurde sich von den Kunden gewünscht, damit EndoClean Workflow einerseits einfach bedienbar und verständlich ist und andererseits auch keine deutliche Verlangsamung des Arbeitsablaufs für diese Mitarbeiter mit sich bringt.

#### **2.1.4. Konzept zur Bedienung des Standardablaufs per RFID/Barcode und Fußtaster**

Wie bereits im Kapitel zur Bedienbarkeit per Touch beschrieben tragen die Mitarbeiter in Unreinräumen Handschuhe. Dies erschwert ebenso die Möglichkeit der Bedienbarkeit eines Touchbildschirms, auch wenn es dies nicht unmöglich macht.



*Abbildung 1 - Doppel-Fußtaster RFDW [14]*

MESO überlegte eine weitere Methode der Bedienung anzubieten, welche die Nutzung in diesem Kontext vereinfachen soll (Siehe [15]). In Krankenhäusern ist es üblich, Geräte via Fußtaster wie diesen (Abbildung 1) zu bedienen. Dadurch müssen die Mitarbeiter nicht mit ihren, im Zweifel kontaminierten Händen, mit Geräten interagieren oder können diese alternativ zu anderen benutzen. Speziell für EndoClean-Workflow soll dies in Zusammenhang mit der Nutzung von RFID/Barcodes darin resultieren, dass der Nutzer für die Standardbedienung, also die Eintragung eines Reinigungsschritts, das Gerät oder den Touchscreen gar nicht berühren muss. Der Login und die Auswahl des Endoskops erfolgt über einen RFID/Barcode Scanner, an welchen der Mitarbeiter die entsprechenden Tags hält und anschließend kann er den Schritt durch die kombinierte Nutzung der beiden Fußschaltertasten abschließen. Hierbei ist von großer Bedeutung, dass diese Eingabemethode sowohl sicher als auch intuitiv sein muss. Die Nutzer müssen intuitiv in der Lage sein, die Bedingung der Software durchzuführen. Es darf keine Fehlbedienungen geben, die durch technische Fehler ausgelöst wurden.

#### **2.1.5. Reinigungsschritte anhand des Standortes des Client-PCs**

Da der normale Nutzungszyklus eines Endoskops in mehreren Räumen stattfindet, wurde von MESO noch eine potenzielle Kundenanforderung ausgemacht, damit bestimmte Arbeitsschritte nur in bestimmten Räumen angezeigt werden sollen. Es soll vermieden werden, dass nicht fälschlicherweise ein Schritt von einem Mitarbeiter eingetragen wird, welcher von ihm an diesem Ort nicht eingetragen werden darf.

Hierbei ist zu beachten, dass sich dies von Standort zu Standort, beispielsweise in mehreren Häusern ein und desselben Krankenhauses unterscheiden kann. Eine Zuweisung muss auf Basis des Workflows geschehen und es muss möglich sein mehr als einen Raum pro Schritt in diesem spezifischen Workflow zuzuweisen. Anders als bei den bisherigen Anforderungen wird für diesen Punkt nicht nur eine Anpassung des Clienten nötig sein. Auch das Datenmodell und die REST-API müssen dafür angepasst werden. Im entsprechenden Abschnitt des 4. Kapitels wird genauer darauf eingegangen, welche Änderungen dafür nötig waren.

### **2.1.6. Read-Only Modus für nicht angemeldete Benutzer**

Anders als bei den meisten Heimanwendern erfolgt die Autorisierung der Nutzer an einem Computer in einem Krankenhaus nicht beim Start des Betriebssystems, sondern beim Start des zu nutzenden Programms beziehungsweise während der Nutzung. Entsprechend können sich auch nicht autorisierte Nutzer Zugang zu dem Computersystem verschaffen und offene Daten einsehen. Die Standardlösung wäre hier, dass sich der angemeldete Nutzer nach Benutzung ausloggt und keine Informationen mehr auf dem Bildschirm angezeigt werden. Allerdings haben sich Kunden gewünscht, dass bei EndoClean-Workflow anders verfahren werden soll. Geplant ist ein Read-Only Modus, in welchem die Endoskopliste, deren nächster zu erfüllender Schritt sowie die Historie der Events der letzten 30 Tage einsehbar ist. Letztere soll, anders als für autorisierte Nutzer, nicht exportierbar sein. Alle Aktionen, welche den Status des Endoskops in irgendeiner Weise ändern, sollen nicht möglich sein. Dies muss dem Anwender optisch kommuniziert werden.

### **2.1.7. Funktion zur Anzeige vorgegebener Statistiken**

Da die bisherige direkte SQL-Abfrage nicht mehr unterstützt werden soll, muss der neue **EndoClean Workflow Client** auch eine Statistikfunktion beinhalten. Bisher war es dem Nutzer möglich, SQLite Abfragen direkt an die Datenbank zu stellen und sich dadurch die gewünschte Statistik ausgeben zu lassen. Aus mehreren Gründen wird dies nicht mehr möglich sein. Einerseits bietet dieser Weg eine einfache Angriffsfläche für ungewünschte Datenmanipulation und andererseits ist Teil des neuen Sicherheitskonzepts, dass der Datenbankzugriff nur über die in der REST-API vordefinierten Endpunkte erlaubt sein soll. Einen

Endpunkt zu erstellen, welcher eine Abfrage annimmt und die entsprechende Tabelle oder Zeilen zurückgibt wäre mit diesem Konzept nicht vereinbar.

Die in [17] vereinbarte Lösung beinhaltet, dass der Nutzer nur vorgegebene Statistiken abrufen kann, welche sich aus den bis dato Meistbenutzten zusammensetzen. Auch hierfür sind Änderungen an der REST-API nötig. Die entsprechenden Endpunkte zum Abruf dieser Statistiken müssen bereitgestellt werden.

## **2.2. Sicherheit der Patienten- und Reinigungsdaten**

Die Reinigungs- und Nutzungsdaten sowie die darin enthaltenen Patienteninformationen müssen für mindestens 10 Jahre gespeichert werden und jede Änderung dieser Daten muss nachvollziehbar sein. Deswegen soll die Datenbankdatei verschlüsselt werden, um einen Zugriff, welcher nicht über die API erfolgt, zu verhindern. Sei es vom Support oder durch den Anwender selbst. Damit kann sichergestellt werden, dass jede Anfrage, und im speziellen Fall des **EndoClean Workflow Clients**, auch wer diese Anfrage durchgeführt hat, erfasst wird. Außerdem ist es nicht möglich Daten, die in anderen Tabellen als Fremdschlüssel genutzt wurden zu löschen. Damit kann sichergestellt werden, dass die entsprechenden Verweise erhalten bleiben. Ein Beispiel wäre hierfür, dass kein Nutzer gelöscht werden kann, welcher eine Reinigung durchgeführt hat. (Siehe [18] oder Anhang A.1 für das Datenbankmodell)

Es gibt für den Support einen Weg die Datenbank zu entschlüsseln, ohne die API zu nutzen. Dieser ist allerdings nur als letzte Option angedacht, um zu verhindern, dass eine Datenbank durch einen Programmfehler komplett unbrauchbar wird. Das zur Entschlüsselung benötigte Passwort wird nicht an Kunden weitergegeben.

Eine weitere Maßnahme, um die Daten zu schützen ist, nicht zu erlauben, Einträge der Tabelle „Event“ zu löschen, da dies den Status des Endoskops beeinflussen würde.

## **2.3. Nachverfolgbarkeit der getätigten Eingaben**

Wie bereits in den vorherigen Abschnitten erwähnt ist es von äußerster Wichtigkeit, dass nachvollziehbar ist, welche Eingaben von welchem Nutzer getätigt wurden. In der REST-API benötigt jeder Nutzer ein Token damit er seine Anfragen durchführen kann, die er sich durch eine Authentifizierung mit Nutzernamen und Passwort oder einem RFID/Barcode holt. Somit kann die REST-API auch bei

jeder Anfrage genau bestimmen, welcher Nutzer oder welche Applikation die Anfrage durchführt. Dies wird zusammen mit dem Inhalt der Anfrage dauerhaft in einer Log Datei mit Zeitstempel auf dem Server gespeichert. Diese Datei ist nur für Personen mit direktem Zugriff auf das Dateisystem des Servers, also in der Regel nur die IT-Administratoren des Krankenhauses, einsehbar. Damit wird verhindert, dass unbefugte Personen die dort enthaltenen Daten einsehen können.

## **2.4. Herausforderungen durch Anwendung einer Server-Clientstruktur**

Durch die Kundenanforderungen wurde klar geworden, dass das System mehrere, gleichzeitig laufende Clients unterstützen muss. Dies eröffnet neue Probleme hinsichtlich der Aktualität von Daten und der Kommunikation zwischen dem Systemkomponenten. Außerdem ist zu klären, inwiefern neue Softwareversionen an diesen Client ausgeliefert werden und wie dieser aufgerufen werden kann.

### **2.4.1. Synchronisierung zwischen mehreren Clients**

Für einen reibungslosen Arbeitsablauf ist es wichtig, dass die Daten automatisch zwischen den Clients synchronisiert werden. So kann sichergestellt werden, dass die Mitarbeiter einen Überblick behalten, wo sich welches Endoskop befindet. Sie sehen jedes Endoskop und den damit verbundenen Arbeitsaufwand, der in naher Zukunft auf sie zukommt. Die Problemstellung liegt hier daran, dass die Clients nicht untereinander kommunizieren. Es wird einzig eine Verbindung mit der REST-API aufgebaut. Mögliche Lösungsansätze wären:

- Eine dauerhaft offene Verbindung zwischen dem Client und der API beziehungsweise dem dahinterliegenden Server aufrecht zu erhalten, um bei einer Änderung der Daten den Client zu informieren, damit dieser die API neu anfragt.
- Der Client fragt die API intervallbasiert nach den sich ändernden Daten.

Letzteres scheint einfacherer umzusetzen, da hierfür nicht extra Websockets entwickelt und implementiert werden müssen. Eine dauerhafte Verbindung in nicht immer stabil laufender Krankenhaus IT-Infrastruktur ist nicht zu empfehlen.



## **2.4.2. Aktualität der Daten**

Entsprechend 2.4.1. gilt es zu klären, wie aktuell diese Daten und damit wie kurz das Abfrageintervall sein muss. Zu beachten gilt, dass dieses Intervall im Minimum die Länge der Abfrage plus einen Zeitraum X, den Overhead und die Verzögerung des Netzwerks, zu betragen hat. Das Standardintervall beträgt 30 Sekunden.

Somit wurde sichergestellt, dass auch bei einer exorbitanten Menge an Endoskopen die Antwort auf die Anfrage in einem nicht gut ausgerüsteten Netzwerk pünktlich ankommt. Dabei ist zu beachten, dass jedes weitere Endoskop, welches im System ist, die Dauer der Anfrage um einen minimalen Teil verlängert. Da einzig die Liste der Endoskope und deren aktuell zu erledigender Schritt repetitiv abgefragt werden, könnte dieses Intervall in Zukunft auch für kleinere Krankenhäuser oder Praxen einstellbar gemacht werden. Das würde die Aktualität dieser Liste erhöhen, ohne zu riskieren, dass Daten nicht rechtzeitig ankommen.

## **2.4.3. Bereitstellung und Aufruf der Software**

Die nächsten offenen Fragen beschäftigen sich damit, wie die Software an den Kunden ausgeliefert werden soll, wie er diese aufrufen kann und wie die Clients aktuell gehalten werden können.

### **2.4.3.1 Updatekonzept**

Software muss aktuell gehalten werden, vor allem in kritischen Systemen wie in einem Krankenhaus. Entsprechend wichtig ist es, dass es ein sinnvolles Konzept gibt, alle Clients in ein und demselben Netzwerk auf dieselbe Version zu bringen. In der meisten Nutzersoftware passiert dies durch eine Anfrage an einen zentralen Server über das Internet. Bei einer Client-Server Struktur wie bei EndoClean würde also der Server einen anderen Server anfragen, ob es eine neue Version gibt und dann sich selbst aktualisieren. Die Clients fragen dann beim Start den Server an, ob es eine neue Version gibt und aktualisieren sich bei einer positiven Antwort. In Krankenhäusern haben die IT-Systeme aus Sicherheitsgründen meist keinen Zugang zum Internet. Somit entfällt hier der erste Schritt. Dieser muss von einem Supportmitarbeiter oder IT-Administrator händisch, zum Beispiel durch ein Austauschen der Anwendungsdatei, durchgeführt werden.

Sollte es sich bei EndoClean Workflow um eine Webanwendung handeln, wäre eine Aktualisierung des Clients nicht notwendig, da der Server immer die für ihn aktuelle Version ausliefert.

#### **2.4.3.2. Aufruf der Software durch den Kunden**

Der Aufruf der Software für den Kunden soll so einfach und verständlich die möglich erfolgen, weil einige Mitarbeiter in Krankenhäusern wenig Erfahrung im Umgang mit Computern haben können. Auch hier ist wieder zwischen dem Aufruf eines Desktopclients oder eines Webclients zu unterscheiden. Die einfachste Variante wäre, eine Verknüpfung für die Applikation oder die URL auf dem Desktop zu erstellen.

#### **2.4.3.3. Vorkonfiguration durch MESO Support**

Man sollte dem Endnutzer allerdings auch die Konfiguration abnehmen und diese zentral für alle Clients vornehmen lassen. Im Falle dieser speziellen Software wird die Einrichtung und Vorkonfiguration vom MESO Support vorgenommen. Es gilt zu klären, wie der Einrichtungs- und Vorkonfigurationsvorgang so einfach wie möglich zu gestalten ist und wie gleichzeitig eine möglichst hohe Flexibilität für Konfigurationsmöglichkeiten erreicht werden kann.

Das größte Problem hierbei liegt bei der Frage „Welche IP und welchen Port hat der Server?“, da die restliche Konfiguration, sobald diese bekannt ist einfach von diesem abgefragt werden kann. Auch hier gilt es eine Webapplikation von einem Desktopclient zu unterscheiden. Die Webverknüpfung zeigt bereits auf die URL des Servers, beispielsweise 192.168.0.1, dort kann sie dann über eine simple GET-Anfrage die restliche Konfiguration über den Standard HTTP Port 8080 abrufen. Bei einem Desktopclient muss diese IP und der Port irgendwie einmalig konfiguriert werden und lokal abgespeichert werden. Ein einfacherer Weg wäre, dem Server und der REST API einen festen Domainnamen zuzuweisen damit keine extra Konfiguration vorgenommen werden muss. Dies umzusetzen wird in vielen Krankenhäusern nicht möglich sein, da diese dafür in ihrem DNS einen neuen Eintrag erstellen müssten und dies nur ungern vornehmen.

### 3. Ausgangssituation des EndoClean Systems

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit dem Stand des EndoClean Systems der Firma MESO, welches so bis heute an den Kunden ausgeliefert wird. Es umfasst die Erfassung der Endoskopnutzung und Reinigung. Ab November 2020 erfolgte die Neuentwicklung des **EndoClean Workflow Systems**. In diesem Kapitel wird außerdem auf den „Soll“-Zustand des Systems nach Vollendung der Entwicklung eingegangen.

#### 3.1. IST-Zustand des EndoClean Systems

Die Software EndoClean wurde bisher genutzt, um die Waschmaschinenreinigung sowie die Nutzung in einer Untersuchung zu erfassen und für Untersuchungen eine Liste mit nutzbaren, also gereinigten, Endoskopen zu liefern. In diesem Abschnitt wird auf den „IST-Stand“ genauer eingegangen.

##### 3.1.1. Systemaufbau bisher

Das bisherige EndoClean System besteht aus drei Komponenten. Diese sind die bisherige Datenbank; EndoClean Server und das EndoClean Modul.

Die letzten zwei werden in eigenen Abschnitten behandelt. Auf die Datenbank wird nicht gesondert eingegangen, da sie keine speziellen Eigenschaften hat und der Aufbau unter [18] ersichtlich ist. Hervorzuheben ist, dass diese eine unverschlüsselte SQLite Datenbank ist, welche mit jedem beliebigen Datenbanktool geöffnet und verändert werden kann. Das EndoClean System nutzt eine Server-Client Struktur zur Kommunikation zwischen den einzelnen Programmteilen.

#### Ist-Zustand

Der EndoClean Server speichert Protokolle in der DB und bietet Drittsoftware uneingeschränkten Zugriff auf die DB an.

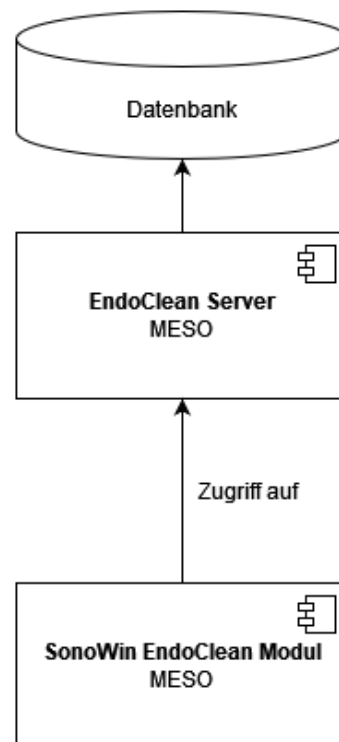


Abbildung 2 - EndoClean System Ist-Zustand

Das EndoClean Modul kommuniziert über bestimmte Kommandos (siehe [20]) mit dem EndoClean Server, um SQL-Anfragen von diesem ausführen zu lassen und die daraus resultierende Antwort zurückzuerhalten. Es findet keine Prüfung der Anfrage statt. Einzig eine Prüfsumme wird ausgewertet, um zu überprüfen, ob die erhaltende Anfrage auch die ist, welche gesendet wurde.

### 3.1.2. EndoClean Server

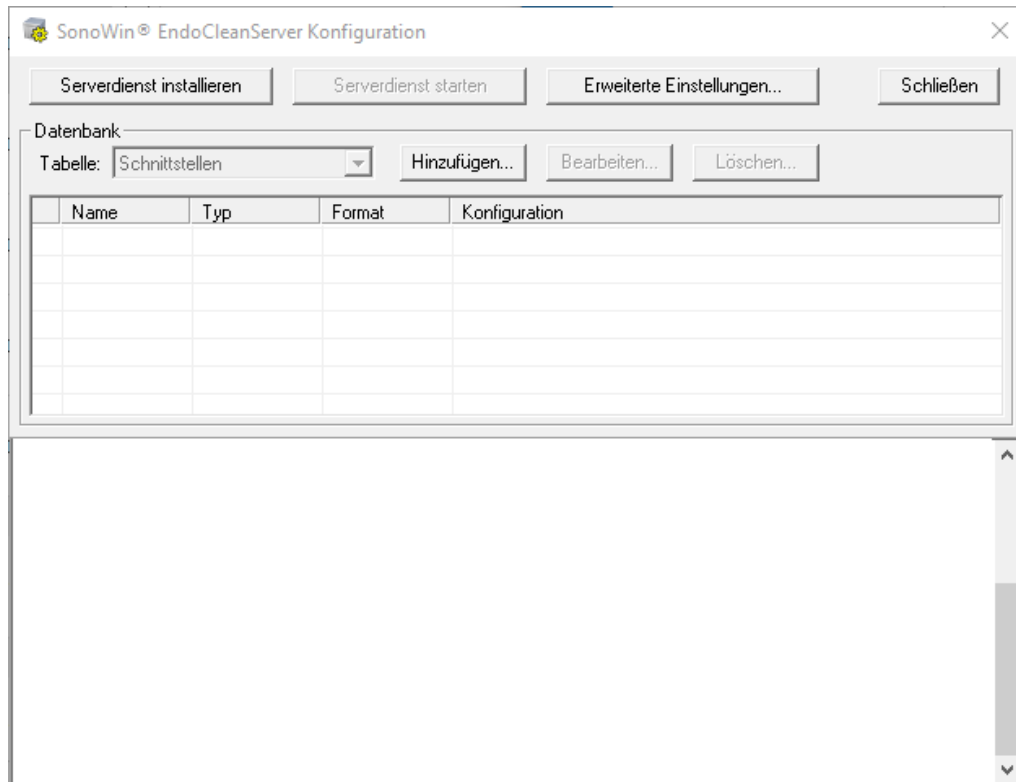
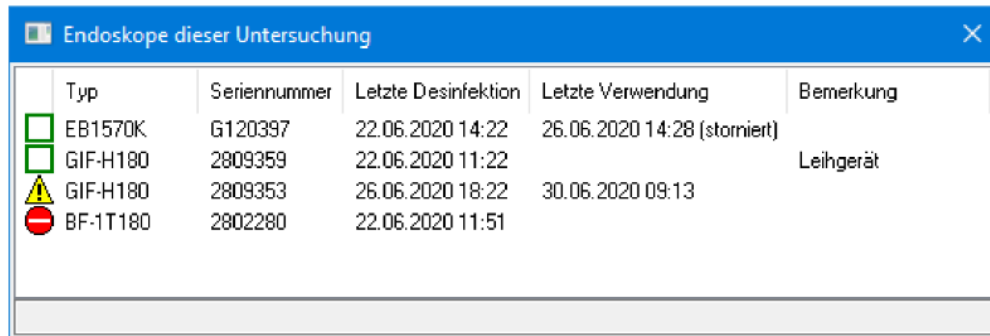


Abbildung 3 – EndoClean Server [21]

Der EndoClean Server ist das Herzstück des bisherigen EndoClean Systems. Über ihn läuft die gesamte systeminterne Kommunikation zwischen den Clients und der Datenbank. Außerdem dient er als Schnittstelle zwischen Waschmaschinen und dem EndoClean System, da dieser die Waschmaschinenprotokolle empfängt und so interpretiert, dass er die dort enthaltenen Daten in die entsprechenden Tabellen speichern kann. Eine Herausforderung dabei ist, dass es mehrere verschiedene Hersteller von Waschmaschinen gibt, die unterschiedliche Arten und Strukturen von Protokollen nutzen. Die Protokolle werden waschmaschinenspezifisch ausgewertet und enthalten im Zweifel nicht alle notwendigen Informationen. Der EndoClean Server dient auch zur Konfiguration von Endoskopen, Benutzern und Waschmaschinen sowie deren Schnittstellen.

### 3.1.3. EndoClean Plugin



	Typ	Seriennummer	Letzte Desinfektion	Letzte Verwendung	Bemerkung
<input type="checkbox"/>	EB1570K	G120397	22.06.2020 14:22	26.06.2020 14:28 (storniert)	
<input type="checkbox"/>	GIF-H180	2809359	22.06.2020 11:22		Leihgerät
<input type="checkbox"/>	GIF-H180	2809353	26.06.2020 18:22	30.06.2020 09:13	
<input type="checkbox"/>	BF-1T180	2802280	22.06.2020 11:51		

Abbildung 4 – EndoClean Plugin – Endoskopübersicht [21]

EndoClean integriert sich über das EndoClean Plugin in die Archivierungs- und Befundungssoftware SonoWin. Es wird genutzt, um für eine Untersuchung nutzbare Endoskope anzuzeigen. Diese Informationen holt es sich direkt vom EndoClean Server. Sobald ein Endoskop in der Untersuchung verwendet wird, sendet das Plugin diese Nutzung an den EndoClean Server, welcher diese dann in der Datenbank speichert. Auch kann hier eine Liste der letzten Reinigungen und Nutzungen betrachtet werden sowie einige Endoskopdaten bearbeitet werden.

### 3.2. Stand des EndoClean Workflow Projekts vor der Entwicklung des Clients

EndoClean Workflow umfasst die Gesamtheit aller Programmteile, welche benötigt werden, um die Konfiguration, Nutzung und Speicherung der manuellen Vorreinigung und Endkontrolle innerhalb des EndoClean Systems zu ermöglichen. Diese sind die REST-API, die neue Datenbank und der **EndoClean Workflow Client**. Dieser ist Inhalt der Bachelorarbeit. Des Weiteren erläutert dieses Kapitel den Systemaufbau des EndoClean Systems sowie die Rolle der einzelnen Systemkomponenten in diesem. Es wird auch konkreter auf die bereits implementierten beziehungsweise die noch zu implementierenden Schnittstellen eingegangen.

### 3.2.1. SOLL-Zustand des EndoClean Systems

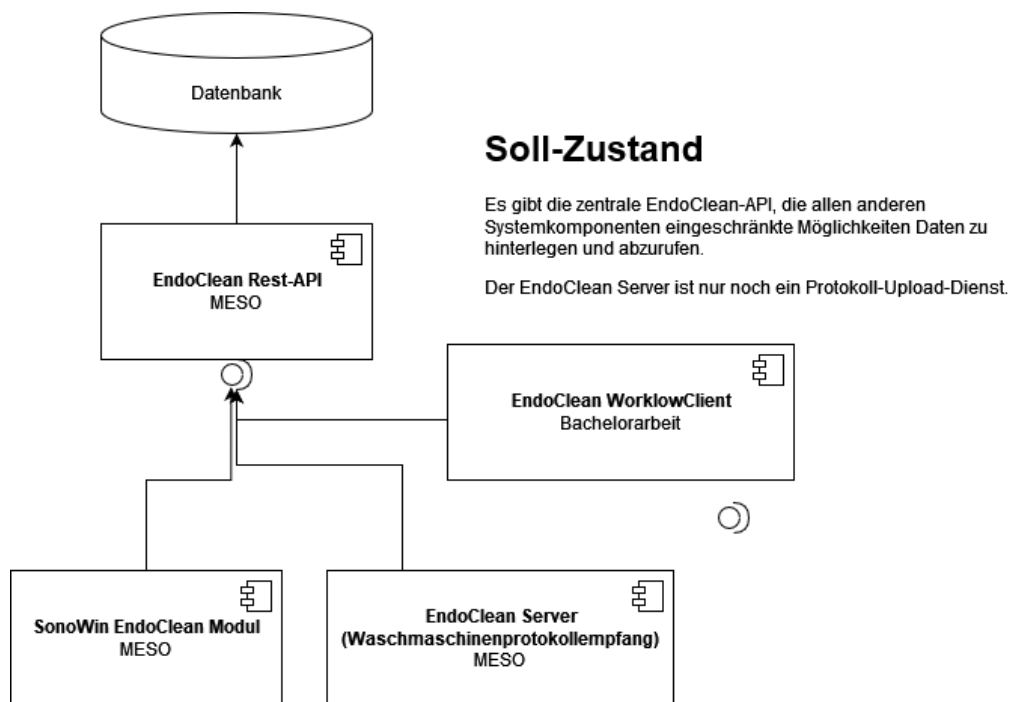


Abbildung 5 – EndoClean System Soll-Zustand

Wie in Abbildung 5 ersichtlich, unterscheidet sich der Soll-Zustand des EndoClean Systems maßgeblich von dem Bisherigen. Der EndoClean Server ist nun nicht mehr der zentrale Bestandteil. Er wurde von der EndoClean API, einer REST-API ersetzt, welche die einzige Schnittstelle der anderen Programmteile zur Datenbank ist, welche eine neue Struktur erhalten hat. Die einzelnen Teile des neuen Systems werden im folgenden Abschnitt genauer erklärt.

### 3.2.2. Systemkomponenten

Das EndoClean System besteht in seiner Gesamtheit aus fünf Komponenten, wobei der EndoClean Workflow Part, also die REST-API, die Datenbank und der Client auch ohne den EndoClean Server und das EndoClean Plugin funktionieren. Andersherum ist dies allerdings nicht gegeben. Die einzelnen Komponenten wurden von verschiedenen Personen entwickelt beziehungsweise angepasst, um mit dem neuen Aufbau zu funktionieren.

#### 3.2.2.1. REST-API

Die REST-API, welche als „EndoClean API“ in der Systemaufbauübersicht gelistet ist, ist der zentrale Punkt des gesamten EndoClean Systems und nimmt damit die Rolle ein, welcher der EndoClean Server im alten System hatte. Einzig die

REST-API hat Zugriff auf die Datenbank. Alle anderen Komponenten müssen mit der API sprechen, um indirekt lesend oder schreibend auf die Datenbank zuzugreifen. Grundlegend unterstützt die API pro Datenbanktabelle die folgenden fünf Operationen: POST (Anlegen eines neuen Datensatzes), PATCH (Ändern eines vorhandenen Datensatzes), DELETE (Löschen eines vorhandenen Datensatzes) sowie zweimal GET (einen bestimmten Datensatz oder alle Datensätze dieser Tabelle abfragen). Hierzu gibt es einige Ausnahmen. Änderungen oder die Löschung von Eintragungen in der „Event“ Tabelle sind nicht möglich. Außerdem ist es nicht möglich Einträge in einer Tabelle zu löschen, wenn dieser Eintrag in einer anderen Tabelle referenziert wird. Des Weiteren gibt es gesonderte Endpunkte, um beispielsweise die Konfiguration zu bearbeiten oder den aktuellen Lizenzstatus abzufragen. Im Detail sind diese unter [22] mitsamt ihren Parametern und möglichen Antworten aufgelistet.

Um zu gewährleisten, dass die REST-API nicht von Unbefugten genutzt wird, verwendet diese ein Token System. Nutzer müssen sich von einem Login Endpunkt einen Token beschaffen, welches sie dann bei allen Anfragen angeben müssen, um nachzuweisen, dass sie die benötigten Rechte besitzen, um diese Informationen anzufordern oder zu ändern. Alle Systemkomponenten besitzen ihrerseits ein festes Applikation Token, um diese zu identifizieren und ihnen Zugang auf die Endpunkte zu gewähren.

Ein Token hat eine bestimmte Lebenszeit. Nach fünf Minuten der Inaktivität wird dies automatisch ungültig, um zu verhindern, dass es für unautorisierte Aktionen von Dritten genutzt wird, die unrechtmäßig an dieses gelangt sind. Jede Anfrage mit diesem Token verlängert die Lebenszeit auf genau fünf Minuten seit der Anfrage. Ein Token kann also in der Theorie eine unbegrenzte Lebenszeit haben. Der Login zum Erhalt eines Tokens ist für Nutzer mit einem RFID/Barcode oder der Kombination aus einem Nutzernamen und Passwort möglich.

Die Konfiguration der API erfolgt über gesonderte Endpunkte oder die Einstellungsdatei. Dort kann man beispielsweise die Lizenz, das Loglevel oder den Pfad der Datenbank festlegen. Eine Auflistung aller Konfigurationseinträge befindet sich in [23].

### 3.2.2.2. Datenbank

Die EndoClean Datenbank speichert die konfigurierten Daten von Endoskopen, Waschmaschinen und Workflows sowie die Ergebnisse der durchgeführten Schritte. Der Aufbau der Datenbank ist in [18] oder Anhang A.1 visuell ersichtlich. Im Grunde kann der Aufbau dieser Datenbank in zwei Teile geteilt werden. Einmal die Events sowie die Tabellen, auf welche die Event Tabelle verweist und die Konfiguration des Workflows in der Tabelle StepWorkflow, welche letztendlich Endoskopen eine Abfolge von Schritten zuweist. Jedes Endoskop hat einen zugewiesenen Endoskoptyp. Entsprechend können mehrere Endoskope dem gleichen Endoskoptyp zugewiesen werden. Mehrere Typen werden dann einer Endoskopgruppe zugewiesen, da diese sich in ihren Eigenschaften, vor allem hinsichtlich der Reinigung ähnlich oder gar gleich verhalten. Jeder Endoskopgruppe wird dann ein Workflow zugewiesen, der beschreibt, wie Endoskope dieser Gruppe zu reinigen sind.

Die Konfiguration der Workflows erfolgt, indem man diesem Workflow Schritte zuweist. Die Schritte, deren Reihenfolge und ob diese überspringbar sein sollen werden in der Tabelle „StepWorkflow“ definiert. Zwischen den Workflows und den Schritten wird eine N zu N Relation aufgebaut.

Ein Event dient als dauerhafte Aufzeichnung eines durchgeführten Schrittes und dessen Ergebnisses. Es enthält Verweise auf die relevanten Informationen. Genau genommen, wer dieses Event erfasst hat, wer den Schritt durchgeführt hat; welcher Schritt, an welchem Endoskop und wann durchgeführt wurde sowie ob ein Fehler bei diesem Schritt aufgetreten ist. Bei einigen Schritten, wie der Waschmaschinenreinigung, der Trocknung in einem Trockenschrank sowie der Nutzung werden weitere Informationen ausgefüllt. Beispielsweise einen Verweis auf die Waschmaschine, das erstellte Protokoll oder die Daten des Patienten. Das zeitlich jeweils letzte Event setzt den Status des Endoskops. Hierbei sind zwei Werte in einem Event relevant. Der durchgeführte Schritt sowie der Wert des Feldes „ErrorOccured“. Sollte Letzteres 0 sein wird der Status genutzt, welcher der Schritt setzt. Sonst wird der Status anhand ErrorOccured gesetzt. Siehe [18] für eine Auflistung.



### **3.2.2.3. EndoClean Server und EndoClean Plugin**

Diese beiden Programmteile werden aus dem alten EndoClean System in das neue übernommen. Das EndoClean Plugin behält im Grunde seine Funktionalität; außer dass es seine Daten jetzt von der REST-API und nicht mehr vom EndoClean Server abfragt.

Der EndoClean Server hingegen wird grundlegend geändert. Ihm wird der direkte Zugriff auf die Datenbank entzogen. Auch er kommuniziert nun mit der REST-API, um sich die benötigten Daten aus der Datenbank zu holen und in ihr zu speichern. Er empfängt allerdings weiterhin die Protokolle der Waschmaschinen und leitet diese an die API weiter.

### **3.2.2.4. EndoClean Workflow Client**

Eine weitere große Änderung im Systemaufbau im Vergleich zum „IST-Zustand“ findet sich im Bereich der Clients. D wird um einige seiner Features, wie beispielsweise der Möglichkeit SQL-Queries einzugeben, erleichtert und dient im Grunde nur noch dazu, das Log des EndoClean Server zu betrachten.

Neu ist der EndoClean Workflow Client. Dieser dient zur Konfiguration von Workflows und anderer benötigter Eintragungen für die manuelle Vorreinigung und Endkontrolle von Endoskopen. Außerdem bietet er eine Möglichkeit diese Erfassung auch vorzunehmen. Das wird im Kapitel 4 genauer beschrieben.

## **3.2.3. Schnittstellen**

Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit den Schnittstellen zwischen den einzelnen Systemkomponenten. Diese dienen zur Kommunikation und zur Erfassung bestimmter Eingaben im Falle des RFID/Barcode Readers.

### **3.2.3.1. REST**

Die gesamte Kommunikation zwischen den einzelnen Systemkomponenten, ausgenommen der Datenbank, geschieht über REST, welches die Kurzform von „Representational State Transfer“ steht. Es beschreibt einen Architekturansatz „*wie verteilte Systeme miteinander kommunizieren können.*“ [24], genauer genommen stellt ein Server Endpunkte bereit, welche von Clients angefragt werden können und dadurch werden Ressourcen auf dem Server verändert, gelesen, erschaffen oder gelöscht.

Die Implementierung erfolgt im EndoClean System über „*standardisierte Verfahren wie HTTP/S, URI [und] JSON [...]*“ [24]. Speziell wurde der Server und damit auch die API in der Programmiersprache GO entwickelt und dient zur Kommunikation zwischen dem Server und den einzelnen Clients, damit diese so indirekt über die Endpunkte die Datenbank bearbeiten können.

### **3.2.3.2. SQLite**

Die EndoClean Datenbank ist eine verschlüsselte SQLite Datenbank. Die Verschlüsselung wurde mit SQLCipher (siehe [25]) vorgenommen, um einen Zugriff durch Dritte zu verhindern, um so die Integrität der Daten sicherzustellen.

Die API greift über SQLite Abfragen auf die Datenbank zu und bearbeitet oder liest die dort enthaltenen Daten je nach aufgerufenem Endpunkt. Diese Zugriffe werden geloggt.

### **3.2.3.3. RFID/Barcode Reader**

Durch die Anforderungen der Kunden ergibt sich, dass eine Eingabe durch einen RFID Scanner und einen Barcode Reader unterstützt werden soll. Entsprechend muss es im Client möglich sein, diese Eingabeform für bestimmte Aufgaben zu nutzen. Es wurde sich mit den Kunden und der Geschäftsführung darauf geeinigt, dass der Login und die Auswahl eines Endoskops durch diese Eingabemethode erfolgen soll. Glücklicherweise ergab die Recherche, dass beide Eingaben als Tastatureingaben von den möglichen Betriebssystemen gehandhabt werden. Somit können beide programmatisch gleich implementiert werden, indem auf die Verzögerung zwischen den einzelnen Eingabezeichen geachtet wird. Dadurch kann registriert werden, dass gerade eine Eingabe durch ein automatisches Gerät stattfindet. Als letztes Zeichen sendet das Gerät ein Stopp-Zeichen, das in der Regel als „Enter“ durch die Betriebssysteme interpretiert wird.

Somit muss im Client nur dauerhaft eine Funktion auf die Eingabe von Zeichen hören und sobald die Bedingungen erfüllt sind, ein Event auslösen. Hierbei ist auch relevant, dass zu unterscheiden gilt, welche Art von RFID/Barcode eingegeben wurde. Speziell gilt es, zwischen RFID/Barcodes für den Login eines Nutzers und RFID/Barcodes, welche einem Endoskop zugeordnet sind zu unterscheiden. Dies kann durch einen alphanumerischen Zeichenvergleich mit der Ober- und Untergrenze des jeweiligen Bereiches erfolgen. Diese Bereiche werden genau so wie die Verzögerung zwischen den eingegebenen Zeichen konfigurierbar sein,

um sie an die verschiedenen, im Zweifel bereits in Krankenhäusern existierenden, RFID/Barcode Reader und entsprechenden existierenden zugeteilten RFID/Barcodes anzupassen.

## **4. Problemlösung – Entwicklung des EndoClean Workflow Clients**

Nachdem in den letzten beiden Kapiteln die Ausgangsvoraussetzungen sowie die Anforderungen geklärt wurden, geht dieses Kapitel auf die tatsächliche Umsetzung ein. Es wird geklärt, welches Produkt entwickelt wurde, wie es funktioniert und falls nötig auch, warum sich genau für diese Lösung entschieden wurde. Dabei befasst sich dieses Kapitel nicht nur mit der Entwicklung des EndoClean Workflow Clients. Es wird am Ende ebenfalls nochmal auf weitere notwendige Anpassungen der anderen Systemkomponenten eingegangen, welche sich durch die Entwicklung des Clients ergeben haben.

### **4.1. UI-Konzeption**

Zu Beginn des Projektes galt es zu klären, wie die Software aussehen soll, welche Funktionen sie unterstützen soll und auch für welche Plattform entwickelt werden soll. Entsprechend wurde eine grobe UI-Konzeption erstellt, um diese mit den Kunden zu besprechen und notwendiges Feedback einzuholen. Die Konzeption, Entscheidungen zu dieser Konzeption, sowie die daraus resultierenden Folgen werden in den nachfolgenden Punkten besprochen. Die aktuelle Version des UI-Konzeptes ist komplett unter [13] zu finden. Ausschnittweise wird diese in Kapitel 4 als Abbildungen enthalten sein.

#### **4.1.1. Vergleich Web versus Desktop**

Da MESO zu großen Teilen Software für Desktopsysteme entwickelt, wurde der Originalentwurf auch als Desktopclient konzipiert. Hierbei wurde eine Entwicklung mit WinUI 3, siehe [26], in der Programmiersprache C# angestrebt. Während der Konzeptionsphase wurde bereits unter den Entwicklern der Firma MESO diskutiert, ob eine Entwicklung als Webanwendung nicht sinnvoller wäre. Als Begründung wurde der geplante Einsatzort der Software genannt. In Unreinräumen ist es nicht gegeben, dass ein Desktopcomputer mit Maus und Tastatur vorhanden ist. Allerdings wurde hier vorerst auf das Feedback der Kunden gewartet. Diese haben in [13] die Vermutung bestätigt, allerdings auch Workarounds vorgestellt, dass EndoClean trotzdem ein Desktopprogramm hätte werden können. Da es in Krankenhäusern üblich ist, dass Webanwendungen genutzt werden und das Projekt noch in einer Phase war, in dem dies einfach geändert werden konnte, wurde sich nach einem Meeting der Entwickler und der Geschäftsführung von MESO

dafür entschieden, dass der Client eine Webanwendung werden wird. Dies hat einerseits Vorteile, wie unter 2.4.3 beschrieben, allerdings bringt dies auch Nachteile mit sich. So ist es einer Webanwendung in der Regel nicht erlaubt, direkt auf das Dateisystem des Client Computers zuzugreifen. Entsprechend kann auch nichts persistent beim Client gespeichert werden. Genauer gesagt wurde sich für eine Single-Page-Applikation entschieden. Also *„eine Webanwendung oder Website, deren Content nur einmal geladen und dann dynamisch „aktualisiert“ wird.“* [27] Dies wurde gemacht, um die Notwendigkeit der Navigation im Webbrowser zu unterbinden, da diese zwischen URL-Wechseln zu Problemen mit zur Laufzeit gespeicherten Daten hervorrufen können.

#### **4.1.2. Änderungen am UI-Konzept - Anpassung an WebUI und Touch-eingabe**

Die Anpassung des Zieleinsatzzweckes und die dadurch einhergehende Änderung der Haupteingabemethode von Maus und Tastaturbedingung zu Touchbedienung machten einige Änderungen am UI-Konzept nötig.

Einerseits musste geprüft werden, ob die erdachten Funktionen mit den Elementen aus der WinUI 3 Bibliothek auch im Web und einer entsprechenden UI-Bibliothek möglich sind. Hierbei wurde im Konsens beschlossen, dass sich der Client optisch an der von Google entworfenen Material Designsprache [28] orientieren soll und die darin enthaltenen Elemente verwenden soll. Hierbei ist allerdings anzumerken, dass zum Stand der Konzeption die aktuell neuste Version Material Design 3 noch nicht veröffentlicht war und somit die Konzeption und letztendlich die Entwicklung mit Material Design 2 durchgeführt wurde. Nachdem dies erledigt und verifiziert war, wurde überlegt, wie die Software optisch und funktionell umgestaltet werden musste, damit diese nicht nur auf mehreren Betriebssystemen, sondern auch mit mehreren verschiedenen Eingabemöglichkeiten bedienbar wird.

Eine der durchgeführten Änderungen ist, dass Schaltflächen und Abstände zwischen ihnen vergrößert wurden, da die Eingabe mit Touch in der Regel nicht so präzise ist im Vergleich zu anderen Eingabemethoden.

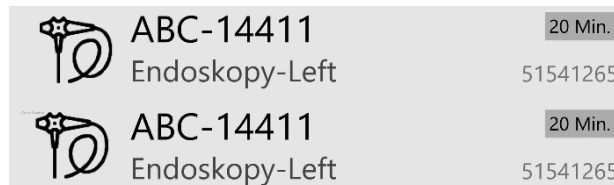


Abbildung 6 - Beispiel UI vor Anpassung an Web [13]  
Original verändert, um den Unterschied zu verdeutlichen

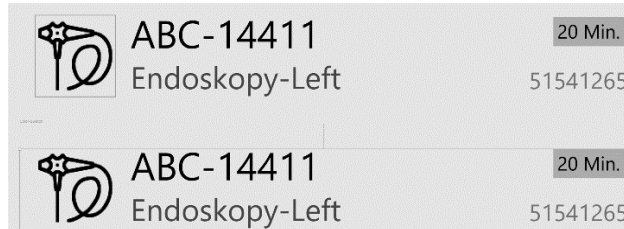


Abbildung 7 - Beispiel UI nach Anpassung an Web [13]

In Abbildung 6 und 7 wird verdeutlicht, dass Abstand zwischen den beiden Listenelementen erhöht wurde. Damit ist es für den Nutzer einfacher, ein Element auszuwählen, ohne aus Versehen einen falschen Eintrag anzuklicken. Auch auf original geplante Tastenkombinationen zum Auslösen bestimmter Funktionen, wie beispielsweise das auf defekt Setzen des Endoskops, wurde mit dem für Web konzeptionierten Entwurf verzichtet. Es gibt kein geeignetes Equivalent zu diesen Tastenkombinationen mit Toucheingaben, welche von mehreren oder gar allen potentiell eingesetzten Betriebssystemen unterstützt werden. Die von Android oder IOS bekannten Gesten, welche hierfür geeignet gewesen wären, werden so nicht unter Linux oder Windows, welche auch per Touch bedienbar sein müssen, unterstützt. Selbst in den einzelnen Versionen der mobilen Betriebssystemen unterscheiden sich diese massiv. Außerdem wurden einige rein optische Änderungen notwendig, da Material einige Elemente nicht 1:1 unterstützte, welche in WinUI 3 enthalten sind. Diese wurden durch ein oder mehrere Elemente, welche die selbe oder ähnliche Funktionen haben ersetzt. Es wurden aufgrund dieser Änderung der Bibliothek keine Funktionen des Programms entfernt.

#### 4.2. Variantenvergleiche – Programmiersprachen und Features

Nachdem die Entscheidung für eine Webapplikation gefallen war, begann die Entwicklung. Dafür sind Variantenvergleiche nötig, um festzustellen, welcher der Optionen für eine bestimmte Aufgabe für den gewünschten Einsatzzweck am besten geeignet ist. Hierbei wird konkreter auf Entscheidungen hinsichtlich zu nutzender Programmiersprachen und Features eingegangen.

### **4.2.1. Programmiersprachen / Frameworks**

Für eine Webentwicklung kommen mehrere, teils grundverschiedene Programmiersprachen in Frage. Bei der Entscheidung wurde allerdings nicht nur der Funktionsumfang und die sich daraus ergebenden Möglichkeiten betrachtet. Der Geschäftsführung und den Entwicklern von MESO war es wichtig, dass die genutzte Sprache und im gleichen Atemzug auch das genutzte Framework bereits einem anderen Mitarbeiter bekannt sind, um Hilfe bei der Entwicklung zu ermöglichen.

Hierbei blieben nur JavaScript sowie PHP übrig. Nach einer weiteren Besprechung [19] wurde entschieden, dass JavaScript die Programmiersprache der Wahl sein sollte. In ihr sollte Vue.js als Framework genutzt werden. Dies wurde damit begründet, dass ein anderer Entwickler diese beiden Technologien erfolgreich in einem Projekt eingesetzt hatte und somit etwaige Fragen schnell und sicher beantworten könnte. Durch die Anforderung des „Material“-like Aussehens musste auch dafür ein Framework gesucht werden, die diese erfüllt und gleichzeitig mit Vue.js kompatibel ist. Nach einem Variantenvergleich zwischen den beiden Bibliotheken Vuetify und VueMaterial [29] wurde sich für die Bibliothek Vuetify [30] entschieden. Diese bietet eigene Komponenten, welche im Material Stil gehalten sind und kann problemlos in eine Vue App integriert werden.

### **4.2.2. Features**

Nachdem geklärt war, womit die Entwicklung stattfinden sollte, musste geklärt werden, welcher Teil aus dem UI-Konzept umgesetzt werden sollte. Hierbei gab es drei Features genauer zu besprechen. Einerseits war die Frage zu klären, wie die Änderung der API-Konfiguration erfolgen soll, welche Informationen in der Endoskopliste auftauchen sollen und welche Nutzer Zugriff auf welche Programmteile bekommen sollen.

Für die erste Frage gab es zwei mögliche Lösungswege. Der Erste wäre eine Freitexteingabe für den Konfigurationsnamen sowie damit verbunden eine notwendige Eingabe, welchen Typ dieser Konfigurationswert haben soll. Der andere ist, dass es in der API eine vordefinierte Liste an erlaubten Konfigurationseinträgen gibt und der Nutzer über den Client nur für eben jene Werte eingeben kann. Die zweite Frage wurde mithilfe Kundenfeedback sowie Inspiration durch andere Produkte von MESO gelöst. Statt wie original geplant die Endoskope nach deren

Status zu ordnen, werden diese nun nach dem Reinigungsschritt gruppiert, in welchem sie sich aktuell befinden. (Siehe Anhang A.2.).

Die Lösung der dritten Frage ergab sich aus der bereits in anderer MESO Software vorhandenen Aufteilung der Nutzer in Administratoren und Nutzer mit Standardrechten. Die Administratoren erhalten Zugriff auf den gesamten Programmumfang einschließlich der Konfiguration, Erstellung und Löschung der Datenbankeinträge. Den Nutzer mit Standardrechten bleibt eben jener Programmteil verwehrt, da diese nur die Eintragung von Reinigungsschritten vornehmen müssen. Die genaue Lösung, wie diese Trennung vorzunehmen ist, wird im nächsten Abschnitt beschrieben.

### **4.3. Entscheidung für UserUI und ConfigUI**

Während der Entwicklung des **EndoClean Workflow Clients** wurde schnell klar, dass die beiden Programmteile „Eintragung der Reinigungsschritte“ sowie „Konfiguration der Datenbank und API“ zu trennen sind. Einerseits durch die Anforderung, dass nur bestimmte Nutzer Zugriff auf den Konfigurationsteil haben sollen, aber auch weil der strukturelle Aufbau der beiden Teile komplett verschieden ist. Entsprechend wurde festgelegt, dass EndoClean Workflow aus zwei Clients; dem UserUI und dem ConfigUI bestehen sollen.

Das UserUI umfasst die gesamte Funktionalität für die Nutzer mit Standardrechten; also die Eintragung von Endoskopreinigungen sowie die Übersicht in welchen Schritten sich die Endoskope aktuell befinden und was deren letzten Schritte waren. Das ConfigUI umfasst hingegen alle möglichen Konfigurationen an Datenbank und API. Zusätzlich sind hier die Statistiken enthalten. Allerdings kann ein Standardnutzer nach aktueller Planung diese Funktionen über die Endpunkte ebenfalls durchführen. Ihm wird nur verwehrt, sich in das ConfigUI einzuloggen. Dieser Umstand kann sich in zukünftigen Versionen oder aufgrund von Kundenfeedback ändern.

Somit wurden beide Teile unabhängig voneinander entwickelt. Allerdings wurden bestimmte Methoden und Programmteile in beiden Clients genutzt, um eine Zusammengehörigkeit zu symbolisieren. Ein Beispiel dafür ist der Login Screen, welcher in beiden UIs fast der Gleiche ist.

Dadurch ändert sich die Aufrufweise der Clients und für das ConfigUI auch die Anforderungen. Das ConfigUI kann nun durch ein „/admin“ am Ende der URL aufgerufen werden anstatt wie das UserUI direkt über die IP und Port. Beispiel:



- UserUI: <http://127.0.0.1:3013>
- ConfigUI: <http://127.0.0.1:3013/admin>

Für das ConfigUI gilt weiterhin durch die Trennung nicht mehr, dass eine Touchbedienung oder gar eine Fußtasterbedienung möglich sein muss. Administratoren nehmen die Konfiguration über Endgeräte, welche über Maus und Tastatur verfügen aufrufen vor. Selten werden Toucheingaben vorgenommen. Eine Toucheingabe ist zwar weiterhin möglich, aber die Benutzeroberfläche wird nicht speziell dafür angepasst. Andere Anforderungen wie der Login über einen RFID/Barcode bleiben allerdings bestehen.

Zeitlich wurde das ConfigUI zuerst entwickelt, da es zur Erstellung von Einträgen der Datenbank integral ist. Ohne diese Einträge ist das UserUI nicht nutzbar.

#### **4.4. ConfigUI – Client zur Konfiguration des EndoClean Systems**

In Anhang A.5 ist die Gesamtheit des Clients zu sehen. In den folgenden Unterkapiteln wird genauer auf die einzelnen Bestandteile eingegangen.

Wie bereits erläutert, dient das ConfigUI zur Konfiguration sowohl der Datenbank-einträge als auch der API selbst. Es nutzt die API-Endpunkte, um die entsprechenden Einträge zu erstellen. Dies ist der einzig vorgesehene Weg, wie in einem Produktivsystem die Konfiguration der Datenbank erfolgen soll. Des Weiteren ist hier auch die Konfiguration der API möglich, um beispielsweise festzulegen, ob das System die Trocknung bei der Bestimmung des Status beachten soll. In den nachfolgenden Unterpunkten wird für diesen Client beschrieben, welche besonderen Funktionen er unterstützt, wieso Designentscheidungen getroffen wurden und noch einmal genau auf den Aufbau eingegangen. Die in diesen Unterpunkten enthaltenen Bilder spiegeln möglicherweise nicht die finale Version des Programms wider.

##### **4.4.1. Begründung der Designentscheidungen**

Dieser Abschnitt bezieht sich auf die Designentscheidungen zur Konfigurationsoberfläche. Sie erklärt, warum der Aufbau so gewählt wurde und wieso bestimmte Datenbankfelder bearbeitbar beziehungsweise nicht bearbeitbar sind.

###### **4.4.1.1. Wahl des Layouts**

Wie in Anhang A.5 ersichtlich, besitzt das ConfigUI ein dreigeteiltes Layout, welches von einer Kopfzeile und einem Footer umgeben sind. Dieses Layout wurde

gewählt, um zu ermöglichen, dass zu einem bestimmten Entitätstyp (linke Liste), alle Einträge aus der Datenbank angezeigt werden können (mittlere Liste) und diese auch ausgewählt werden können um deren Details (rechter Bereich) zu bearbeiten. Nach mehreren Gesprächen mit anderen Entwicklern wurde der Konsens gefunden, dass dies das optimale Layout für diesen Einsatzzweck sei. Besonders wurde darauf geachtet, schnell zwischen verschiedenen Entitätstypen oder zwischen verschiedenen Listeneinträgen hin und herwechseln zu können. Deswegen wurde sich gegen eine Art Ordnerstruktur entschieden, bei der eine Ebene nicht mehr sichtbar ist, wenn etwas in ihr ausgewählt wurde.

#### 4.4.1.2. Auswahlprozess der zur Bearbeitung freigegebenen Einträge

Eine wichtige Entscheidung während der Entwicklung war die Frage, welche Datenbankfelder und Tabellen vom Nutzer überhaupt bearbeitet werden sollen. Zu Beginn der Entwicklung des Clients war es dem Nutzer möglich, alle Datenbanktabellen zu bearbeiten. Dies wurde im Nachhinein etwas eingeschränkt. Der Nutzer hat im Nachfolgenden noch die in Abbildung 9 ersichtlichen Möglichkeiten. Er kann also konkret keine Änderungen an den Einträgen für die Tabellen „Event“, „PatientData“ und „Protocol“ vornehmen. Dies wurde im Einvernehmen mit der Geschäftsführung festgelegt, da diese Tabellen keine Daten enthalten, welche durch einen Nutzer direkt eingetragen werden sollen. Dies geschieht automatisiert, indem der Nutzer EndoClean Workflow oder EndoClean Plg in SonoWin nutzt sowie durch den EndoClean Server, welcher die automatisierten Waschmaschinenprotokolle weiterleitet. Auch soll der Nutzer diese Einträge nicht löschen oder bearbeiten können. Im Falle von Protocol und PatientData kann dies allerdings über die API selbst noch vorgenommen werden, da so etwaige Fehler wie Fehlbedienung vom MESO Support ausgebessert werden können. Eine Änderung oder gar Löschung von Events ist über die API nicht möglich. Diese Endpunkte wurden bewusst

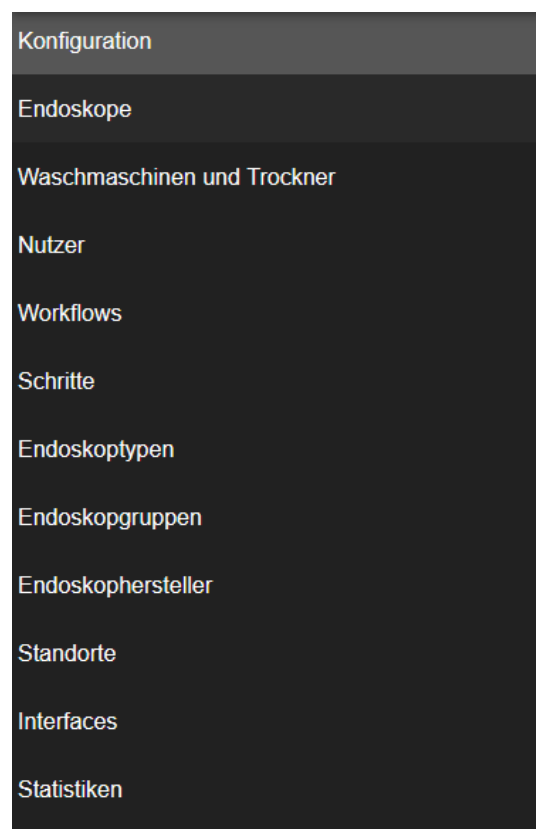


Abbildung 8 – Statische Liste der Konfigurationsoberfläche – Stand 28.11.2021

nicht implementiert, um sicherzustellen, dass diese Einträge nicht manipulierbar sind.

#### **4.4.2. Aufbau des ConfigUIs**

Dieser Abschnitt beschäftigt sich genauer mit dem Aufbau des Clients. Er geht auf die einzelnen Teile, deren Aufbau sowie deren Funktionen ein. Dies wird beispielhaft für Endoskope durchgeführt, da sich der Aufbau sowie Funktionen grundlegend ähneln. Die Stellen, an denen sich Unterschiede ergeben, werden speziell erwähnt. Auf die Konfiguration des Workflows, „Workflow“ in Abbildung 8, sowie die Statistikfunktionen, „Statistiken“ in Abbildung 8, wird gesondert eingegangen, da sich deren Aufbau grundlegend von anderen unterscheidet.

##### **4.4.2.1. Statische Liste**

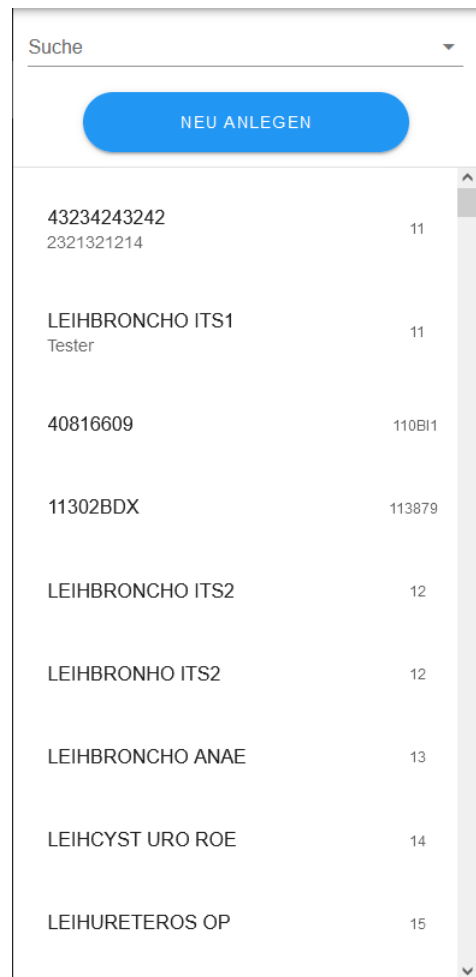
Die Statische Liste (siehe Abbildung 8) ist eine vordefinierte Liste, welche alle bearbeitbaren Entitätstypen auflistet. Zusätzlich enthält sie die Statistikfunktion. Bei einem Klick auf einen der Einträge wird eine Anfrage an die API gestellt und eine Liste aller Einträge der Datenbank für diese Entitätstypen abgerufen, sowie alle Einträge von Entitätstypen welche in der entsprechenden Tabelle als Fremdschlüssel eingebunden sind. Diese Einträge werden anschließend in der zweiten Liste angezeigt. Anzumerken ist, dass Konfiguration hier ein Sonderfall ist. Zwar ruft ein Klick dort auch die Daten von der API ab, aber diese nimmt die Konfiguration nicht aus der Datenbank, sondern aus der Konfigurationsdatei. Im Falle der Statistikfunktion öffnet sich eine vordefinierte Liste an verfügbaren Statistikfunktionen.

#### 4.4.2.2. Zweite Liste

Die zweite Liste enthält eine Liste aller der API verfügbaren Einträge, für den in der statischen Liste ausgewählten Entitätstypen. Bei der Statistikfunktion sind diese im Client selbst vordefiniert. Aufgebaut ist diese Liste aus drei Teilen. Im oberen Bereich findet sich eine Suche, mit welcher in der Menge der Einträge, welche angezeigt werden, gesucht werden kann.

Diese sucht nach dem vordefinierten Merkmal, in der Auflistung der obere linke Teil. (In Abbildung 9 für den ersten Eintrag wäre dies „43234243242“). Falls in dieser Suche ein Eintrag ausgewählt wird, öffnet sich dieser direkt im Detailbereich der Anwendung. Unter der Suche befindet sich ein Button, welcher bei Betätigung im Detailbereich den Dialog zur Erstellung eines neuen Eintrags dieses Entitätstypen ermöglicht.

Im unteren Bereich der zweiten Liste befindet sich die scrollbare Auflistung aller in der API vorhandenen Einträge zu diesem Entitätstypen. Diese werden ja nach Entitätstypen durch verschiedene Eigenschaften repräsentiert. Nach dieser Eigenschaft sind die Einträge auch sortiert. Ausnahme bildet hier die Endoskoplister. Diese ist zuerst nach dem Endoskoptyp, in Abbildung 9 die Zahl rechts, und dann innerhalb dieser nach Seriennummer, in Abbildung 9 links oben, sortiert. Für bestimmte Entitätstypen ist es außerdem möglich, dass weitere Eigenschaften unter der Haupteigenschaft angezeigt werden. In diesem Beispiel wäre dies die Endoskopbeschreibung. In der Statistikfunktion fehlt die Suche sowie der Neu Anlegen Button. Sollte in der unteren Liste ein Eintrag ausgewählt werden wird im Detailbereich ein Dialog aufgerufen, um diesen Eintrag zu bearbeiten.



Suche	
<b>NEU ANLEGEN</b>	
43234243242 2321321214	11
LEIHBRONCHO ITS1 Tester	11
40816609	110B11
11302BDX	113879
LEIHBRONCHO ITS2	12
LEIHBRONHO ITS2	12
LEIHBRONCHO ANAE	13
LEIHCYST URO ROE	14
LEIHURETEROS OP	15

Abbildung 9 – Zweite Liste der Konfigurationsoberfläche – Stand 28.11.2021

### 4.4.2.3. Detailbereich

Screenshot of the 'Detailbereich Endoskop neu anlegen' form. The form consists of several input fields: 'Seriennummer' (text), 'Endoskoptyp' (dropdown with a star icon), 'Endoskophersteller' (dropdown), 'Beschreibung' (text), 'Status' (dropdown with a star icon), 'RFID/Barcode' (text), and 'Standort' (dropdown). A dark button labeled 'ANLEGEN' is positioned at the bottom right of the form.

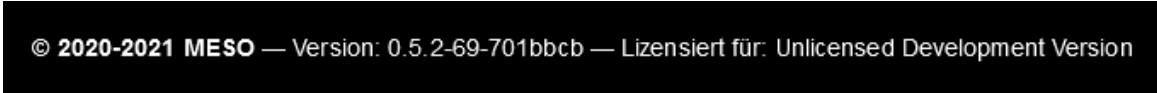
Abbildung 10 - Detailbereich Endoskop neu anlegen - Stand 28.11.2021

Der Detailbereich bietet dem Nutzer die Möglichkeit Einträge anzulegen, zu bearbeiten oder zu löschen. Hierbei gibt es zwei verschiedene Detailbereiche pro Entitätstyp. Diese unterscheiden sich allerdings nur darin ob Textfelder ausgefüllt sind oder nicht und an den Buttons am unteren Ende. Beim „Neu Anlegen“ befindet sich ein „Anlegen“ Button am unteren Ende. Beim „Bearbeiten“ ein „Aktualisieren“ und ein „Löschen“ Button. Sonst besteht der Detailbereich aus Textfeldern und Auswahlboxen, um die für dieses Feld relevante Daten auszuwählen oder einzugeben. Bestimmte Felder sind mit einem Stern markiert, um zu signalisieren, dass diese Pflichteinträge sind. Werden diese leer gelassen, erscheint eine Warnmeldung beim Versuch, die Anfrage an die API abzuschicken.

Ausgenommen von einigen der vorherigen Aussagen sind die Entitätstypen „Workflow“ sowie „Nutzer“. Für „Nutzer“ unterscheiden sich die Detailbereiche für die Felder „Passwort“ sowie „RFID/Barcode“. Diese sind im „Neu Anlegen“-Modus normale Textfelder. Im „Bearbeiten“-Modus sind sie aber optional über eine Checkbox zu aktivierende Felder. Anders als bei allen anderen Eigenschaften eines Nutzers sind die beiden Felder auch nicht vorausgefüllt. Es können keine bestehenden Werte gelesen werden. Die Werte können nur neu gesetzt werden. Diese Einschränkung besteht aus Sicherheitsgründen, damit es nicht möglich ist,

für den Login relevanten Informationen auf einmal für alle Nutzer auslesen zu können. Auch die API-Anfrage liefert diese Informationen nicht mit. Die Statistikfunktion hat ebenfalls einen komplett anderen Aufbau für ihren Detailbereich.

#### 4.4.2.4. Footer – Die Fußzeile



© 2020-2021 MESO — Version: 0.5.2-69-701bbcb — Lizenziert für: Unlicensed Development Version

Abbildung 11 – Footer EndoClean Workflow – Stand 05.12.2021

Das ConfigUI hat zu jeder Zeit einen Footer am unteren Bildschirmrand. Er dient dazu, um wichtige Informationen jederzeit anzeigen zu können, ohne erst in Untermenüs suchen zu müssen. Der Footer besteht aus folgenden drei Informationen. Zusätzlich wird erklärt, wieso diese für den ausgewählt wurden.

Auf der linken Seite des Footers ist das Copyright zu sehen. Dies ist dort, dem Endnutzer zu zeigen, dass es sich um Software der Firma MESO handelt. Es besteht aus dem Copyrightzeichen, dem Jahr, indem die Planung und Entwicklung des Produktes begannen, das Jahr in dem diese dort genutzte Softwareversion kompiliert wurde und letztendlich der Name des Copyrightbesitzers. Durch diese Elemente bildet es einen validen Urheberrechtshinweis.

Das mittlere Element zeigt die aktuelle Softwareversion an. Diese wurde dort platziert, damit die Kunden den MESO Support bei der Meldung eines Bugs oder sonstigen Softwareproblems unkompliziert die von ihnen aktuell verwendete Softwareversion angeben können. Die Versionsauflistung besteht von links nach rechts durch Trennzeichen ( . und - ) getrennt aus Majorversion, Minorversion, Patch, Offset und Commit Hash.

Auf der rechten Seite des Footers befindet sich der Kundenname. Dieser wird automatisch durch die Eintragung einer Lizenz gesetzt. Der Name wird prominent präsentiert, um zu verhindern, dass Kunden Lizenzen nutzen, welche nicht für sie bestimmt sind. Dies wäre zwar möglich, allerdings sollten Kunden stutzig werden, wenn der Name eines anderen Krankenhauses am unteren Bildschirmrand steht.

#### 4.4.2.5. Einstellungen

Nachdem sich der Nutzer eingeloggt hat erscheint ein „Einstellungen“ Button in der Titelleiste (siehe Abbildung 12). Beim Betätigen von diesem öffnet sich ein Overlay am rechten Bildschirmrand, das verschiedene Einstellungsmöglichkeiten bereithält (siehe Abbildung 13). Zum aktuellen Zeitpunkt besteht dieses aus drei Teilen. An dieser Anzahl ist bis zur ersten Auslieferung an Kunden auch keine Änderung vorgesehen. In Zukunft sind Erweiterungen allerdings einfach möglich, falls neue Anforderungen entstehen. Von oben nach unten haben die Einzelteile die folgenden Funktionen:



Abbildung 12 - Einstellungsbutton - Stand 07.12.2021

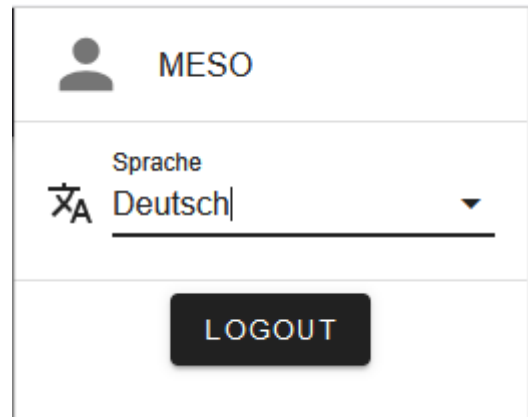


Abbildung 13 - Einstellungsoverlay - Stand 07.12.2021 (unterer Bereich abgeschnitten, um Platz zu sparen)

Der oberste Teil spiegelt den Nutzernamen des eingeloggteten Nutzers wider. In diesem Fall ist dies der „MESO“ Account, welcher von unseren Supportmitarbeitern genutzt wird und standardmäßig unveränderbar in allen Systemen existiert. Anders als im UserUI ist der Nutzernamen hier in einem Untermenü und nicht prominent auf dem Bildschirm zu sehen, da es hier nicht als so wichtig erachtet wird zu wissen, welcher Nutzer im Moment eingeloggt ist.

Darunter befindet sich eine Sprachauswahl. Die Lokalisierung des Benutzerinterfaces geschieht komplett über die EndoClean API. Die Sprachressourcen werden beim Start, beim Login eines Nutzers und bei einer Sprachänderung in diesem Menü abgefragt. Die angezeigte Sprache ändert sich dann, ohne dass ein Neustart notwendig wäre. Hierbei ist zu beachten, dass zum Start immer die deutsche Sprache geladen wird, nach einem Login die Sprache, welche diesem Nutzer zugewiesen wurde und entsprechend bei einer Änderung in diesem Menü die ausgewählte. In diesem Menü erscheinen nur Sprachen, welche vorher von uns angelegt wurden. Aktuell ist das UI in deutscher und englischer Sprache verfügbar.

Der dritte Teil ist ein „Logout“ Button. Zusätzlich zum automatischen Logout nach fünf Minuten Inaktivität gibt es mit diesem die Möglichkeit die Nutzungssession zu beenden. Bei Betätigung oder einem automatischen Logout wird die Website neu geladen, da so sichergestellt wird, dass keine Daten zwischen zwei

Nutzungssessions bestehen bleiben, da die Website keine persistenten Daten speichert und ein Reload den Websitecache leert.

#### **4.4.3. Konfiguration von Workflows im ConfigUI**

Siehe Anlage A.3. für eine visuelle Referenz.

EndoClean Workflow bietet ein aktuell einmaliges Feature im Vergleich zu anderer gleichartiger Software auf dem Markt. Es ermöglicht für jeden Endoskoptyp Workflows zu definieren. Wenn im ConfigUI der Abschnitt „Workflow“ ausgewählt wird, erscheint in der zweiten Liste eine Auflistung aller aktuell vorhandenen Workflows. Diese kann man entsprechend bearbeiten oder Neue anlegen. Visuell gleichen sich beide Varianten bis auf die aus anderen Detailbereichen bekannten Unterschiede hinsichtlich der Buttons am unteren Ende.

Eine Workflowdefinition besteht grundlegend aus einer Menge an Schritten, welche in einer bestimmten Reihenfolge einem Workflow zugeordnet werden. Dieser werden anschließend einer Endoskopgruppe zugewiesen. Wenn man sich das Datenbankmodell (Anlage A.1.) anschaut, sieht man, dass die hier vorzunehmende Konfiguration eine N zu M Verbindung zwischen den Tabellen Workflow und Steps ist. Ein Workflow kann mehrere Schritte enthalten und ein Schritt kann in mehreren Workflows auftauchen; der Schritt muss nicht zwingend immer an derselben Position in einem Workflow vorkommen. Diese Zuweisung wird in der Tabelle „StepWorkflows“ gespeichert.

Wenn man sich nun genauer die dafür erstellte Benutzeroberfläche anschaut, fällt auch hier eine Teilung in mehrere Elemente auf. Von oben nach unten erfüllen die vier Teile folgende Funktion:

Im obersten Teil ist der Name des Workflows einzutragen. Dies ist ein eindeutiger Identifier, der die Zuweisung zu einer Endoskopgruppe erleichtern soll. Darunter befindet sich eine Auflistung aller Schritte in diesem Endoskop. In der Auflistung befinden sich per Drag&Drop verschiebbare Elemente, welche alle für die Konfiguration relevanten Informationen zu diesem Schritt enthalten.



Diese sind von links nach rechts:

- die Art des Schrittes, die am Icon zu erkennen ist
- der wievielte Schritt es in diesem Workflow ist
- Schrittname
- eine Checkbox, um genau diesen Schritt vom Nutzer überspringbar zu machen
- ein „Entfernen“ Button, um den Schritt aus dem Workflow zu löschen.

Darunter befindet sich eine Auswahlbox, in der man mehrere Schritte aus der Gesamtmenge aller im Programm konfigurierten Schritte wählen kann. Nachdem diese ausgewählt wurden, können sie durch das Betätigen des „Hinzufügen“ Buttons in die obere Liste angefügt werden.

Am unteren Ende befindet sich wie in anderen Detailansichten ein „Löschen“ und ein „Aktualisieren“ Button. Beide sind in diesem Fall allerdings speziell. So löscht der „Löschen“ Button nicht nur den Eintrag aus der Tabelle Workflow, sondern auch alle Einträge aus der Tabelle StepWorkflow für diesen Workflow, sofern dieser natürlich nicht einer Endoskopgruppe zugeordnet ist. Der „Aktualisieren“ Button sendet die einzelnen Schritte, deren Reihenfolge zusammen mit dem Namen des Workflows als ein Objekt an die API. Diese prüft dann, ob der Workflow „korrekt“ ist. Falls ja, wird er gespeichert. Ansonsten wird eine Fehlermeldung ausgegeben, welche den Nutzer darauf hinweist, welcher Teil des Workflows nicht den Anforderungen entspricht.

Die Anforderungen lauten wie folgt (entnommen aus [32]):

- Der erste Schritt eines Workflows muss der erste Schritt der Vorreinigung oder die Waschmaschinenreinigung selber sein, falls keine Vorreinigung erfolgt, wie zum Beispiel bei Kunden, die EndoClean wie bisher ohne die Erfassung dieser nutzen wollen.
- Es darf nur einen Schritt pro Typ geben. Ausgenommen davon sind die „Workflowschritte“, die alle Schritte außer der automatischen Waschmaschinenreinigung, der Trocknung und der Nutzung am Patienten umfassen.
- Der Nutzungsschritt muss der letzte Schritt im Workflow sein, da auf diesem immer die Vorreinigung folgen muss.
- Je nachdem, ob vom Kunden eine Erfassung der Trocknung von Endoskopen erfolgt, muss diese oder der letzte Schritt der Endkontrolle der Schritt

vor dem Nutzungsschritt sein. Allgemein gesagt muss es der Schritt sein, welcher dem Endoskop den Status „Endkontrolle beendet“ verleiht. Dies bedeutet, dass das Endoskop wieder nutzbar ist.

Die Ansicht, um einen neuen Workflow anzulegen unterscheidet sich nur an den unteren Buttons. Die Überprüfung des Workflows erfolgt beim Anlegen genauso wie bei einer Aktualisierung.

#### **4.4.4. Die Statistikfunktion**

EndoClean Workflow ersetzt die bisherige direkte SQL-Abfrage der Statistiken durch eine Statistikfunktion in geänderter Art und Weise. Anders als in der alten Version ist hier nicht die Eingabe einer beliebigen SQL-Abfrage erlaubt. Stattdessen wurden die meistgenutzten Abfragen als eigene Endpunkte implementiert.

Diese sind:

- Alle Endoskope: Auflistung aller im System vorhandenen Endoskope samt relevanter Informationen und deren aktueller Status
- Alle Nutzer: Auflistung aller Nutzer im System samt relevanter Informationen, allerdings bewusst ohne Anmeldeinformationen
- Protokolle: Auflistung aller im System angelegten Protokolle samt relevanter Informationen.

(Hier kann ein Zeitraum von heute bis die letzten X Monate angegeben werden, von welchem die Protokolle angezeigt werden sollen. Sollte als Zeitraum 0 Monate eingegeben werden, gilt dies als „zeige die letzten 1000 Protokolle an, egal wann diese erstellt wurden.“.)

- Anzahl Benutzungen: Auflistung aller Endoskope und die Anzahl deren Nutzungen in einem Zeitraum von X Tagen.

(Hierbei gilt, sollte  $X = 0$  sein, dann werden alle Benutzungen, die jemals in diesem System gemacht wurden gezählt. Es werden in dieser Auflistung nur Endoskope angezeigt, die mindestens eine Nutzung im eingestellten Zeitraum haben.)

- Anzahl Reinigungen: Tabellarische Auflistung der Anzahl der Waschmaschinenreinigungen im System in 4 Zeiträumen: aktueller Monat, letzter Monat, vorletzter Monat und vor X Monaten.

(Letzteres zeigt die Reinigung im heutigen Monat – X Monaten an. Beispielsweise für den Dezember 2021 wäre die Eintragung einer fünf resultierend in

die Anzahl der Reinigungen vom 01.07.2021 bis zum 31.07.2021. Sollte X auf null gesetzt werden, dann wird die Gesamtanzahl aller Reinigungen im System ausgegeben.)

Die Statistiken können über das ConfigUI im Unterpunkt „Statistiken“ aufgerufen werden. In der zweiten Liste werden diese dann zur Auswahl angezeigt. Bei der Anzeige der Ergebnisse gibt es zwischen den vier oben zuerst aufgelisteten und

Zeitraum	Aktueller Monat	Letzer Monat	Vorletzter Monat	Vor X Monaten (0 = alle Reinigungen)
Anzahl Reinigungen	0	0	0	30305
				Vor X Monaten (0 = alle Reinigungen) 0 Bitte Zahl eingeben
Aktualisieren	AKTUALISIEREN			
In CSV exportieren	IN CSV EXPORTIEREN			

Abbildung 15 - Ergebnis Statistik "Alle Reinigungen" - Stand 18.12.2021

Anzahl	Endoskopseriennummer	Beschreibung	Endoskoptyp	RFID/Barcode	Status	Endoskopstatus	Zeitstempel des letzten Event
1/242	BF N14 XION		B		0 - Aktiv und bereits mindestens einmal benutzt.	Bürstenreinigung beendet	2016-08-26T14:12:00.260+02:00
2/242	1010372		BF11160		2 - Ausgeblendet da momentan nicht verwendet/defekt/in Reparatur.	Unrein	2013-05-28T07:16:35.290+02:00
3/242	1010393		BFT160		2 - Ausgeblendet da momentan nicht verwendet/defekt/in Reparatur.	Washvorgang beendet	2013-05-24T10:19:00.240+02:00
4/242	1010957		BFUC180F		2 - Ausgeblendet da momentan nicht verwendet/defekt/in Reparatur.	Unrein	2015-01-14T07:33:26.140+01:00
5/242	10144 BF1110		B		0 - Aktiv und bereits mindestens einmal benutzt.	Washvorgang beendet	2018-06-19T14:04:00.190+02:00
6/242	1021002		LF2		2 - Ausgeblendet da momentan nicht verwendet/defekt/in Reparatur.	Washvorgang beendet	2015-02-18T07:30:00.180+01:00
7/242	1021017		LF2		2 - Ausgeblendet da momentan nicht verwendet/defekt/in Reparatur.	Washvorgang beendet	2015-02-16T09:56:00.160+01:00
8/242	10833 BF1130		B		0 - Aktiv und bereits mindestens einmal benutzt.	Washvorgang beendet	2016-09-13T08:27:00.130+02:00
9/242	11252 LF TP		B		0 - Aktiv und bereits mindestens einmal benutzt.	Washvorgang beendet	2016-09-15T09:23:00.150+02:00
10/242	11254 LF GP		B		0 - Aktiv und bereits mindestens einmal benutzt.	Washvorgang beendet	2018-06-20T11:50:00.200+02:00
11/242	11263 LF DP		B		0 - Aktiv und bereits mindestens einmal benutzt.	Washvorgang beendet	2018-06-28T14:49:00.280+02:00
12/242	11264 LF GP		B		0 - Aktiv und bereits mindestens einmal benutzt.	Washvorgang beendet	2018-06-28T14:54:00.280+02:00
13/242	11302 BDX		B		0 - Aktiv und bereits mindestens einmal benutzt.	Washvorgang beendet	2017-01-31T10:52:00.310+01:00
14/242	11302BDX		113879		0 - Aktiv und bereits mindestens einmal benutzt.	Washvorgang beendet	2017-10-05T15:03:00.050+02:00
15/242	11505 11301BND1		B		0 - Aktiv und bereits mindestens einmal benutzt.	Washvorgang beendet	2017-05-02T07:38:00.020+02:00
16/242	11540 XION		B		0 - Aktiv und bereits mindestens einmal benutzt.	Washvorgang beendet	2017-01-20T12:21:00.200+01:00

Abbildung 14 – Ergebnis Statistik „Alle Endoskope“ – Stand 18.12.2021

der Anzahl der Reinigungen einen Unterschied. (Abbildungen 14 und 15) Die Ausgabe der Ergebnisse der Auflistung der Anzahl der Reinigungen (Abbildung 14) erfolgt, wie bei anderen Aktionen im ConfigUI ebenfalls im Detailbereich. Alle anderen Statistikergebnisse (Abbildung 15) werden dagegen in einem Overlay angezeigt, welches sich über den gesamten Bildschirm erstreckt. Diese Entscheidung wurde getroffen, da die Menge an Informationen, welche von dieser Abfrage zurückkommt, nicht sinnvoll und nutzerfreundlich im Detailbereich untergebracht werden konnte. Zu erwähnen ist, dass für die Abfragen „Protokolle“ und „Anzahl Benutzungen“ neben den in Abbildung 15 ersichtlichen Buttons noch ein Textfeld existiert, in dem man die Anzahl Monate beziehungsweise Tage eingeben kann.

Alle Statistikergebnisse können außerdem in eine kommaseparierte CSV-Datei exportiert werden. Das war ebenfalls eine Kundenanforderung, da diese in Programmen wie beispielsweise Excel eigene Statistiken erstellen können, um beispielsweise die Effektivität der Arbeitsweise im Krankenhaus zu bewerten.

#### **4.5. UserUI – Client zur Erfassung von Ergebnissen der manuellen Vorreinigung und Endkontrolle von Endoskopen**

Das UserUI dient dem Nutzer zur Eintragung der Ergebnisse seiner durchgeführten Arbeitsschritte. Dabei fragt der Client die Liste aller im System befindlichen Endoskope samt dem Schritt welcher für diese als nächstes dran ist ab und sendet die eingetragenen Ergebnisse über die REST-API. Es werden lokal keine Daten persistent gespeichert. In den nachfolgenden Unterpunkten werden Entscheidungen zum Design sowie die aus diesen resultierenden Teile der Clients einzeln besprochen. Da dieser Client im Gegensatz zum vorherigen für Nutzer zugänglich und verständlich sein muss, welche weniger Erfahrung mit Computern haben, wurde hier besonders auf die Usability, also die Benutzerfreundlichkeit, geachtet. Die Gesamtheit des Clients ist in Anhang A.5. zu sehen. Auf die einzelnen Bestandteile wird in den Unterkapiteln genauer eingegangen

##### **4.5.1. Begründung der Designentscheidungen**

Dieser Abschnitt bezieht sich auf die notwendigen Entscheidungen, welche in Absprache von der Geschäftsführung sowie Mitarbeitern aus dem Service und der Entwicklung getroffen wurden, um die Benutzerfreundlichkeit sowie den Funktionsumfang so abzustecken, dass eine gute Balance erreicht werden konnte.

###### **4.5.1.1. Wahl des Layouts**

Wie aus Anhang A.5 ersichtlich wird, gibt es auch hier eine Aufteilung in drei Hauptbereiche. Anders als im ConfigUI sind diese allerdings nicht nebeneinander angeordnet. Ein wichtiger Punkt bei der Wahl des Layouts war es, dass bestimmte Informationen auf den ersten Blick einfach ersichtlich präsentiert werden sollen, während an einem Endoskop gearbeitet wird. Auch soll es zu jeder Zeit möglich sein eine Übersicht über alle Endoskope, sowie welcher Schritt für diese zu erledigen ist, zu erlangen. Dies ist über die Endoskoplite an der linken Seite des Tabs möglich.

Die primäre Nutzung erfolgt über den rechten unteren Bereich. Dort kann der Nutzer seine Ergebnisse eintragen. Dieser Bereich ändert sich im Vergleich zu den anderen beiden am häufigsten.

#### **4.5.1.2. Begrenzung der erlaubten Funktionen**

Wie bereits in der Einführung zu diesem Abschnitt erwähnt wurden einige Funktionen aufgrund nach dem ersten Kundenfeedback entfernt, da diese als „nicht notwendig“ angesehen wurden.

Es gibt keine Möglichkeit, ein Endoskop, sollte es einmal als defekt markiert worden sein, wieder als „nicht defekt“ zu markieren. Es taucht nicht mehr in der Endoskopliste auf. Diese Entscheidung wurde getroffen, da die Anregung vom Kunden kam, dass ein Endoskop, sollte es von einer Reperatur zurückkommen, initial wieder in einer Waschmaschine gereinigt wird und somit automatisch wieder als „nicht defekt“ gilt.

Anders als geplant taucht auch der Endoskopstatus nicht mehr in dieser Benutzeroberfläche auf. Dieser sollte in der originalen Version vor jedem Endoskop in der Endoskopliste mit einem Icon sichtbar sein. Diese Idee wurde nach der Absprache mit Kunden verworfen, da dieser Status für die Bearbeitung keine Relevanz hat. Er ist nicht wichtig für die bearbeitenden Mitarbeiter. Es wird allerdings weiterhin intern genutzt und gibt beispielsweise vor, welche Endoskope im Endo-Clean Plugin genutzt werden können.

Auch wurde die Option gestrichen, Schritte zurückgehen zu können. Also einen bereits abgeschlossenen Schritt erneut durchzuführen, ohne einmal komplett durch den Workflow zu gehen. Dies würde zwar Fehlbedienungen ausgleichen, ist allerdings nicht implementiert worden, um zu gewährleisten, dass die Schritte in der korrekten Reihenfolge erledigt werden und um mögliche Manipulation von Daten vorzubeugen.

#### **4.5.2. Aufbau des UserUI**

Dieser Abschnitt beschäftigt sich genauer mit dem Aufbau des Clients. Er geht auf die einzelnen Teile, deren Aufbau sowie deren Funktionen ein. Dabei gleichen sich zwei der fünf Unterpunkte beinahe exakt mit deren Gegenstück im ConfigUI. Deshalb werden diese nur minimal beschrieben und auf den entsprechenden Abschnitt des Aufbaus des ConfigUIs verwiesen.

### 4.5.2.1. Headlist



Abbildung 16 - Headlist im UserUI - Stand 18.12.2021

Die Headlist dient als zentrales Element, um dem Nutzer Informationen zum ausgewählten Endoskop zu bieten sowie endoskopspezifische Aktionen auszuführen. Es besteht aus drei Elementen, welche von links nach rechts, folgende Funktionen haben:

Auf der linken Seite befinden sich die Informationen zum ausgewählten Endoskop: Endoskoptyp, Endoskopseriennummer und Kommentar. Durch die Anordnung an dieser zentralen Stelle soll der Nutzer schnell und einfach erkennen können welches Endoskop er gerade aufgerufen hat, um sicherzustellen, dass er die Reinigung am richtigen Endoskop durchführt indem er beispielsweise die Seriennummern vergleicht.

Der mittlere Teil zeigt drei Schaltflächen, welche für das Endoskop bestimmte Aktionen ausführen. Das Endoskop kann so zu jedem Zeitpunkt, egal in welchem Schritt es sich befindet, als defekt und als unrein markiert werden. Sollte es als defekt markiert werden verschwindet es aus dem UserUI und wird erst durch eine erneute Reinigung in der Waschmaschine wieder in das System aufgenommen. Bei der Markierung als „unrein“ wird das Endoskop in den ersten Schritt seines Workflows zurückversetzt und somit die Vorreinigung von vorn begonnen. Die unterste Schaltfläche öffnet ein Overlay, welches alle vergangenen Events der letzten 30 Tage für dieses Endoskop anzeigt. In diesem Overlay ist es außerdem möglich, alle Events, welche für dieses Endoskop bisher aufgetreten sind in eine kommasseparierte Datei zu exportieren.

Der rechte Teil beinhaltet die Informationen zum aktuell angemeldeten Nutzer. Auch diese Anzeige soll jederzeit ersichtlich sein, damit Informationen nicht von einem falschen Nutzer eingetragen werden. Dieser Bereich ist außerdem ebenfalls eine Schaltfläche, bei einem Druck auf diese werden auf der rechten Seite die Einstellungen angezeigt. Diese werden in einem späteren Abschnitt genauer erklärt.

Die Farbe der Headlist passt sich dem Schritt an, in welchem sich das ausgewählte Endoskop aktuell befindet. Diese Farbe kann im ConfigUI eingestellt werden und dient dazu, dass Nutzer einfacher erkennen können, dass sie diesen

Schritt zu erledigen haben. Beispielsweise könnte ein Krankenhaus alle Schritte, die Abteilung A erledigen soll in blau färben. Sollte kein Endoskop ausgewählt sein ist die Headlist grau. Entsprechend sind auch keine Endoskopinformationen sowie die endoskopspezifischen Schaltflächen sichtbar.

#### 4.5.2.2. Endoskopliste

Siehe Anhang A.2. für eine Abbildung der Endoskopliste

Die Endoskopliste ist das Herzstück des UserUI. Sie bietet dem Nutzer eine Übersicht über alle, aktuell nicht deaktivierten Endoskope, geordnet nach Reinigungsschritt, in dem sie sich befinden.

Am oberen Rand der Endoskopliste befindet sich eine Schaltfläche, welche eine Mehrfachauswahl öffnet. Sie beinhaltet eine Auflistung aller Schritte, in denen mindestens ein enthaltenes Endoskop ist. Nur die dort ausgewählten Schritte erscheinen in der Liste. Sollten keine Schritte ausgewählt werden, erscheinen alle Schritte.

Darunter befindet sich eine nach Schritten geordnete Liste mit einzelnen Elementen, die jeweils ein einzelnes Endoskop repräsentieren.



Abbildung 17 - Element der Endoskopliste – Stand 02.01.2022

Jedes dieser Elemente besteht aus vier Teilen. Auf der linken Seite befindet sich der Endoskoptyp (11) über der Endoskopbeschreibung (Tester). Rechts befindet sich die Anzahl der Minuten, die sich das Endoskop bereits in diesem Schritt befindet. Sollte das Endoskop sich länger in einem Schritt befinden als erlaubt, färbt sich die Anzeige rot. (Siehe Abbildung 17). Sollte sich ein Endoskop länger als einen Monat in einem Schritt befinden, wird stattdessen das Datum angezeigt seit welchem es seinen Schritt nicht geändert hat. Darunter befindet sich die Seriennummer des Endoskops (LEIHBONCHO ITS1).

### 4.5.2.3. Detailbereich

Siehe Anhang A.6. und A.7. für Abbildungen der verschiedenen Detailbereiche.

Der Detailbereich dient dazu, dem Nutzer Informationen und Eingabemasken bezüglich des aktuellen Schrittes zu liefern. Hierbei unterscheidet sich die Eingabemaske je nach Art des Schrittes. Nicht explizit bebildert ist der Login Screen, dieser wird ebenfalls im Detailbereich angezeigt.

Unter A.6. ist der Detailbereich für Waschmaschinenreinigungsschritte zu sehen. Es ist zu beachten, dass dieser nur von Kunden genutzt wird, die keine automatische Übertragung ihrer Waschmaschinenprotokolle nutzen oder bei denen diese kurzfristig nicht möglich ist. Unter dem Schrittnamen sowie der Schrittbeschreibung haben die Nutzer die Möglichkeit, ein manuelles Waschmaschinenprotokoll anzulegen.

Im Protokoll kann:

- die Waschmaschine, in welcher die Reinigung durchgeführt wurde
- der Nutzer, welcher das Endoskop aus der Waschmaschine entnommen hat
- das Datum des Reinigungsendes
- das Ergebnis der Reinigung vom Nutzer eingetragen werden.

Für Letzteres gibt es zwei mögliche Ergebnisse. Bei einem positiven Ergebnis wird das Endoskop in seinen nächsten Schritt versetzt, bei einem negativen wird das Endoskop wieder in den Waschmaschinenreinigungsschritt versetzt und eine erneute Reinigung in einer Waschmaschine notwendig.

A.7. beschreibt den Aufbau des Detailbereiches für alle anderen Arten von Schritten. Im Vergleich zur Waschmaschinenreinigung kann der Nutzer hier nur den durchführenden Nutzer sowie das Datum und Uhrzeit des Schrittes eintragen. Nachdem alles eingetragen wurde, kann der Nutzer den Schritt abschließen oder einen der beiden optionalen Schaltflächen betätigen. Diese sind „Schritt überspringen“, welche nur erscheint sofern in der Workflow Konfiguration dieser Schritt als „überspringbar“ markiert wurde. „Erneut Waschen“ erscheint bei allen Schritten, die im Workflow nach der automatischen Waschmaschinenreinigung geschehen. Sollte in der Endkontrolle des Endoskops eine Verunreinigung festgestellt werden, kann das Endoskop schnell auf den notwendigen Schritt für eine erneute Waschmaschinenreinigung gesetzt werden.



Der Nutzer nicht verpflichtet den Zeitpunkt des Schrittes einzutragen. Sollte keiner eingetragen werden, wird angenommen, dass der Schritt zum aktuellen Zeitpunkt durchgeführt wurde und entsprechend automatisch vom Server gesetzt. Sollte der Nutzer einen Zeitpunkt in der Zukunft eintragen und dieser mehr als X Minuten nach der Uhrzeit des Servers liegen ist eine Eintragung nicht möglich. X ist ein in im Server konfigurierbarer Wert, welcher standardmäßig 2, ist um zu verhindern, dass es zu Problemen mit der Synchronität kommt, wenn der Client wenige Sekunden vor dem Server ist.

In Zukunft ist eine gesonderter Detailbereich für Trocknungsschritte geplant, um manuelle Trocknungsprotokolle zu unterstützen.

#### **4.5.2.4. Footer**

Der Footer gleicht exakt dem des ConfigUI. Er enthält dieselben Informationen. Siehe 4.4.2.4. für Informationen hierzu.

#### **4.5.2.5. Einstellungen**

Die Einstellungen gleichen inhaltlich denen des ConfigUI. Siehe 4.4.2.5. für Informationen hierzu.

Einzig unterschiedlich ist der Weg, auf welchem diese aufgerufen werden können. Sobald ein Nutzer eingeloggt ist, kann auf dessen Namen in der Headlist geklickt werden, um das Overlay auf der rechten Seite zu öffnen.

#### **4.5.3. Read-Only Modus für nicht angemeldete Benutzer**

Wie in den Kundenanforderungen beschrieben unterstützt EndoClean Workflow für das UserUI die Benutzung durch nicht angemeldete Benutzer. Dies wurde ermöglicht, damit Mitarbeiter eines Krankenhauses schnell Informationen zu einem bestimmten Endoskop einsehen können, ohne sich anmelden zu müssen.

Konkret wurde dieser so umgesetzt, dass sich die Bedienung mit dem angemeldeten Modus gleicht. Der Unterschied ist, dass alle Eingabemasken und Schaltflächen die Daten in der API verändern, nicht nutzbar sind. Siehe beispielhaft Abbildung 18

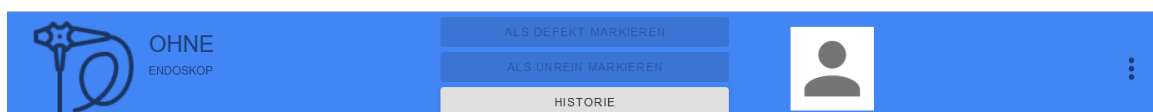


Abbildung 18 - Headlist im ReadOnly Modus - Softwarestand 03.01.2022

Die einzigen Ausnahmen wurden in der Headlist gemacht. Die Endoskophistorie mit den Events der letzten 30 Tage für dieses Endoskop ist nach wie vor einsehbar. Allerdings ist der Export aller Events deaktiviert. Auch bei den Nutzerinformationen gab es eine Änderung. Sobald auf diese geklickt wird, erscheint die Eingabemaske für den Login und es wird das aktuelle Endoskop ausgewählt. Im angemeldeten Zustand gibt es keine Möglichkeit den Login Bildschirm aufzurufen, ohne sich vorher abzumelden.

#### **4.6. Änderungen an anderen Systemkomponenten**

Die Entwicklung der **EndoClean Workflow Clients** führte dazu, dass an den anderen Systemkomponenten im EndoClean System Änderungen durchgeführt werden mussten, um einen reibungslosen Programmfluss zu gewährleisten.

Anders als zu Beginn der Entwicklung angenommen, mussten neben den allgemeinen Endpunkten (GET, POST, PATCH und DELETE für jede Tabelle der Datenbank) auch Endpunkte eingeführt werden, um die speziellen Funktionen, welche für die Clients benötigt werden zu erfüllen. Beispiele hierfür sind die Endoskoplister sowie das auf defekt setzen eines Endoskops.

Auch das Datenmodell erfuhr Änderungen, da beispielsweise festgestellt wurde, dass die Sprache des Nutzers bisher nicht berücksichtigt wurde.

## 5. Fazit und Ausblick

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit einem Vergleich des Endprodukts gegenüber den zu Beginn der Entwicklung aufgestellten Anforderungen. Es zeigt einem Fazit zum Ablauf der Entwicklung sowie zu Problemen, die während dieser aufgetreten sind. Und letztendlich ein Ausblick, wie sich EndoClean Workflow in Zukunft weiterentwickeln wird.

### 5.1. Vergleich Endprodukt zu Originalanforderungen

Die hier aufgelisteten Nutzungsanforderungen entstammen [12]. Dort sind sie ebenfalls genauer beschrieben und kommentiert. Diese Auflistung wird für jede Nutzungsanforderung darlegen, ob sie erfüllt wurde und wird begründen, warum eine Nutzungsanforderung nicht erfüllt wurde. Alle hier aufgelisteten Anforderungen sind Zitate aus [12] und entsprechend kursiv geschrieben. Bestimmte Unteranforderungen wurden hier weggelassen, falls diese bereits ausreichend in der Oberanforderung erläutert und begründet wurden.

1. *Der Nutzer soll alle eingaben an einem bereits im Klinikum vorhandenen Endgerät durchführen können: Erfüllt*
  - a. *Der Nutzer soll Eingaben mit Maus und Tastatur, per Touch und in bestimmten Fällen per Barcode oder RFID durchführen können: Erfüllt; mit der Einschränkung, das Touch nur für das UserUI vorgesehen ist.*
2. *Der Administrator muss Einstellungen zur Benutzung vornehmen: Teilweise erfüllt*
  - a. *Der Administrator muss das Überspringen der Vorreinigung und Bürstenreinigung erlauben oder verweigern können: Erfüllt*
  - b. *Der Administrator muss erlauben oder verweigern können, ob ein Nutzer andere Nutzer für Aktionen eintragen kann: Nicht erfüllt, da nach Kundenfeedback entschieden wurde, dass jeder Nutzer jeden anderen Nutzer eintragen darf.*
  - c. *Der Administrator muss alle Schritte, ungleich der Erfassung des Waschmaschinenprotokolls, hinsichtlich Titel, Beschreibungstext, Überspringbarkeit und Zeiterfassung, in der Konfiguration definieren können: Erfüllt*
3. *Der Nutzer muss sich vor der Benutzung des Programms, durch die Authentifizierung mit einem Passwort oder alternativen Anmeldemethoden (z.B. RFID), anmelden können: Erfüllt*

4. *Der Nutzer muss zu jeder Zeit die Auflistung aller Endoskope, deren Status und Zeit seit dem letzten Schritt, sehen können:* Teilweise erfüllt, da nach Kundenfeedback entschieden wurde, dass der Status für die Mitarbeiter im Krankenhaus nicht relevant ist. Stattdessen wird nun angezeigt, in welchem Schritt sich das Endoskop befindet.
5. *Der Nutzer muss zu jedem Zeitpunkt auf einem Blick neben jedem Endoskop Informationen erkennen können, die zur eindeutigen Identifizierung geeignet sind (z.B. Typ und Seriennummer):* Erfüllt
6. *Der Nutzer muss durch die Eingabe (Klick, Touch) oder eine alternative Eingabeform (Suche nach Seriennummer, RFID, Barcode etc) ein bestimmtes Endoskop auswählen können:* Teilweise erfüllt, da keine Suche nach RFID, Barcode oder Seriennummer möglich ist. Dieses Feature wurde zu Gunsten der Filterung nach Schritten in der Endoskoplite nicht eingebaut.
7. *Der Nutzer muss „saubere“ Endoskope als „dreckig“ markieren können, um diese im Programm verwenden zu können und eine Reinigung durchführen zu können.:* Erfüllt, einerseits durch das EndoCleanPlg in SonoWin als auch durch die Funktion „als unrein markieren“ im UserUI.
8. *Der Nutzer muss folgende Informationen zu einem spezifischen Endoskop eingeben können [Bediener, Waschmaschine, Endoskop, Dauer Waschmaschinenreinigung, Ergebnis der Waschmaschinenreinigung, Dauer der Vorreinigung, Dauer der Bürstenreinigung, Waschmaschinenprotokoll, Endkontrolle, Bemerkung]:* Teilweise erfüllt, da statt einer „Dauer“ nur die Endzeit einer Aktion relevant ist. Dies wurde zusammen mit den Kunden so entschieden.
9. *Der Nutzer soll nach der Auswahl eines Endoskops den nächst zu erledigenden Schritt sehen:* Erfüllt
10. *Der Nutzer muss jeden Schritt mit einer distinkten Aktion als beendet markieren können:* Erfüllt
11. *Der Nutzer muss – sofern vom Administrator erlaubt – die Schritte vor dem Waschvorgang überspringen dürfen:* Erfüllt und auf alle Schritte ausgeweitet
12. *Der Nutzer darf keine Schritte vor dem Waschvorgang mehr eintragen, wenn der Waschvorgang beendet wurde:* Erfüllt
13. *Der Nutzer soll als Fallback immer ein manuelles Waschmaschinenprotokoll anlegen können falls der automatische Empfang eines Waschmaschinenprotokolls nicht unterstützt oder aus aktuellen Gründen nicht möglich ist:* Erfüllt

14. *Der Nutzer soll ein Endoskop bei selben Patienten mehrfach verwenden können ohne es zwischendurch Reinigen zu müssen:* Diese Anforderung wird nicht durch EndoClean Workflow erfüllt, sondern durch das EndoClean Plugin in SonoWin. Die entwickelten Clients haben darauf keinen Einfluss.
15. *Der Nutzer muss VOR Beendigung eines Schrittes den Titel des nächsten Schrittes sehen können:* Nicht erfüllt, da die notwendige Begründung für diese Anforderung „man muss sich den Konsequenzen bewusst sein“ auch durch einen Knopf mit einer allgemeinen Beschriftung erfüllt ist und so die Anfragen an die API reduziert werden können, da der nächste Schritt nicht unnötig angefragt werden muss.
16. *Der Nutzer soll ein Endoskop als defekt markieren können:* Erfüllt
17. *Der Nutzer muss per RFID oder Barcode Scan den Benutzer wechseln können während ein anderer angemeldet ist:* Erfüllt

Es lässt sich abschließend sagen, dass alle zu Beginn der Entwicklung aufgestellten Anforderungen erfüllt wurden oder durch eine andere Lösung, welche einem ähnlichen Zweck dient, ersetzt wurden.

## **5.2. Ausstehende Features**

Aufgrund des begrenzten Zeitumfangs einer Bachelorarbeit konnten nicht alle in Kapitel 2.1. aufgestellten Kundenanforderungen bereits in die Software implementiert werden. Hierzu zählen die Bedienung per Fußtaster sowie die raumspezifische Schrittkonfiguration. Diese Features befinden sich aktuell in Entwicklung und werden in naher Zukunft fertiggestellt sein.

## **5.3. Persönliches Fazit und Ausblick**

Die Zielstellung dieser Bachelorarbeit war die Entwicklung einer Software, um die Ergebnisse der manuellen Vorreinigung und Endkontrolle auf digitalem Wege nach einem selbst definierten Workflow zu erfassen. Diese wurde durch die Entwicklung der beiden Clients, einer zur Konfiguration sowie einer zur Eintragung der Ergebnisse, verwirklicht. Hierbei gilt es, nochmal die Einzigartigkeit dieser Software zum Zeitpunkt des Abschlusses dieser Bachelorarbeit hervorzuheben. Andere Hersteller, vor allem diejenigen Endoskope herstellen und vertreiben, bieten höchstens nur auf ihre eigenen Endoskope angepasste Software, die nicht auf die Bedürfnisse des Kunden angepasst worden ist.

Diese Universalität von EndoClean Workflow wurde dadurch erreicht, dass es keine direkte Verbindung zwischen den durchzuführenden Schritten und der Art des Endoskops selbst gibt. Genauer gesagt erfolgt die Gruppierung der Endoskope sowie die anschließende Zuweisung eines Workflows nicht aufgrund einer Vorgabe des Herstellers, sondern durch auf Kundenanforderung.

Während der Entwicklung gab es mehrere besondere Ereignisse, welche die Richtung, in die sich das Produkt entwickeln sollte, grundlegend beeinflusste. Nennenswert sind hier vor allem die Entscheidungen, statt einer Desktopanwendung eine Webanwendung sowie statt eines gemeinsamen Clients zwei einzelne Clients mit distinkten Aufgaben zu entwickeln. Die Software kann nun ohne plattformsspezifische Voraussetzungen von Kunden auf einer großen Reihe an Geräten eingesetzt werden. Die einzig wirkliche Voraussetzung ist ein Webbrowser, der JavaScript unterstützt. Das sind heutzutage alle der großen Webbrowser. Auch wenn nicht alle zu Beginn der Bearbeitung gestellten Ziele erreicht wurden, ist das Endprodukt mehr als zufriedenstellend. Die Entwicklung verlief, obwohl kaum Vorkenntnisse mit den einzusetzenden Frameworks und Programmiersprachen vorhanden waren, schneller als gedacht; vor allem durch die Unterstützung durch Kollegen und Kolleginnen, die bereits Erfahrungen damit hatten. Generell ist zu erwähnen, dass durch den kreativen Input sowie Feedback der Mitarbeiter von MESO, EndoClean Workflow zu einem rundum ausgereiften Produkt geworden ist. Es erfüllt die gestellten Anforderungen in einer Art und Weise, die nach einer Unterweisung verständlich nutzbar ist.

Wie bereits im vorherigen Abschnitt erwähnt, konnte EndoClean Workflow nicht mit allen geplanten Features innerhalb der drei Monate dauernden Bearbeitungszeit fertiggestellt werden. Die erweiternden Funktionen der Fußtasterbedienung sowie der Raumzuweisung befinden sich aktuell in der Konzeptionsphase und werden zeitnah in das Programm integriert. Hierbei ergeben sich neue Herausforderungen wie beispielsweise die Frage der eindeutigen Identifikation der einzelnen Arbeitsplätze. In Abstimmung mit Stakeholdern wird eine Lösung erarbeitet und dann in EndoClean Workflow implementiert.

Leider ist aus zeitlichen Gründen auch kein Kundenfeedback zum fertigen EndoClean Workflow möglich. Die erste Auslieferung an einen Testkunden ist für Mitte bis Ende Januar 2022 vorgesehen.

Sollte das Feedback des Testkunden vorrangig positiv sein und keine größeren Fehler in der Software auftauchen, wird sie nach und nach an weitere Kunden

verkauft. Dadurch ergibt sich wie in jedem Softwarelebenszyklus üblich, dass die Kunden mit neuen Feature Wünschen auf MESO zukommen. Während der Projektkonferenzen wird in der MESO entschieden ob diese in die Software entschieden werden oder nicht. Daraus resultierend ergeben sich neue Softwareversionen, welche an die Kunden ausgeliefert werden.

Die Hoffnung ist, dass EndoClean Workflow den Arbeitsablauf von Mitarbeitern in Krankenhäusern und Praxen während der Dokumentation der Endoskopreinigung deutlich verbessern und vereinfachen kann. Die Sicherheit und Langzeitaufbewahrung der Aufzeichnungen wird verbessert und in Zukunft um viele sinnvolle und nutzerfreundliche Features erweitert.

## Literaturverzeichnis:

- [1] Duden: Duden - Die deutsche Rechtschreibung: Das umfassende Standardwerk auf der Grundlage der aktuellen amtlichen Regeln, Dudenverlag 2020
- [2] Anforderungen an die Hygiene bei der Aufbereitung flexibler Endoskope und endoskopischen Zusatzinstrumentariums, RKI, unter: <https://e-doc.rki.de/bitstream/handle/176904/235/29QILRDsk.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [abgerufen am 01.11.2021]
- [3] SonoWin Produktseite, MESO Website, unter: <https://meso.biz/products/sonowin/> [abgerufen 03.11.2021]
- [4] RDG-E: Endoskopaufbereitung, Hartmann GmbH, unter: <https://www.hartmann-gmbh.eu/endoskopaufbereitung.html> [abgerufen 03.11.2021]
- [5] Misselwitz, Markus: Ticket 1744 – Kontext bei der Reinigung von Endoskopen bei einem unserer Kunden aufnehmen, MESO Redmine [intern], unter: <http://redmine.mw.local:8888/issues/1744> [abgerufen 03.11.2021]
- [6] Rheinhardt, Almut: Medovators ADVCycle\_Log, MESO Redmine [intern], unter: [http://redmine.mw.local:8888/projects/sonowin-executables-endocleanserver/wiki/Medivators\\_ADVCycleLog](http://redmine.mw.local:8888/projects/sonowin-executables-endocleanserver/wiki/Medivators_ADVCycleLog) [abgerufen 04.11.2021: 20:18]
- [7] Beck-Texte im dtv: Bürgerliches Gesetzbuch: BGB 88. Überarbeitete Auflage, Verlag DTV 2021
- [8] Projektkonferenz 18.03.2019, MESO Mediawiki [intern], unter: [http://mesofs.mw.local:81/mediawiki/index.php/Projektkonferenz\\_18.03.2019](http://mesofs.mw.local:81/mediawiki/index.php/Projektkonferenz_18.03.2019) [abgerufen 07.11.2021]
- [9] Projektkonferenz 12.08.2019, MESO Mediawiki [intern], unter: [http://mesofs.mw.local:81/mediawiki/index.php/Projektkonferenz\\_12.08.2019](http://mesofs.mw.local:81/mediawiki/index.php/Projektkonferenz_12.08.2019) [abgerufen 07.11.2021]
- [10] Tappert, Jannik: Ticket #1822 - [NICHT MEHR AKTUELL] Persistenz Schnittstelle konzeptionieren, MESO Redmine [intern], unter: <http://redmine.mw.local:8888/issues/1822>, [abgerufen 07.11.2021]
- [11] Projektkonferenz 20.10.2020, MESO Mediawiki [intern], unter: [http://mesofs.mw.local:81/mediawiki/index.php/Projektkonferenz\\_20.10.2020](http://mesofs.mw.local:81/mediawiki/index.php/Projektkonferenz_20.10.2020) [abgerufen 07.11.2021]
- [12] Tappert, Jannik: Ticket #2159 – Nutzungsanforderungen, MESO Redmine [intern], unter: <http://redmine.mw.local:8888/issues/2159>, [abgerufen 07.11.2021]



**[13]** Tappert, Jannik: Ticket #2164 – Benutzerschnittstelle spezifizieren, MESO Redmine [intern], unter: <http://redmine.mw.local:8888/issues/2164>, [abgerufen 07.11.2021]

**[14]** Doppel-Fußtaster RFDW Produktseite, MESO Website, unter: <https://meso.biz/products/accessories/rfdw/>, [abgerufen 07.11.2021]

**[15]** Tappert, Jannik: Ticket #53 - Workflow UserUI soll nur mit BarcodeReader und Fußtaster bedienbar sein, MESO GIT [intern], unter: <https://git.mw.local/EndoClean/ecwf-ui/issues/53>, [abgerufen 07.11.2021]

**[16]** Carter, Anke; Eibl, Robert; Krüger Sigrid: Leitlinien von DGKH, DGSV und AKI für die Validierung und Routineüberwachung maschineller Reinigungs und thermischer Desinfektionsprozesse für Medizinprodukte, DGSV, unter: [https://www.krankenhaushygiene.de/pdfdata/leitlinien/2017\\_10\\_Validierung\\_und\\_Routineueberwachung\\_maschineller\\_Reinigungs\\_und\\_thermischer\\_Desinfektionsprozesse\\_f%C3%BCr\\_Medizinprodukte.pdf](https://www.krankenhaushygiene.de/pdfdata/leitlinien/2017_10_Validierung_und_Routineueberwachung_maschineller_Reinigungs_und_thermischer_Desinfektionsprozesse_f%C3%BCr_Medizinprodukte.pdf), [abgerufen 10.11.2021]

**[17]** Tappert, Jannik: Ticket #55 – Statistikanzeige im ConfigUI, MESO GIT [intern], unter: <https://git.mw.local/EndoClean/ecwf-ui/issues/55>, [abgerufen 10.11.2021]

**[18]** Tappert, Jannik: Ticket #2171 – Persistenzschnittstelle spezifizieren (Datenbank-Modell), MESO Redmine [intern], unter: <http://redmine.mw.local:8888/issues/2171>, [abgerufen 10.11.2021]

**[19]** Misselwitz, Markus: Ticket #2177 – Systemkomponenten spezifizieren, MESO Redmine [intern], unter: <http://redmine.mw.local:8888/issues/2177>, [abgerufen 14.11.2021]

**[20]** MESO: Technische Beschreibung EndoCleanServer Version 1.2, MESO [intern], unter: <file://meso-fs.mw.local/Gemeinsam/Dokumentation/Handb%C3%BCher/Technische%20Beschreibungen/TD-EndoCleanServer-12.pdf>, [abgerufen 14.11.2021]

**[21]** MESO: EndoClean-Modul Gebrauchsanweisung, MESO [intern], unter: [file://meso-fs.mw.local/Gemeinsam/Dokumentation/Handb%C3%BCher/Bedienungs-%20und%20Installationsanleitungen/eingecheckt/SonoWin/EndoClean\\_DE.pdf](file://meso-fs.mw.local/Gemeinsam/Dokumentation/Handb%C3%BCher/Bedienungs-%20und%20Installationsanleitungen/eingecheckt/SonoWin/EndoClean_DE.pdf), [abgerufen 14.11.2021]

**[22]** Tappert, Jannik: EndoCleanAPI Projekt – EndoCleanAPI.yaml, MESO GIT [intern], unter: <https://git.mw.local/EndoClean/endoclean-api/src/branch/develop/EndocleanAPI.yaml>, [abgerufen 17.11.2021]

**[23]** Tappert, Jannik: EndoCleanAPI Projekt – config/constants.go, MESO GIT [intern], unter: <https://git.mw.local/EndoClean/endoclean-api/src/branch/develop/config/constants.go>, [abgerufen 17.11.2021]

**[24]** M.A. Strocke, Dirk; Karstetter, Florian: Was ist eine REST-API?, cloudcomputing Insider, unter: <https://www.cloudcomputing-insider.de/was-ist-eine-rest-api-a-611116/>, [abgerufen 21.11.2021]

**[25]** Go-SQLCipher Projekt Hauptseite, github.com, unter: <https://github.com/mu-tecomm/go-sqlcipher>, [abgerufen 21.11.2021]

**[26]** Windows-UI-Bibliothek (WinUI) 3, docs.microsoft.com, unter: <https://docs.microsoft.com/de-de/windows/apps/winui/winui3/>, [abgerufen 21.11.2021]

**[27]** Was ist eine Single Page Application (SPA), sana-commerce-com, unter: <https://www.sana-commerce.com/de/ecommerce-erklaert/was-ist-eine-single-page-application/>, [abgerufen 21.11.2021]

**[28]** Hauptseite, material.io, unter: <https://material.io/>, [abgerufen 21.11.2021]

**[29]** Tappert, Jannik: Ticket #2186 – Variantenvergleich – Vuetify vs. VueMaterial, MESO Redmine [intern], unter: <http://redmine.mw.local:8888/issues/2186>, [abgerufen 25.11.2021]

**[30]** Hauptseite, Vuetify, unter: <https://vuetifyjs.com/en/>, [abgerufen 25.11.2021]

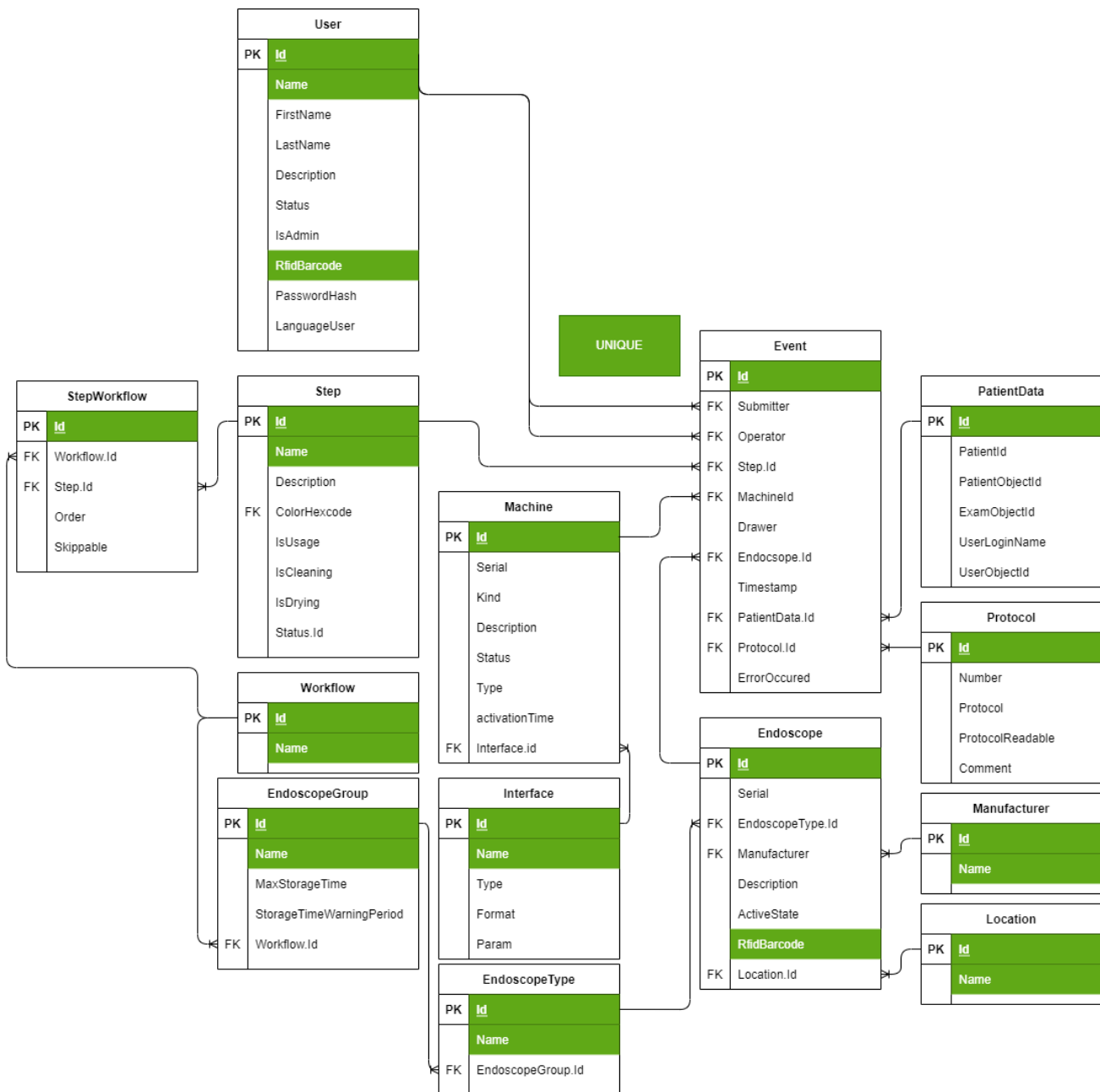
**[31]** Aktionsbündnis Patientensicherheit e.V.: Anforderungen an klinische Risikomanagementsysteme im Krankenhaus, aps-ev.de, unter: [https://www.aps-ev.de/wp-content/uploads/2016/08/HE\\_Risikomanagement-1.pdf](https://www.aps-ev.de/wp-content/uploads/2016/08/HE_Risikomanagement-1.pdf), [abgerufen 25.11.2021]

**[32]** Tappert, Jannik: EndoCleanAPI Projekt – Issue #116 Überprüfen ob Workflow unseren Anforderungen entspricht beim POST oder PATCH von stepWorkflow(-multiple), MESO GIT [intern], unter: <https://git.mw.local/EndoClean/endoclean-api/issues/116>, [abgerufen 07.12.2021]

## Anlagen:

### A Bilder

A.1. Aufbau EndoClean Datenbank [18] (Kommentare wurden zur besseren Lesbarkeit entfernt und die Tabellen optisch anders angeordnet, um das Bild zu verkleinern).






## A.2. Endoskopliste aus dem Softwarestand 16.01.2022

Filter	
<b>Nutzung am Patienten</b>	
EB1570K	1.7.2020
	G120397
170: Storz (170)	5.4.2018
	8744
EG-600WR 133	10.12.2019
	133
EG-600WR 132	11.12.2019
	132
EG-600WR 127	12.12.2019
	127
EG-580UR 134	10.12.2019
	134
GIF-Q180	20 sec
	2102576
BF-1T180	4 sec

### A.3. Konfiguration von Workflows – Detailbereich Aktualisieren – Softwarestand 16.01.2022

Name  
Workflow 1 +

 1. Waschmaschinenreinigung	<input type="checkbox"/> Überspringbar	ENTFERNEN
 2. Trocknung	<input type="checkbox"/> Überspringbar	ENTFERNEN
 3. Nutzung am Patienten	<input type="checkbox"/> Überspringbar	ENTFERNEN

Schritte ▼ HINZUFÜGEN

LÖSCHEN AKTUALISIEREN

# A.4. EndoClean Konfigurationsoberfläche „ConfigUI“ – Stand 28.11.2021

**ENDO** EndoCleanWorkflow Konfiguration

- Konfiguration
- Endoskope
- Waschmaschinen und Trockner
- Nutzer
- Workflows
- Schritte
- Endoskoptypen
- Endoskopgruppen
- Endoskophersteller
- Standorte
- Interfaces
- Statistiken

EINSTELLUNGEN

Suche

NEU ANLEGEN

43234243242 2321321214	11
LEIHBRONCHO ITS1 Tester	11
40816609	110B1
11302BDX	113879
LEIHBRONCHO ITS2	12
LEIHBRONHO ITS2	12
LEIHBRONCHO ANAE	13
LEIHCYST URO ROE	14
LEIHURETEROS OP	15

Seriennummer 43234243242	
Endoskoptyp 11	+
Endoskophersteller Test	▶
Beschreibung 2321321214	
Status 0 - Aktiv und bereits mindestens einmal benutzt	+
RFID/Barcode 45215154214512	
Standort Test	▶
LÖSCHEN	AKTUALISIEREN

© 2020-2021 IMESO — Version: 0.5.2-65-4054239 — Lizenziert für: Unlicensed Development Version



**EB1570K**  
G120397

**MESO**  
MESO Support Account

ALS DEFEKT MARKIEREN

ALS UNREIN MARKIEREN

HISTORIE

# Nutzung am Patienten

Endoskop wird am Patienten genutzt

Durchgeführt von  
**MESO**
▾

📅
Datum  
2022-01-16

🕒
Zeit  
16:20:36

JETZT

ERNEUT WASCHEN

SCHRITT ABSCHLIESSEN

Filter
▾

**Nutzung am Patienten**



<b>EB1570K</b>	<b>17.2020</b>	
		G120397
170: Storz (170)	<b>5.4.2018</b>	
		8744
EG-600WR 133	<b>10.12.2019</b>	
		133
EG-600WR 132	<b>11.12.2019</b>	
		132
EG-600WR 127	<b>12.12.2019</b>	
		127
EG-580UR 134	<b>10.12.2019</b>	
		134
GIF-Q180		3 min
		2102576
BF-1T180		3 min

© 2020-2022 MESO — Version: 0.6.0-11-9d703ac — Lizenziert für: Unlicensed Development Version

A.6. Detailbereich UserUI Reinigungsschritt (Softwarestand 16.01.2022):

# Waschmaschinenreinigung



Automatische/manuelle Reinigung in der Waschmaschine

Waschmaschine			▼
Durchgeführt von MESO			▼
 Datum	 Zeit	<input type="button" value="JETZT"/>	
Ergebnis			▼
			<input type="button" value="SCHRITT ABSCHLIESSEN"/>

A.7. Detailbereich UserUI Allgemeiner Schritt (Softwarestand 16.01.2022):

# Nutzung am Patienten

Endoskop wird am Patienten genutzt

Durchgeführt von MESO			▼
 Datum 2022-01-16	 Zeit 16:20:36	<input type="button" value="JETZT"/>	
		<input type="button" value="ERNEUT WASCHEN"/>	<input type="button" value="SCHRITT ABSCHLIESSEN"/>



## B Texte

### B.1 Beispielprotokoll Waschmaschine Typ „Medivators“. Quelle [6]

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<ADVCycleLog>
  <AERSerialNumber>86623506</AERSerialNumber>
  <Basin>2</Basin>
  <Location>Klinikum Aktenburg</Location>
  <EndoscopeID>125</EndoscopeID>
  <EndoscopeType>PCF-H190I</EndoscopeType>
  <EndoscopeInternalID>PCF-H190I</EndoscopeInternalID>
  <EndoscopeSerialNumber>2400208</EndoscopeSerialNumber>
  <Patient />
  <Physician />
  <PhysicianInternalID />
  <Assistant />
  <AssistantInternalID />
  <Hookup>2-8-611 </Hookup>
  <HookupID>160B </HookupID>
  <ParameterSet>1-73-603 A </ParameterSet>
  <CycleNumber>891</CycleNumber>
  <LoadingOperator>N H</LoadingOperator>
  <UnloadingOperator>N H</UnloadingOperator>
  <SampleResult>0</SampleResult>
  <CycleResult>100</CycleResult>
  <CycleType>20</CycleType>
  <CycleStartDateTime>16.08.2018 16:03:52</CycleStartDateTime>
  <CycleEndDateTime>16.08.2018 16:37:02</CycleEndDateTime>
  <CyclePhases>
    <Phase>
      <Number>0</Number>
      <Description>Endoskop Desinfektion</Description>
      <StartDateTime>16.08.2018 16:04:01</StartDateTime>
    </Phase>
    ...
    <Phase>
      <Number>3</Number>
      <Description>Vorspülen</Description>
      <StartDateTime>16.08.2018 16:08:36</StartDateTime>
      <Measurements>
        <Measurement>
          <Type>401</Type>
          <Value>17</Value>
          <DateTime>16.08.2018 16:08:36</DateTime>
        </Measurement>
        <Measurement>
          <Type>200</Type>
          <Value>00:03:09</Value>
          <DateTime>16.08.2018 16:14:05</DateTime>
        </Measurement>
        <Measurement>
          <Type>100</Type>
          <Value>28.30</Value>
          <DateTime>16.08.2018 16:14:05</DateTime>
        </Measurement>
      </Measurements>
    </Phase>
    ...
    <Phase>
      <Number>14</Number>
      <Description>Herunterfahren</Description>
      <StartDateTime>16.08.2018 16:34:14</StartDateTime>
    </Phase>
    <Phase>
      <Number />
      <Description>Zyklusende</Description>
      <StartDateTime>16.08.2018 16:37:02</StartDateTime>
    </Phase>
  </CyclePhases>
</ADVCycleLog>
```

## **Selbstständigkeitserklärung:**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen Hilfsmittel als die angegebenen verwendet habe.

Insbesondere versichere ich, dass ich alle wörtlichen und sinngemäßen Übernahmen aus anderen Werken als solche kenntlich gemacht habe.

Jannik Tappert

Mittweida, 24.01.2022