

## Praxisbeispiel: Dokumentation eines betrieblichen Auftrags

Nur zur Anschauung! Weitere Verwendung oder Vervielfältigung nicht gestattet!

### Deckblatt zur Dokumentation des Betriebliches Auftrags

#### Technische/-r Produktdesigner/-in

##### Antragsteller/-in (Prüfungsteilnehmer/-in)

Prüfungsnummer	XXXXX
Name	XXXXX
Vorname	XXXXX
Geburtsdatum	XXXXX
Anschrift	XXXXX
PLZ	XXXXX
Tel.-Nr.	XXXXX
Fax-Nr.	
E-Mail	XXXXX

##### Ausbildungsbetrieb

Firma	XXXX
Ausbildungsverantwortlicher	XXXX
Anschrift	XXXX
PLZ	XXXX
Tel.-Nr.	XXXX
Fax-Nr.	XXXX
E-Mail	XXXX

##### Bezeichnung des Betrieblichen Auftrages:

Ergonomische Adapterlösung für ein RDPG

## **Persönliche Erklärung**

Prüfungsnummer:

Vorname:

Nachname:

**zum Betrieblichen Auftrag und der Dokumentation mit den praxisbezogenen Unterlagen im Rahmen der Abschlussprüfung im Ausbildungsberuf**

### **Technischer Produktdesigner/Technische Produktdesignerin**

Ich versichere durch meine Unterschrift, dass ich den Betrieblichen Auftrag und die dazugehörige Dokumentation mit den praxisbezogenen Unterlagen, selbständig in der vorgegebenen Zeit erarbeitet habe. Alle Stellen, die ich aus Veröffentlichungen entnommen habe, wurden von mir als solche kenntlich gemacht.

Ebenso bestätige ich, bei der Erstellung der Dokumentation meines Betrieblichen Auftrages weder teilweise noch vollständige Passagen aus Aufträgen übernommen zu haben, die bei der prüfenden oder einer anderen Kammer eingereicht wurden.

---

Datum Unterschrift des Prüfungsteilnehmers

Ich habe die obige persönliche Erklärung zur Kenntnis genommen und bestätige, dass der Betriebliche Auftrag einschließlich der dazugehörigen Dokumentation mit den praxisbezogenen Unterlagen, im Rahmen der vorgegebenen Zeit in unserem Betrieb durch den Prüfungsteilnehmer angefertigt wurde.

---

Datum/Stempel (falls vorhanden)

Unterschrift des Ausbildungsverantwortlichen

**Diese Persönliche Erklärung ist der Dokumentation mit den praxisbezogenen Unterlagen (siehe Merkblatt zur Dokumentation des Betrieblichen Auftrages) beizulegen.**

---

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>IV</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>IV</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>V</b>
<b>1 Vorwort.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Aufgabenstellung .....</b>	<b>1</b>
<b>3 Planung.....</b>	<b>2</b>
3.1 Informationen.....	2
3.1.1 Grundlagen .....	2
3.1.2 Übertragungsinstrumente.....	2
3.1.3 Instrumentenaufbereitung .....	3
3.2 Informationsbeschaffung und Anforderungsanalyse .....	3
3.3 Projektplan.....	5
<b>4 Entwurf.....</b>	<b>5</b>
4.1 Ideenfindung .....	5
4.2 Lösungsansätze.....	6
4.2.1 Skizzenerstellung.....	6
4.2.2 Lösungsvariante 1.....	6
4.2.3 Lösungsvariante 2.....	7
4.2.4 Lösungsvariante 3.....	7
4.2.5 Lösungsvariante 4.....	8
4.3 Nutzwertanalyse .....	8
4.4 Pflichtenheft.....	9
<b>5 Realisierung.....</b>	<b>9</b>
5.1 Konstruktion.....	9
5.2 Herausforderungen.....	10
5.3 Berechnung .....	11
5.4 Testdurchführung.....	12
<b>6 Fazit.....</b>	<b>13</b>
<b>7 Anhang .....</b>	<b>15</b>
<b>11 Quellen- und Literaturverzeichnis .....</b>	<b>22</b>

---

<b>Abbildungsverzeichnis</b>		Seite
Abb. 1	Turbine.....	2
Abb. 2	Winkelstück.....	2
Abb. 3	Handstück.....	2
Abb. 4	Lösungsvariante 1(nur 1 Modul) .....	7
Abb. 5	Lösungsvariante 2.....	7
Abb. 6	Lösungsvariante 3.....	8
Abb. 7	Lösungsvariante 4.....	8
Abb. 8	Nutzwertanalyse.....	9
Abb. 9	Screenshot Adapter.....	10
Abb. 10	Screenshot Adapter.....	10

<b>Tabellenverzeichnis</b>		Seite
Tabelle 1	Anforderungen an Adapter.....	5

**Abkürzungsverzeichnis**

Abb.	Abbildung
AKI	Arbeitskreis Instrumenten-Aufbereitung
Aufl.	Auflage
bearb.	bearbeitet
CAD	engl.: <b>C</b> omputer <b>A</b> ided <b>D</b> esign (computergeneriertes Konstruieren)
erw.	erweitert
IMNU 2.0	Projektmanagementsystem im Unternehmen
PRS	Professionelle Reinigungssysteme (Abteilung)
RDG	Reinigungs- und Desinfektionsgerät
RDPG	Reinigungs-, Desinfektions- und Pflegegerät

## 1 Vorwort

Die vorliegende Dokumentation ist Bestandteil des betrieblichen Auftrags für die Abschlussprüfung des Ausbildungsberufes „Technische/r Produktdesigner/in“.

Die Aufgabenstellung für den betrieblichen Auftrag wurde vom Ausbildungsbetrieb durch die Abteilung Professionelle Reinigungssysteme (PRS) verfasst. Das Unternehmen ist einer der führenden Hersteller von Haushaltsgeräten. Das Produktsegment PRS entwickelt Reinigungssysteme für den Gastronomie- und den Medizinbereich, wobei sich dieses Projekt auf den medizinischen Bereich, nämlich den Dentalbereich, beschränkt.

Das Thema lautet: „Ergonomische Adapterlösung für ein RDPG“.

Die Schwierigkeit bei diesem Projekt liegt auf den vielen Vorgaben der Normen und Richtlinien, die besonders in dem medizinischen Bereich aus hygienischen Gründen wichtig sind. Gerade in diesem Bereich spielt die Gesundheit der Bediener und Patienten eine besonders wichtige Rolle.

## 2 Aufgabenstellung

In dem betrieblichen Auftrag für diese Abschlussarbeit wurde die Aufgabe gestellt, einen Adapter für ein Reinigungs-, Desinfektions- und Pflegegerät (RDPGs) zu entwickeln, der mit Übertragungsinstrumenten aus dem dentalen Bereich bestückt werden kann, damit so eine gute Innen- und Außenreinigung, sowie Desinfektion und Ölung der Instrumente erfolgen kann.

In den Zahnarztpraxen, wie auch in den Laboren, müssen die benutzten Übertragungsinstrumente aufbereitet werden. Dies geschieht bei den eigenen Geräten derzeit in Reinigungs- und Desinfektionsgeräten (RDGs). Nach der Reinigung und Desinfektion müssen die Übertragungsinstrumente jedoch noch gepflegt werden, was durch eine Ölung geschieht. Die Ölung muss zurzeit noch fast immer manuell ausgeführt werden, da die Pflege noch nicht zu den Funktionen gehört, die die eigenen Geräte, oder auch die meisten der Konkurrenzgeräte, bewältigen können.

In einem Vorprojekt wurde ein Funktionsmuster des RDPGs entwickelt, welches von dem zurzeit laufenden Projekt, der Entwicklung des Designprototypen, abgelöst wurde. Das in dieser Dokumentation beschriebene Projekt zum Adapter ist ein Teilprojekt zu dem Designprototypen.

## 3 Planung

### 3.1 Informationen

#### 3.1.1 Grundlagen

In diesem Kapitel werden allgemeine Informationen zu Übertragungsinstrumenten und deren normgerechter Aufbereitung beschrieben. Diese sind für das Verständnis dieser Arbeit von großer Bedeutung.

#### 3.1.2 Übertragungsinstrumente

Als Übertragungsinstrumente werden die Instrumente im zahnärztlichen Bereich bezeichnet, die für die Bewegungen der Schleifinstrumente, wie z.B. den Bohrern, genutzt werden.

Die Übertragungsinstrumente werden in drei verschiedene Kategorien unterteilt:

- In die Turbinen [1], die ihre Bewegung durch die Kraft der Druckluft erlangen,



Abb. 1: Turbine [2]

- in die Winkelstücke [1], die sich äußerlich kaum von den Turbinen unterscheiden, deren Bewegung jedoch von einem Mikromotor erzeugt wird



Abb. 2: Winkelstück [3]

- und in die Handstücke [1], die den Winkelstücken vom inneren Aufbau sehr ähnlich sind, jedoch einen gerade verlaufenden Schaft aufweisen.



Abb.3: Handstück [3]

### 3.1.3 Instrumentenaufbereitung

Für die richtige Instrumentenaufbereitung gibt es verschiedene Normen bzw. Richtlinien. Eine sehr große Bedeutung spielt hierbei die Norm DIN EN ISO 15883 [4] und die Richtlinie des AKI [5] (Arbeitskreis Instrumentenaufbereitung), nach denen sich die Nutzer der Übertragungsinstrumente und die Entwickler der Reinigungs- und Desinfektionsgeräte richten.

Die allgemeine maschinelle Aufbereitung von Übertragungsinstrumenten besagt, dass benutzte Instrumente innerhalb von sechs Stunden gereinigt werden sollten. Besteht eine Verschmutzung durch ätzende Stoffe, so muss das Instrument nach der Behandlung sofort vorbehandelt werden.

Meistens beginnt der Reinigungsprozess mit einer Kaltwasserreinigung von unter 45°C, dabei muss auf die Nutzung des richtigen Reinigungsmittels geachtet werden. Es folgen weitere Spülungen, wobei ein geeignetes Neutralisationsmittel zum Einsatz kommen kann. Die Desinfektion bei 93°C kann entweder im ersten Prozessschritt, oder aber auch in Verbindung mit der Schlusspülung durchgeführt werden. Wird eine Schlusspülung ohne Desinfektion durchgeführt, so hat das Wasser hierbei eine Temperatur von 70 bis 75°C. Zur Verringerung von Flecken und Verfärbungen, sollte bei diesem Spülgang vollentsalztes Wasser genutzt werden. Außerdem kann noch ein spezielles Nachspülmittel zugegeben werden. Im Anschluss daran erfolgt die Trocknung der Übertragungsinstrumente. Diese wird vor der Ölung, die bei den Übertragungsinstrumenten ebenfalls vorgeschrieben ist, durchgeführt.

Zurzeit muss diese Ölung noch manuell mit einer Spraydose erfolgen, was sich aber durch die Entwicklung eines RDPGs ändern soll. Wird die Ölung dann maschinell mit dem RDPG durchgeführt, so erfolgt sie nach der Trocknung. Nach der Ölung wird ein neuer Schritt eingesetzt, der dafür sorgt, dass die Übertragungsinstrumente nochmals mit Druckluft beaufschlagt werden, um überschüssiges Öl zu entfernen.

## 3.2 Informationsbeschaffung und Anforderungsanalyse

Das Lastenheft<sup>1</sup>, so wie die Norm DIN EN ISO 15883 [4] und Aufbereitungsrichtlinien des AKI [5], sind in dieser Arbeit die Hauptinformationsquellen und weisen die verschiedenen Anforderungen auf, die der Kunde fordert und auch die, die aus hygienischen Gründen vorgeschrieben sind. Die Hauptaussagen des Lastenheftes sind, dass der Adapter sehr ergonomisch gestaltet werden muss, damit der Nutzer eine schnelle, einfache und sichere Bestückung vornehmen kann. Weitere Forderungen sind, dass der Adapter modular aufgebaut werden sollte, da verschiedene Praxen von verschiedenen Größen auch unterschiedlich viele Übertragungsinstrumente nutzen. Damit jede Praxis einen auf sie zugestimmten Adapter nutzen kann und evtl. auch den Adapter noch erweitern kann, sollten alle Module des Adapters den gleichen Aufbau aufweisen. Dadurch sollte der Nutzer auch selber eine Erweiterung des Adapters vornehmen können und so nicht unbedingt den Kundendienst kommen lassen müssen.

---

<sup>1</sup> siehe Anhang 1

Natürlich darf bei der Instrumentenaufbereitung, wie unter 2.1.2 beschrieben, die Hygiene nicht gefährdet sein. Deshalb ist es wichtig, dass der Adapter mit einem sehr hygienischen Design ausgestattet ist.

Anforderungen, wie z.B. der Werkstoff des Adapters, sind in den Richtlinien oder Normen beschrieben und somit schon als Festanforderung gegeben. In diesem Fall fordert der Kunde jedoch den Werkstoff Edelstahl, da Edelstahl sehr beständig gegen die Einflüsse der genutzten Chemikalien ist, wodurch eine höhere Hygiene als bei anderen Werkstoffen gegeben ist.

Weitere Informationsquellen sind zwei Vorprojekte zu diesem Projekt, wo unter anderem ein sogenannter „Lead- User- Workshop“ durchgeführt wurde, zu dem Ingenieure und Zahnärzte eingeladen wurden, um die Kundenwünsche, die gegebenenfalls auch im Lastenheft wieder zu finden sind, heraus zu filtern. In diesem Workshop wurde z.B. auch die Anforderung an den Adapter gestellt, dass dieser zwischen drei und neun Übertragungsinstrumenten Kapazität bieten sollte. Zudem gab es in diesem Projekt bereits eine Idee für einen Adapter, der jedoch keinen der gestellten Anforderungen entsprach und der in seiner Form schlecht gestaltet war, so dass ein großer Druckverlust herrschte und die Instrumente nicht genügend gereinigt wurden.

In dem zweiten Projekt wurde ein Funktionsmuster für das RDPG entworfen, wonach der Designprototyp folgt, der für dieses Projekt Vorgaben, wie die Größe des Spülraums und somit den zur Verfügung stehenden Platz für den Adapter vorgibt.

Nachstehend sind die Anforderungen aus allen Quellen zur übersichtlichen Darstellung in Kurzform zusammengefasst:

<b>Festanforderungen</b>	<b>Wunschanforderungen</b>	<b>Mindestanforderungen</b>
Modularität des Adapters	Kapazität für 3-9 Übertragungsinstrumente	Ergonomische Bestückung
Hygienisches Design	Kostengünstig	Maße höchstens 310x220x350
Werkstoff Edelstahl	Befestigung durch Kupplungen	Kurze Bestückungszeit
Optimale Aufbereitung möglich		

Tabelle 1: Anforderungen an Adapter

### 3.3 Projektplan

Dieses Projekt wird gemäß des Projektmanagementsystems im Unternehmen (IMNU 2.0) bearbeitet. IMNU 2.0 wurde für dieses Teilprojekt angepasst

Die Bearbeitungszeit des Projektes hat am 01. März 2010 begonnen und endet am 30. Mai 2010 durch die Abgabe der schriftlichen Dokumentation.

Die Terminplanung der Meilensteine lautet wie folgt:

- V1 Freigabe der Projekterklärung: 16.03.2010
- V2 VE-Lastenheft freigegeben: 13.04.2010
- V3 Lösungskonzepte abgesichert: 29.05.2010

Das gesamte Projekt ist in vier Phasen eingeteilt. Die Phasen sind Planung, Entwurf, Realisierung und Dokumentation.

## 4 Entwurf

### 4.1 Ideenfindung

Zur Ideenfindung wurde nach einem ersten Brainstorming die 6-3-5-Methode<sup>[6]</sup> genutzt, um in wenig Zeit an sehr viele Ideen zu gelangen. Da die Entwicklung des Adapters eine komplette Neuentwicklung war, war diese Methode eine gute Wahl, da die Teilnehmer sehr viele verschiedene und vor allem sehr kreative Ideen hervorgebracht haben.

Nach der Kreativsitzung wurden die Lösungsansätze von den Teilnehmern der Kreativsitzung bewertet, wodurch ein genauerer Überblick über die einzelnen Ideen entstanden ist und die Auswahl der Lösungen vorab eingegrenzt wurde. Nach der Bewertung wurden die gesamten Lösungen nochmals begutachtet und einige konnten durch das Brainstorming, oder auch durch das Verbinden von mehreren verschiedenen Varianten zu einer Gesamtvariante, weiter entwickelt werden.

So konnten die Lösungen noch besser an die Anforderungen angepasst werden.

Am Ende wurden vier Lösungsansätze herausgefiltert, die für die Entwicklung des Adapters sehr aussichtsreich erschienen.

---

<sup>2</sup> siehe Anhang 2 - 4

## 4.2 Lösungsansätze

### 4.2.1 Skizzenerstellung

Von den vier sehr aussichtsreichen, jedoch sehr verschiedenen Lösungen, wurden Skizzen erstellt, um die Lösungsvarianten so besser untereinander vergleichen zu können.

Bei dem geforderten Bestückungsvolumen von drei bis neun Übertragungsinstrumenten und vor dem Hintergrund, dass alle Module gleich aufgebaut werden sollten, hat sich herauskristallisiert, dass es am sinnvollsten ist, jeweils drei Module mit jeweils drei Bestückungsplätzen zu entwickeln. Doch dies ist nicht nur von der praktischen Seite ein Pluspunkt, sondern entspricht auch eher den Designanforderungen, da die Module so besser zusammenpassen.

### 4.2.2 Lösungsvariante 1

Die Lösungsvariante 1 ist die Variante, die in dieser Art schon vor der Kreativsitzung als Idee vorhanden war. Durch Lösungsvorschläge aus der Kreativsitzung wurde diese Idee weiter entwickelt.

Hier werden die einzelnen Module untereinander geschraubt, so dass der Adapter nach unten hin erweitert werden kann. Diese Art des Adapters sieht auch sehr gut aus, wenn der Adapter nicht aus allen drei Modulen zusammengesetzt ist.

Der Anschluss für den Adapter ist an der oberen Wand des Spülraums angedacht und zum bestücken des Adapters kann dieser herausgenommen werden, oder auch zum Beispiel drehbar gelagert werden kann. So muss der Adapter zum bestücken nur gedreht werden und die Übertragungsinstrumente können von vorne aufgesteckt werden.

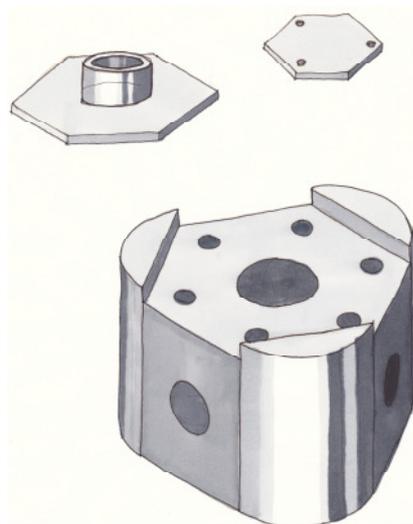


Abb. 4: Lösungsvariante1 (Quelle: eigene Skizze)

### 4.2.3 Lösungsvariante 2

Die Lösungsvariante 2 ist ähnlich der, die schon einmal in einem Vorprojekt entwickelt wurde, wie in 3.2. erwähnt. Doch da der Wasserverlauf hier anders gestaltet ist, ist eine gründliche Reinigung eher gewährleistet.

Die drei Module können auf einer Grundplatte montiert werden, so dass es wie ein Gitter wirkt, wenn alle Module aufgeschraubt sind. Sind nicht alle Module angeschraubt, so wirkt der Adapter „unfertig“, was aus designtechnischer Sicht eher von Nachteil ist.

Der Anschluss für diesen Adapter ist an der Hinterwand des Spülraums angedacht und um eine ergonomische Bestückung vornehmen zu können, war die Idee, den Adapter durch Rollen, auf den im Spülraum vorhandenen Einschubleisten, herausziehen zu können. Um einen ergonomischen Anschluss an die Wasserzufuhr zu gewährleisten, wäre ein Teleskoprohr von Vorteil, da so keine Ab- und Ankopplung an den Anschluss vorgenommen werden müsste.

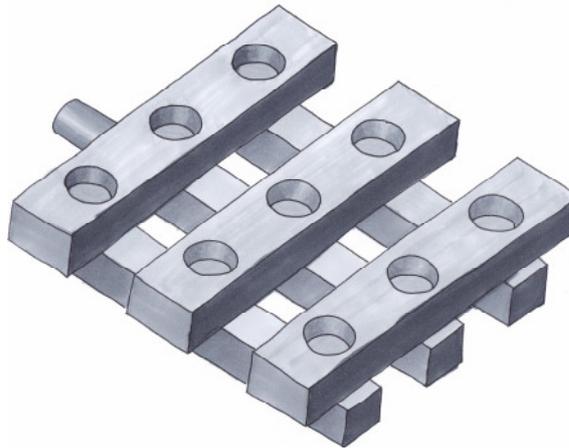


Abb. 5: Lösungsvariante 2 (Quelle: eigene Skizze)

### 4.2.4 Lösungsvariante 3

Lösungsvariante 3 ist ein Adapter, der aus einem Dreieck als Hauptteil besteht und wo drei einzelne Rohre jeweils ein Adapter sind. An diese Rohre können jeweils drei Übertragungsinstrumente angebracht werden. Bei diesem Adapter ist der Anschluss an der oberen Spülraumwand vorgesehen und kann zum bestücken herausgeschraubt werden.

Was an diesem Adapter etwas störend wirkt, ist, wenn er nicht mit den gesamten drei Modulen bestückt ist, denn dann ist die äußerliche Erscheinung nicht sehr vorteilhaft in Hinsicht auf ein gelungenes Design.

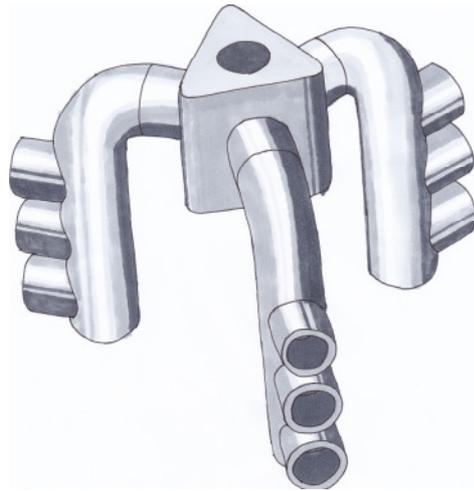


Abb. 6: Lösungsvariante 3 (Quelle: eigene Skizze)

#### 4.2.5 Lösungsvariante 4

Die 4. Lösungsvariante ist von der Idee ähnlich wie Lösung 3, denn auch hier werden Rohre als Module verwendet. Doch bei dieser Lösung sind die Übertragungsinstrumente anders angebracht, so dass sie mit dem Kopf nach unten hängen und somit die Schmutzreste direkt nach unten ausgespült werden. Die Anbringung ist an der hinteren Spülraumwand, so dass wieder eine Art Spülkorb als Halterung auf Rollen, wie in der Lösungsvariante 2, dienen.

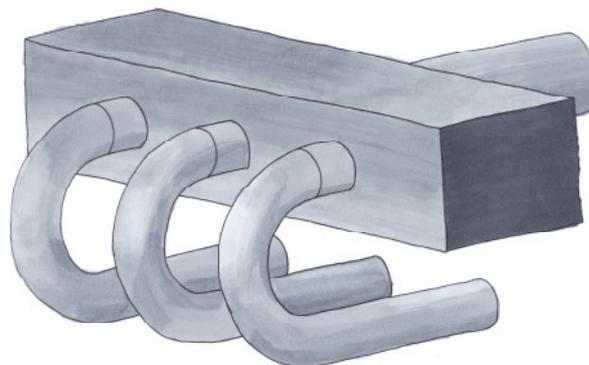


Abb. 7: Lösungsvariante 4 (Quelle: eigene Skizze)

### 4.3 Nutzwertanalyse

In der Nutzwertanalyse wurden alle vier aussichtsreichen Lösungen verglichen. Wichtige Kriterien waren hierbei die Pflichtenforderungen aus dem Lastenheft, wie Ergonomie, Modularität und hygienisches Design. Aber auch Kriterien, wie die zu erwartende Reinigungsleistung, oder die vorraussichtlichen Kosten, wurden mit betrachtet.

Durch die Bewertungen der Kriterien im Projektteam ist die Lösungsvariante 1 als eindeutiger Favorit ausgewählt worden.

Diese Variante wird im Folgenden weiter betrachtet und realisiert.

Kriterien	Ranges						Bewertungs- punkte (Bp)	Design 1 untereinander		Design 2 Gitter		Design 3 gebogene Rohre		Design 4 gerade Rohre	
	1	2	3	4	5	6		Erfüllungs- grad (Eg)	Bp x Eg	Erfüllungs- grad (Eg)	Bp x Eg	Erfüllungs- grad (Eg)	Bp x Eg	Erfüllungs- grad (Eg)	Bp x Eg
1 Design		0	1	0	0		1	8	8	2	2	5	5	3	3
2 Kosten	2		2	1	1		6	6	36	3	18	7	42	6	36
3 Ergonomie Bestückung	1	0		1	1		3	7	21	8	24	6	18	6	18
4 Hygiene	2	1	1		1		5	8	40	2	10	5	25	8	40
5 Reinigungsleistung	2	1	1	1			5	7	35	5	25	6	30	6	30
6							0		0		0		0		0
<b>Summe</b>									<b>140</b>		<b>79</b>		<b>120</b>		<b>127</b>

Bewertung:

0: unwichtiger als gegenübergestelltes Kriterium  
1: beide gegenübergestellten Kriterien sind gleich wichtig  
2: wichtiger als gegenübergestelltes Kriterium

Erfüllungsgrad:

nicht vorhanden: 0  
unbefriedigend: 1 - 2  
befriedigend: 3 - 4  
gut: 5 - 6  
sehr gut: 7 - 8

Abb. 8: Nutzwertanalyse

#### 4.4 Pflichtenheft

Das Pflichtenheft<sup>3</sup> wurde nach der Erstellung der Nutzwertanalyse erstellt, um alle Anforderungen, die mit dem Adapter erfüllt werden können, aufzuzeigen.

### 5 Realisierung

#### 5.1 Konstruktion

Bei der Konstruktion am Computer wurde mit dem Programm Catia V5 gearbeitet. Die Fertigungszeichnungen<sup>4</sup> hierzu können im Anhang entnommen werden.

Bei der Konstruktion musste auf mehrere Aspekte geachtet werden. Zum einen sollte der Adapter ergonomisch zu bestücken sein. Das heißt, es mussten Maße gewählt werden, die für genügend Fingerfreiheit bei der Bestückung sorgen. Zusätzlich durfte der Adapter nicht zu groß gestaltet werden, da der bestückte Adapter sonst nicht in den Spülraum passen würde.

Die Module mussten weiterhin so gestaltet werden, dass möglichst wenig Spülschatten entstehen. Das heißt, dass die Radien, die sich an den einzelnen Modulen befinden, möglichst groß gewählt werden müssen, jedoch nicht so groß, dass die Nut für das Zusammensetzen der Module in ihrer Stabilität beeinträchtigt wird.

Das Zusammensetzen mit den Projektverantwortlichen für das Projekt des Designprototypen war an dieser Stelle unausweichlich, damit abgestimmt werden konnte, wo die Düsen im Spülraum angeordnet werden müssen und wie viele Düsen überhaupt benötigt werden, um eine einwandfreie Außenreinigung zu gewährleisten. Weiterhin musste die Befestigung des Adapters im Spülraum festgelegt werden, da zwar fest stand, dass der Adapter an der oberen Spülraumwand angebracht werden sollte, jedoch nicht, wie dies geschehen sollte.

<sup>3</sup> siehe Anhang 5

<sup>4</sup> siehe Anhang 6

Damit kein kontaminiertes Wasser an die Schrauben gelangt und sich dort fest setzt, mussten Dichtungen mit in den Adapter eingepasst werden, um ein hohes Maß an Hygiene zu gewährleisten.

Ein großer Vorteil bei dem ausgewählten Lösungskonzept ist, dass der Adapter nicht nur drei bis neun Übertragungsinstrumente aufnehmen kann, sondern dass man ihn auch auf Grund der Gleichheit der Module auf eine Kapazität von zwölf Übertragungsinstrumenten erweitern kann.

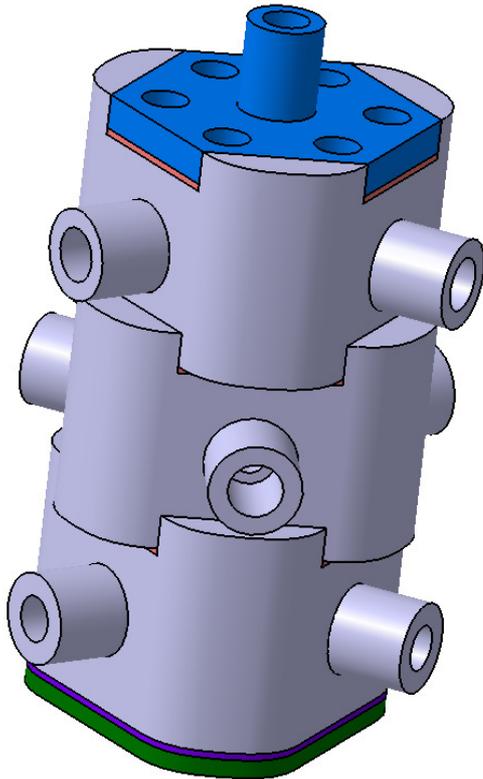


Abb. 9: Screenshot Adapter

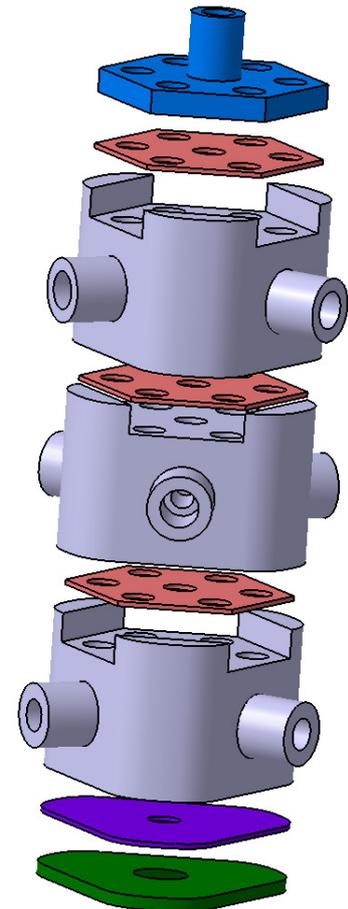


Abb. 10: Screenshot Adapter

## 5.2 Herausforderungen

Im Laufe der Konstruktion sind einige Problematiken aufgetreten. Es sollten Kupplungen für den Adapter eingesetzt werden, die auch bei dem Zahnarzt in der Praxis genutzt werden, um die Übertragungsinstrumente an seinen Behandlungsstuhl zu befestigen. Die Kupplungen sollen genutzt werden, damit eine schnelle und vor allem einfache Bestückung vorgenommen werden kann. Diese Kupplungen müssen jedoch für jedes Übertragungsinstrument spezifisch eingebaut werden. Der Zahnarzt muss sich also entscheiden, von welchen Kupplungen er wie viele benötigt. Kauft er nun Übertragungsinstrumente hinzu, muss er wiederum auch Kupplungen nachbestellen. Damit

dies verhindert werden kann, wurde nach einer Alternative gesucht, um möglichst alle verschiedenen Übertragungsinstrumente an einer Kupplung zu befestigen.

Dadurch wurde eine Universalkupplung interessant, die bereits in anderen eigenen Geräten eingesetzt wird. Bei dieser ist die Bestückungszeit jedoch etwas länger. Um den Zahnärzten jedoch beide Varianten vorstellen zu können, wurde ein Modul des Adapters so konstruiert, dass die Universalkupplungen angebracht werden können. Das heißt, dass das Einschraubloch für die Kupplung versetzt wurde und ein anderes Gewinde genutzt wird.

Ein zweites Problem ergab sich bei den spezifischen Kupplungen darin, dass sie in das Gewinde M14x0,7 eingeschraubt werden müssen, für welches es keinen Gewindebohrer gibt. Um das Problem zu lösen, muss das Gewinde mit einer Drehmaschine hergestellt werden. Diese kann das Gewinde aber durch die vorhandene Form des Adapters, nicht direkt in die Module hineindrehten. Es musste also eine Lösung gesucht werden, damit die Kupplungen dennoch in die Module eingeschraubt werden können. Eine Lösung ist, dass die Kupplungen hineingeklebt werden, was aber eine sehr ungünstige Lösung darstellt, da die Kupplungen so nicht ausgetauscht werden können. Also wurde eine Buchse entworfen, die ein Außengewinde M20 besitzt und somit in das Modul eingeschraubt werden kann. Zusätzlich hat die Buchse ein hineingedrehtes M14x0,7 Gewinde, wo dann die Kupplungen eingeschraubt werden können.

Da sich durch den größeren Durchmesser der Buchse nun das Loch in dem Modul vergrößert hat, ist das Problem aufgetreten, dass die Schrauben zur Befestigung der Module nun durch das Gewinde für die Buchse verlaufen würden. Die Lösung hierfür ist so ausgefallen, dass die Buchse nur 5mm in das Modul eingeschraubt wird und der Rest der Buchse hervorsteht. Die Buchse wird also nicht mehr wie zuvor vorgesehen, ganzheitlich in das Modul eingeschraubt. Die Durchgangsbohrung, wodurch das Wasser über die Kupplungen zu den Übertragungsinstrumenten fließt, wird auf einen Durchmesser von 7mm begrenzt. Somit wird eine Kollision der verschiedenen Bohrungen vermieden.

### 5.3 Berechnung

In der Antragsstellung wurde die Aufgabe gestellt, dass eine Berechnung der Druckverhältnisse im System durchgeführt wird. Da die Umwälzpumpe in dem RDPG 1bar Druck ausübt, sollten sich in dem gesamten System ein ideeller Wert von 1bar Druck befinden. Da der Druckverlust so gering ist, dass er für die Qualität der Reinigung vernachlässigt werden kann, wurde beschlossen, dass es in diesem Fall sinnvoller ist, eine Berechnung der Strömungsgeschwindigkeiten [7] zu erstellen, um zu veranschaulichen, mit welcher Geschwindigkeit das Wasser durch die Kupplungen fließt, um die Kontamination beseitigen zu können. Die Strömungsgeschwindigkeit in den Kanälen ist ein sehr wichtiger Parameter zur Reinigungsleistung.

## Praxisbeispiel: Dokumentation eines betrieblichen Auftrags

Nur zur Anschauung! Weitere Verwendung oder Vervielfältigung nicht gestattet!

geg.: Volumenstrom  $Q = 17 \text{ dm}^3/\text{min}$   
Durchmesser der Übertragungsinstrumente<sup>[8]</sup>  $d = 0,7 \text{ mm}$   
ges.: Querschnittsfläche  $A = ? \text{ dm}^2$   
Durchflussgeschwindigkeit  $v = ? \text{ m}/\text{min}$

$$A = \frac{\pi \times d^2}{4} \qquad v = \frac{Q}{A}$$
$$A = \frac{\pi \times (0,007 \text{ dm})^2}{4} \qquad v = \frac{17 \text{ dm}^3/\text{min}}{0,000038 \text{ dm}^2}$$
$$A = 0,000038 \text{ dm}^2 \qquad v = 447368,42 \text{ dm}/\text{min}$$

**V = 4.473,68 m/min**

Anhand dieser Werte kann man sehen, dass eine sehr hohe Durchflussgeschwindigkeit in den Kanälen herrscht, was bedeutet, dass die Übertragungsinstrumente von innen sehr gut gereinigt werden können.

Denn je schneller die Durchflussgeschwindigkeit in den Kanälen ist, desto mehr Schmutz wird vom Wasser mitgezogen.

### 5.4 Testdurchführung

Bei der Testdurchführung wurde der Adapter von verschiedenen projektunabhängigen Personen bestückt. Nach der Bestückung sollte ein Fragebogen<sup>5</sup> ausgefüllt werden, der Fragen zu dem Adapter selbst und auch zu den verschiedenen Kupplungstypen enthielt.

Das Ergebnis wies auf, dass die Form des Adapters sehr ergonomisch gestaltet ist und man genügend Fingerfreiheit zur Anbringung der Übertragungsinstrumente hat. Weiterhin konnte festgestellt werden, dass die Spezialkupplungen von allen Testteilnehmern bevorzugt wurden.

Das bedeutet für das Unternehmen, dass es von Vorteil wäre, die Universalkupplungen in Zukunft durch Spezialkupplungen zu ersetzen.

---

<sup>5</sup> siehe Anhang 7

## 6 Fazit

Der gesamte Verlauf des Projektes hat die Aufgaben des Berufes im wahren Alltag gezeigt. Die gelernten Fähigkeiten wurden zusammengefügt und somit konnte die Aufgabenstellung sehr gut gelöst werden.

Der Adapter, der in diesem Projekt konstruiert wurde, entsprach den Anforderungen des Auftraggebers und passt gut in das Gesamtbild des RDPGs.

Die angegebenen Forderungen konnten alle umgesetzt werden und somit war der Auftraggeber sehr zufrieden mit dem Adapter.

Im Verlauf des Projektes sind auch einige unerwartete Herausforderungen und Probleme aufgetreten. Doch auch im normalen Arbeitsalltag treten Probleme auf, die es zu lösen gilt. So konnte schließlich auch in diesem Projekt eine Lösung umgesetzt werden.

Diese wird in späteren Projekten aufgegriffen und ggf. weiterentwickelt, damit sie evtl. neuen Anforderungen oder Ideen angepasst werden kann.



## **7 Anhang**

### *Anhang 1*

#### *VE-Lastenheft*

*Abteilung/Zeichen*

*Datum*

16.03.2010

---

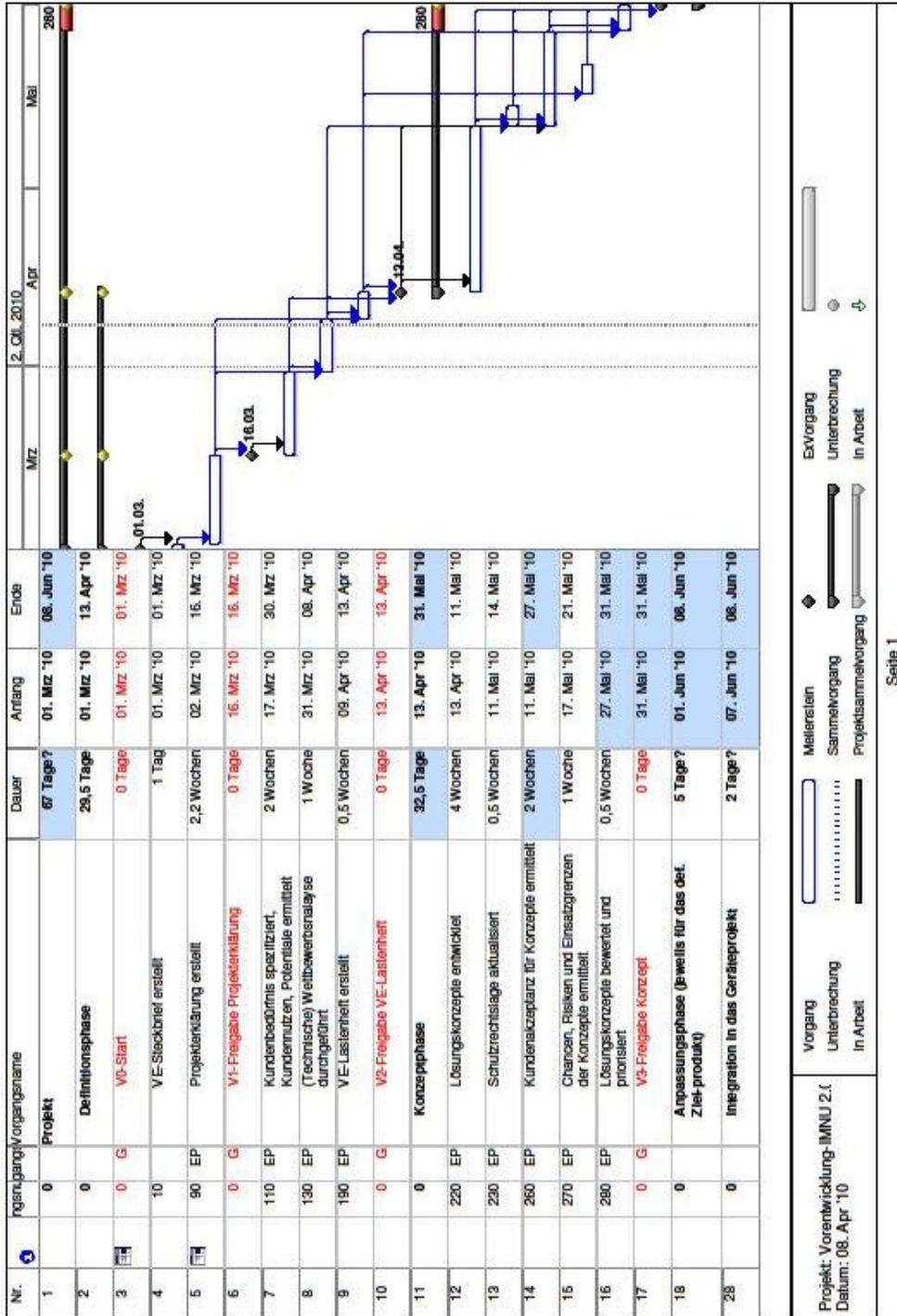
# **Lastenheft Vorentwicklung**

## **Projekt: Ergonomische Adapterlösung für ein RDPG**

**Hinweis: aus Datenschutzgründen sind die Anhänge in dieser beispielhaften Dokumentation nicht vollständig wiedergegeben.**

Anhang 2

Projektplan



*Anhang 3*

*Projektsteckbrief*

**Hinweis: aus Datenschutzgründen sind die Anhänge in dieser beispielhaften Dokumentation nicht vollständig wiedergegeben.**

*Anhang 4*

*Projekterklärung*

## Projekterklärung

Vorentwicklungsprojekt:

Ergonomische Adapterlösung für ein RDPG



Bielefeld, den 09.03.2010

---

*Anhang 5*

*Pflichtenheft*

*Abteilung/Zeichen*

*Datum*

28.04.2010

---

# **Pflichtenheft**

## **Ergonomische Adapterlösung für ein RDPG**

Datum: 28.04.2010

Änderungsstand: 00

**Das Dokument wurde geprüft und der Inhalt in der vorliegenden Form genehmigt. Änderungen gefährden den Projekttermin und dürfen nur mit Zustimmung der Unterzeichner vorgenommen werden.**

---

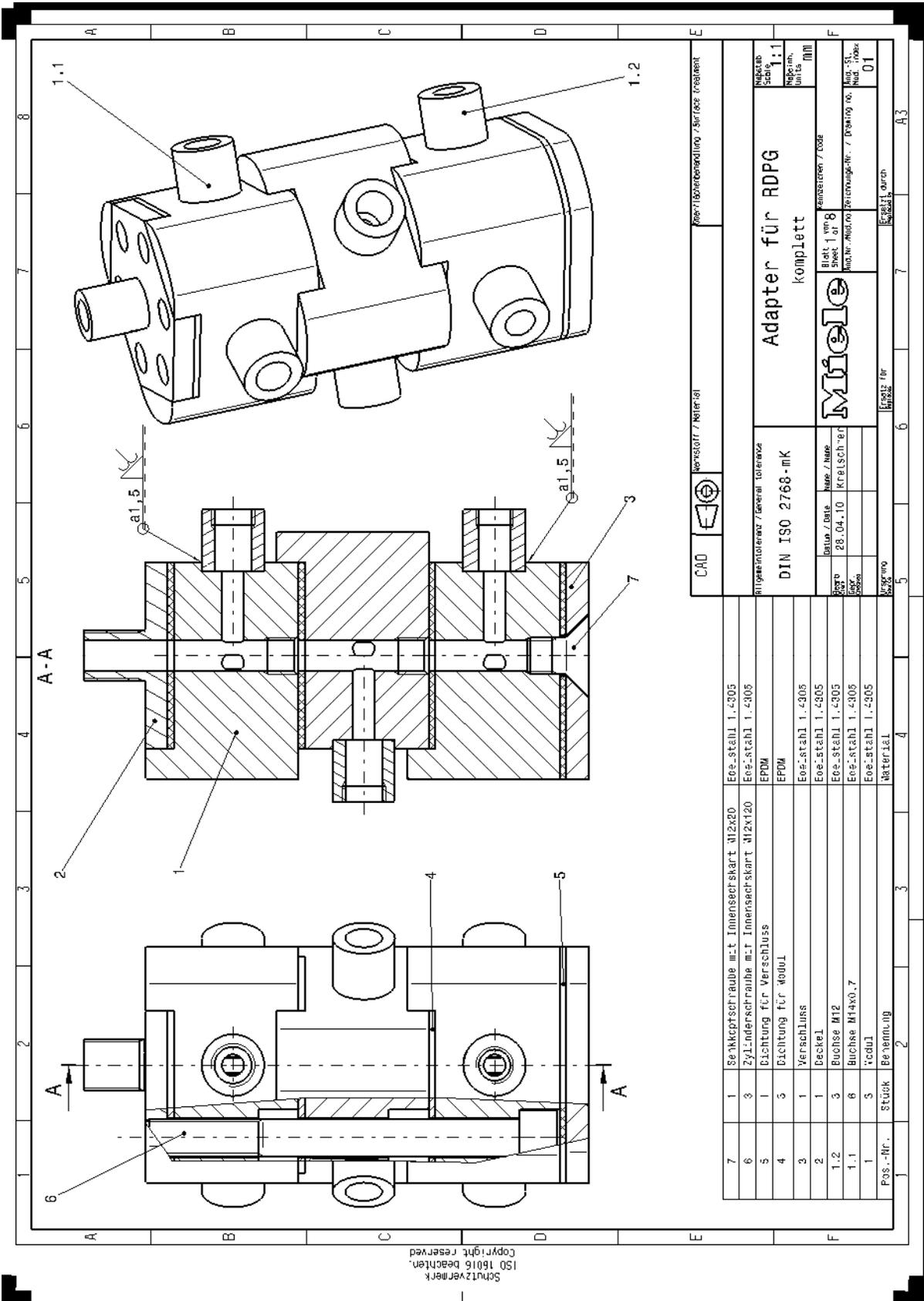
Auftraggeber

---

Projektleiterin

Anhang 6

Zeichnungen



*Anhang 7**Fragebogen des Bestückungstests***Fragebogen zur Bestückung des Adapters****Spezialkupplungen:**

1. Ist bei der Bestückung genügend „Fingerfreiheit“ vorhanden?  
 ja             nein
2. Gab es Verklebungen während der Bestückung?  
 ja             nein
3. Wird die Hand bzw. das Handgelenk bei der Bestückung stark belastet?  
 ja             nein
4. Sonstige Anmerkungen:

---

---

---

**Universalkupplungen:**

1. Ist bei der Bestückung genügend „Fingerfreiheit“ vorhanden?  
 ja             nein
2. Gab es Verklebungen während der Bestückung?  
 ja             nein
3. Wird die Hand bzw. das Handgelenk bei der Bestückung stark belastet?  
 ja             nein
4. Sonstige Anmerkungen:

---

---

---

## 8 Quellen- und Literaturverzeichnis

- [1]: Menges, Michael: „Übertragungsinstrumente“.  
URL:<http://www.zaehne-erhalten.de/uebertragungsinstrumente.html>  
[Stand: 12.04.2010]
- [2]: W&H (2007): „Turbinen“.  
URL: [http://www.wh.com/de\\_germany/products/restaurationprothetics/turbines/?wsb=top](http://www.wh.com/de_germany/products/restaurationprothetics/turbines/?wsb=top)  
[Stand: 05.05.2010]
- [3]: W&H (2007): „Proxeo Winkel- und Handstücke“.  
URL: [http://www.wh.com/de\\_germany/products/prophylaxisparadontology/handpieces/proxeo/index.aspx](http://www.wh.com/de_germany/products/prophylaxisparadontology/handpieces/proxeo/index.aspx)  
[Stand: 05.05.2010]
- [4]: Normenausschuss Medizin:  
„Reinigungs-Desinfektionsgeräte –  
Teil 1: Allgemeine Anforderungen, Begriffe und Prüfverfahren“  
und  
„Reinigungs-Desinfektionsgeräte –  
Teil 2: Anforderungen und Prüfverfahren von  
Reinigungs-Desinfektionsgeräten mit thermischer Desinfektion für  
chirurgische Instrumente, Anästhesiegeräte, Gefäße, Utensilien, Glasgeräte  
usw.“  
Berlin: Beuth Verlag 2006
- [5]: Fuchs, Wolfgang u.a.  
(Arbeitskreis Instrumentenaufbereitung) :  
*Instrumenten-Aufbereitung in der Zahnarztpraxis richtig gemacht.*  
3. überarbeitete Ausgabe, Mörfelden-Walldorf: 2005
- [6]: Löffler, Thomas/ Hug, Thomas:  
„Problemlösung/ Planung 6-3-5-Methode“.  
URL:[http://www.holztechnik-online.de/download/Methoden/635\\_Methode.pdf](http://www.holztechnik-online.de/download/Methoden/635_Methode.pdf)  
[Stand: 16.03.2010]

- [7]: Fischer, Ulrich/ Heinzler, Max/ Näher, Friedrich/ Paetzol, Heinz/  
Gomeringer, Roland/ Kilgus, Roland/ Oesterle, Stefan/ Stephan, Andreas:  
*Tabellenbuch Metall*,  
43., neu bearb. und erw. Aufl. Haan-Gruiten:  
Europa Lehrmittel 2005
- [8]: Paul, Christian; Dissertation:  
*„Zahnärztliche Übertragungsinstrumente aus hygienischer Sicht“*  
URL:[http://www.diss.fu-berlin.de/diss/servlets/MCRFileNodeServlet/  
FUDISS\\_dderivate\\_000000003415/1\\_kapitel11.pdf.pdf;jsessionid=  
3070922A7B99AE055C8AC38530E2D516?hosts](http://www.diss.fu-berlin.de/diss/servlets/MCRFileNodeServlet/FUDISS_dderivate_000000003415/1_kapitel11.pdf.pdf;jsessionid=3070922A7B99AE055C8AC38530E2D516?hosts)  
[Stand:10.05.2010]