

KONZEPTENTWICKLUNG ZUR OPTIMierten LAGERUNG, BEDIENUNG  
UND VERWALTUNG VON GEWEBEPROBEN IN EINEM AUTOMATISIERTEN  
ARCHIV, DARGESTELLT AM BEISPIEL DER BIOBANK GRAZ.

---

Diplomarbeit

Stefan Bachleiter (0530868 – F 066 924)

Begutachter: O. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Stefan Vorbach

Betreuerin: Univ.-Ass. Dipl.-Ing. Christiana Müller,

Betreuer: Univ.-Ass. Dipl.-Ing. Wolfgang Marko



Technische Universität Graz



Institut für Unternehmensführung und Organisation

Im Auftrag von:



YLOG GmbH

In Zusammenarbeit mit:



Biobank der Medizinischen Universität Graz

6. Januar 2012

Deutsche Fassung:  
Beschluss der Curricula-Kommission für Bachelor-, Master- und Diplomstudien vom 10.11.2008  
Genehmigung des Senates am 1.12.2008

### EIDESSTÄTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommene Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am ..... (Unterschrift)

Englische Fassung:

### STATUTORY DECLARATION

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources / resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

..... date (signature)

## Vorwort und Danksagung

Durch das Glück eine Vielzahl an unterschiedlichen Ansprechpartner und -partnerinnen im Laufe des Projektes erhalten zu haben, fällt es mir an dieser Stelle nicht leicht, eine Reihenfolge vorzunehmen.

Ich möchte mich für die hervorragende Betreuung beim Team des Institutes für Unternehmensführung und Organisation bedanken, beginnend bei Herrn Professor Vorbach für die Betreuung, seine hilfreichen Anmerkungen bei den Präsentationen und das Entgegenkommen in organisatorischen Angelegenheiten, bis hin zu Frau Birgit Schober für die freundliche Unterstützung in Bibliotheksfragen.

Besonders hervorheben möchte ich an dieser Stelle meine Betreuerin Frau Dipl.-Ing. Christiana Müller und meinen Betreuer Herrn Dipl.-Ing. Wolfgang Marko, die mir gleichermaßen kollegial, wie sachverständig bei Fragen zur Verfügung gestanden sind. Sie waren hervorragende Ideengeber, wenn die Gefahr bestand, an Schwung, Fortschritt und Orientierung zu verlieren, und haben mir neben inhaltlichen und strukturellen Hilfestellungen den nötigen terminlichen und organisatorischen Freiraum eingeräumt.

Der Geschäftsführung der Firma YLOG GmbH gilt mein Dank für die Möglichkeit, dieses Projekt durchführen zu können und das Vertrauen in meine Arbeit, hier besonders Herrn Dipl.-Ing. Heinrich Amminger, meinem Firmenprojektbetreuer, der mir u.a. bei den Präsentationen unterstützend zur Seite stand. Ebenso waren der Rat von und sämtliche fruchtbare Diskussionen mit Helmut Strasser, Anton Außerlechner, Peter Fabian und Gerhard Konrad im Zusammenhang mit der Behälterkonstruktion sehr wertvoll. In Bezug auf die Kundenanbindung erwies sich die Zusammenarbeit mit Stefan Walkner als sehr angenehm und bereichernd, da ich stets auf seine Kompetenz vertrauen konnte.

Die Kooperation mit den MitarbeiterInnen der Biobank erfolgte auf produktiver und wertschätzender Basis. Hier gilt ein besonderes Dankeschön Frau Dr. Karine Sargsyan und Frau Dr. Michaela Bayer für ihre Rückmeldungen und Anmerkungen zu den erarbeiteten Prozessen. Vielen herzlichen Dank an Ruzica Josipovic und Karin Konrad, für eure Geduld und die vielen, oftmals mühsamen Stunden, in denen wir Verbesserung für Verbesserung zu einzelnen Prozessbestandteilen diskutiert haben.

Außerordentlich hervorzuheben ist der Dank an meine Eltern, die mich in all den Jahren moralisch und finanziell unterstützt und mir mein Studium erst ermöglicht haben. Danke für euer Verständnis.

Besonders betroffen von meiner Arbeit war auch meine Verlobte Gerti. Ich danke dir für deine vielfältige Unterstützung, die lieben Gesten und Hilfestellungen, deine Aufklärungen und Zuspruch und deine wichtigen Anmerkungen im Rahmen des Korrekturlesens.

## Zusammenfassung

Bis zum Ende des Jahres 2011 wird ein Warenlager der Firma YLOG GmbH am LKH- Univ. Klinikum Graz entstehen. Darin werden Gewebeprobe der Biobank Graz eingelagert. Die speziellen Eigenschaften dieser Proben, die im Vergleich zum üblichen Lagergut sehr hohe Ansprüche an die Aufbewahrung stellen, sind der Ausgangspunkt für diese Arbeit, die in einen theoretischen und einen praktischen Teil gegliedert ist. Die Theorie befasst sich mit dem verwendeten Vorgehensmodell "Systems Engineering" und den Grundlagen des Prozessmanagements und stellt die Basis für die durchgeführten Tätigkeiten dar. Diese wiederum gliedern sich in zwei Aufgabenbereiche: Einerseits in die Konzeption eines den Anforderungen entsprechenden Aufbewahrungsbehältnisses und andererseits in die Betrachtung aktueller und zukünftiger Abläufe im Bereich der Probenlagerung.

- Behälterkonzeption: Ausgehend von einer Konkretisierung der Aufgabenstellung und Klärung des Problemfelds wurden verschiedene Lösungsvarianten erarbeitet. Die dadurch geschaffenen Informationen dienten der Entscheidungsfindung zur anschließenden Detailausgestaltung. Das Anfertigen von aufeinander aufbauenden Prototypen lieferte die nötigen Erkenntnisse, um das finale Konzept auf das Niveau der Fertigungsreife zu bringen.
- Prozessdokumentation und -analyse: Um das bereits vorhandene (Verfahrens-)Wissen zu veranschaulichen, wurden die aktuellen Abläufe im Probenarchiv des Institutes für Pathologie in Form von Istprozessen dokumentiert. Sie beinhalten zum einen Erfahrungen des Personals, die für die zukünftige Nutzung Berücksichtigung finden, und zum anderen mögliche zu beachtende Einschränkungen. Parallel dazu wurden die Sollprozesse, optimierte Abläufe unter Berücksichtigung aller zu erwartender Rahmenbedingungen, erarbeitet. Sowohl Ist- als auch Sollzustände wurden auf einer sehr detaillierten Ebene betrachtet. Erstere um nicht mehr wahrgenommene Routinetätigkeiten ebenfalls zu erfassen und somit ein vollständiges Gesamtbild zu erhalten. Im zweiten Fall stellen die Sollprozesse die Anwendungsfälle und Nutzungsszenarien dar, um bei den MitarbeiterInnen der Biobank Graz ein Bewusstsein für deren zukünftigen Arbeitsplatz und mögliche Anwendungsszenarien zu schaffen. Zusätzlich liefert das Konzept klare Anforderungen an die zu entwickelnde Software und behandelt deren Integration in die bzw. Interaktion mit der bestehenden Softwarelandschaft der Biobank Graz.

## Abstract

Until the end of 2011 a warehouse will arise at the LKH-Univ. Klinikum Graz to store biological probes of the Biobank Graz. This warehouse is a product of the company YLOG GmbH specially adopted to the specific properties of the probes and their high demands on their storage environment. This adoption is the starting point for this master thesis which is divided into a theoretical and a practical part. The theory deals with the applied procedure model “Systems Engineering” and with the principles of process management and represents the base for the performed activities. The latter are subdivided into two remits: on the one hand into the design of a container which meets the requirements and on the other hand into the examination of current and prospective sequences in the field of storing specimens.

- Design of a container: Based on the specification of the conceptual formulation and on the clarification of the problem area variants of solutions were developed. The information created thereby served the decision-making for the following detailed design. The fabrication of prototypes that build on one another provided the necessary knowledge to raise up the final concept to the level of production.
- Processdocumentation and -analysis: To illustrate the already existing knowledge (of procedures) the current sequences within the archive for tissue specimens at the Institute for Pathology were documented in the form of current processes. They include on the one hand the know how of the employees which are taken into account for the prospective use of the warehouse and on the other hand potential limitations which have to be regarded. Parallel to that, the target processes, optimised sequences in consideration of all prospective framework requirements, were worked out. Both current processes and target processes were examined on a very detailed level. In the first case routine jobs which aren't noticed any more are described to create a complete overall picture of all current activities. In the second case the target processes represent the use cases in order to raise the Biobank Graz staff members' awareness for their prospective workplace and possible use-scenarios. Additionally the concept delivers precise requirements for the software to be developed and deals with their integration into respectively interaction with the already existing software environment of the Biobank Graz.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b>	<b>VIII</b>
<b>1. Projekthintergrund</b>	<b>1</b>
1.1. Ausgangssituation . . . . .	1
1.2. Aufgabenstellung . . . . .	2
1.3. Ziel der Arbeit . . . . .	3
1.4. Vorgehensweise . . . . .	4
<b>Theoretische Grundlagen</b>	<b>6</b>
<b>2. Systems Engineering (SE)</b>	<b>8</b>
2.1. Systemdenken . . . . .	8
2.2. SE-Vorgehensmodell . . . . .	10
2.2.1. Vom Groben ins Detail . . . . .	10
2.2.2. Prinzip der Variantenbildung . . . . .	10
2.2.3. Prinzip der Phasengliederung als Makro-Logik . . . . .	11
2.2.4. Der Problemlösungszyklus (PLZ) als Mikro-Logik . . . . .	14
2.2.5. Zusammenhänge zwischen den Komponenten des Vorgehensmodells	16
<b>3. (Geschäfts-)Prozesse</b>	<b>18</b>
3.1. Definitionen des (Geschäfts-)Prozesses . . . . .	18
3.1.1. Aktivitäten in einer logischen Folgebeziehung . . . . .	20
3.1.2. Input und Output . . . . .	20
3.1.3. Prozesskunden . . . . .	21
3.1.4. Transformation . . . . .	22
3.1.5. Prozessverantwortung . . . . .	22
3.1.6. Prozessressourcen . . . . .	24
3.1.7. Prozess- und Performanceziele . . . . .	25
3.2. Prozessmodellierung . . . . .	26
3.2.1. Abstraktionsebenen der Modellierung . . . . .	26

3.2.2.	Makro- und Mikromodellierung . . . . .	27
3.2.2.1.	Makromodell . . . . .	27
3.2.2.2.	Mikromodell . . . . .	28
3.2.3.	Kaskadierung und Segmentierung von Prozessen . . . . .	29
3.2.3.1.	Prozesskaskadierung . . . . .	30
3.2.3.2.	Prozessesegmentierung . . . . .	31
3.2.4.	Arten von Geschäftsprozessen . . . . .	33
3.2.5.	Formale Beschreibung von Modellen mittels Modellierungsmethoden	34
3.2.5.1.	(erweiterte) Ereignisgesteuerte Prozesskette, (e)EPK . . .	37
3.2.5.2.	Business Process Modelling Notation (BPMN) . . . . .	41
3.2.5.3.	Resümee zu beiden Notationen . . . . .	42
3.2.6.	Grundprinzipien ordnungsmäßiger Modellierung (GoM) . . . . .	43
3.2.6.1.	Grundsatz der Richtigkeit . . . . .	43
3.2.6.2.	Grundsatz der Relevanz . . . . .	44
3.2.6.3.	Grundsatz der Wirtschaftlichkeit . . . . .	44
3.2.6.4.	Grundsatz der Klarheit . . . . .	45
3.2.6.5.	Grundsatz der Vergleichbarkeit . . . . .	45
3.2.6.6.	Grundsatz des systematischen Aufbaus . . . . .	45
3.3.	Optimierung von Geschäftsprozessen . . . . .	45

## Praktische Umsetzung

46

### 4. Einführung

49

4.1.	Die Proben . . . . .	49
4.1.1.	Die zwei Probenarten . . . . .	50
4.1.2.	Die Abmessungen der Proben . . . . .	51
4.1.3.	Die Histonummer . . . . .	53
4.1.4.	Der Zweck und Verwendung der Proben . . . . .	54
4.1.5.	Das Verhältnis beider Probenarten zueinander . . . . .	56
4.2.	YLOG intelligent Stacking Center (iSC) . . . . .	56
4.2.1.	Das Regal . . . . .	56
4.2.2.	Die Behälter . . . . .	57
4.2.3.	Der Lift . . . . .	58
4.2.4.	Das AiV – Autonomous intelligent Vehicle . . . . .	58
4.2.5.	Central Intelligent System – CIS . . . . .	60
4.2.5.1.	Die Behälterverwaltung . . . . .	60
4.2.5.2.	Die Kundenanbindung . . . . .	60
4.3.	Der konkrete Prototyp . . . . .	61

<b>5. Behälterkonstruktion</b>	<b>64</b>
5.1. Anforderungen an den Behälter . . . . .	64
5.2. Lösungsprinzipien . . . . .	66
5.2.1. Adaption oder Neukonstruktion . . . . .	66
5.2.2. Getrennte oder kombinierte Aufbewahrung beider Probenarten . . .	67
5.2.3. Zugriffskonzept . . . . .	69
5.3. Rahmenbedingungen . . . . .	70
5.3.1. Vorgegebene Restriktionen . . . . .	71
5.3.2. Variables Produktionsverhältnis beider Probenarten zueinander . .	73
5.3.3. Gesamteffizienz des Regals . . . . .	73
5.3.4. Interne Organisation des Behälters . . . . .	76
5.3.5. Orientierung der Proben . . . . .	79
5.4. Berechnungen . . . . .	80
5.5. Der Konstruktionsverlauf und die dabei durchlaufenen Meilensteine . . . .	80
5.6. Der fertige Behälter . . . . .	84
5.7. Die Einschübe . . . . .	86
5.8. Behälterorganisation . . . . .	88
<b>6. Prozessdokumentation und -analyse</b>	<b>90</b>
6.1. Die Archivumgebung . . . . .	90
6.2. Makromodellierung . . . . .	91
6.3. Mikromodellierung – Allgemeines . . . . .	92
6.3.1. Die Diagramme . . . . .	92
6.3.2. Der Detaillierungsgrad . . . . .	94
6.4. Mikromodellierung – Istprozesse . . . . .	95
6.4.1. Blocktracking . . . . .	95
6.4.2. Übersicht der Istprozesse . . . . .	97
6.4.3. Die Probenherstellung . . . . .	99
6.4.4. Der Probeneingang . . . . .	102
6.4.5. Die Probenentnahme . . . . .	106
6.5. Mikromodellierung – Sollprozesse . . . . .	108
6.5.1. Betrachtungen im Vorfeld . . . . .	108
6.5.2. Die zugrunde liegende Software . . . . .	109
6.5.2.1. Die erforderlichen Softwarekomponenten . . . . .	110
6.5.2.2. Mögliche Varianten der Umsetzung . . . . .	112
6.5.2.3. Datenaustausch zwischen den Komponenten . . . . .	115
6.5.2.4. Konzeption der Benutzeroberfläche (GUI) . . . . .	116
6.5.3. Herstellung der Relationen . . . . .	119
6.5.3.1. Identifizierungsmechanismen . . . . .	119
6.5.3.2. Verheiratung von Behälter und Probe . . . . .	120
6.5.3.3. Fehlererkennung . . . . .	122

6.5.3.4. Weitere Optimierungen . . . . .	124
6.5.4. Überlegungen zur zugrunde liegenden Hardware . . . . .	125
6.5.5. Schematische Darstellung des generischen Prozesses . . . . .	126
6.5.6. Vom generischen Prozess zum Sollprozess . . . . .	127
6.5.7. Die resultierenden Sollprozesse . . . . .	129
6.5.8. Vergleich zwischen Soll- und Istprozessen . . . . .	146
<b>Fazit und Ausblick</b>	<b>146</b>
<b>7. Fazit und Ausblick</b>	<b>147</b>
7.1. Fazit . . . . .	147
7.2. Ausblick . . . . .	148
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>149</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>150</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>153</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>154</b>
<b>A. Zusatzmaterialien</b>	<b>160</b>
<b>B. Berechnungen</b>	<b>162</b>
<b>C. Konstruktionspläne</b>	<b>169</b>
<b>D. EPK-Diagramme</b>	<b>173</b>
D.1. Istprozesse . . . . .	173
D.2. Generischer Prozess . . . . .	186
D.3. Sollprozesse . . . . .	193

# 1. Projekthintergrund

In diesem Kapitel wird ein Überblick dieser Arbeit vermittelt. Zunächst wird die Ausgangssituation, unter der das Projekt entstanden ist, beschrieben und anschließend auf die Aufgabenstellung und die gesetzten Ziele eingegangen. Zum Abschluss werden die Vorgehensweise und die Projektplanung beleuchtet.

## 1.1. Ausgangssituation

Diese Arbeit entstand in Zusammenarbeit mit der Firma YLOG GmbH und in weiterer Folge mit der zum Landeskrankenhaus-Universitätsklinikum Graz (LKH-Univ. Klinikum Graz) gehörenden Biobank<sup>1</sup> Graz.

Bis zum Jahr 2013 soll die bestehende Biobank zu einer der größten Europas ausgebaut werden. Im Rahmen dieses Vorhabens wird eine Neugestaltung und Vereinheitlichung der Probenhandhabung angestrebt, woraus in weiterer Folge eine Effizienz- und Qualitätssteigerung resultieren soll. Hierfür wird eine Automatisierung der Probenlagerung und -verwaltung eingeführt. Um in diesem innovativen Geschäftsfeld mehr auswertbare Informationen zu erhalten, wird noch 2011 ein Pilotprojekt in kleinerem Ausmaß gestartet und von der Firma YLOG GmbH realisiert. Es wird ausschließlich für neu erstellte Proben verwendet und dient somit zur Erweiterung der bisherigen Kapazitäten. Eine Nutzung für Altbestände ist vorerst nicht vorgesehen.

Das Unternehmen YLOG GmbH ist in der Logistikbranche tätig und stellt stark skalierbare, energiesparende und effiziente automatisierte Warenlager her. Diese bestehen aus einer Reihe von Einzelkomponenten, die in Summe ein Regalsystem bilden, das eine Vielzahl von Behältern im Euronormformat beherbergt. In diesen befinden sich die zu

---

1

*“Biobanken sind Sammlungen biologischer Proben und damit assoziierter Daten in strukturierter, auswertbarer Form. Biobanken für die medizinische Forschung enthalten typischerweise Gewebeproben, Blut oder andere Körperflüssigkeiten, sowie Zellen oder DNA-Proben menschlichen Ursprungs.*

*Biobanken schaffen wichtige Voraussetzungen für die wissenschaftliche Forschung indem sie biologisches Material und dazugehörige, anonymisierte Daten für Forschungs- und Entwicklungsprojekte zur Verfügung stellen. Ihre Funktionsfähigkeit liegt im Interesse der Allgemeinheit, da vom medizinischen Fortschritt jeder erkrankte Mensch profitieren kann.”* Medizinische Universität Graz 2011

lagernden Waren der Kundschaft, im Falle des LKH-Univ. Klinikums Graz die Gewebeproben. Zugriff auf die Behälter erhält man nur an speziell dafür vorgesehenen Bereichen, den sog. "Kommissionierstellen". Hier können Behälter befüllt oder Waren daraus entnommen werden. Wird ein Behälter benötigt oder die Bearbeitung eines vorhandenen abgeschlossen, sind sogenannte AiVs (Autonomous intelligent Vehicles) für den Transport vom oder ins Regal zuständig. Diese Roboter bilden die Basis eines innovativen Shuttelsystems, da sie sich selbstständig und ohne Eingriff von Personal durch das Regalgerüst bewegen und angeforderte Behälter holen bzw. nicht mehr benötigte verstauen.<sup>2</sup>

Aufgrund der speziellen Anforderungen der Gewebeproben waren neue Konzepte in den Bereichen Lagerung, Verwaltung und Handhabung erforderlich, deren Entwicklung der Inhalt dieser Arbeit ist.

## 1.2. Aufgabenstellung

Das dieser Arbeit zugrunde liegende Projekt soll folgende Leistung erbringen:

- Dokumentation und Analyse der Prozesse im Zuge der Probenhandhabung.
- Erarbeitung verschiedener Behälterkonzepte zur Lagerung von zwei unterschiedlichen Probentypen (Glasträger und Paraffinblöcke).
- Analyse der vorhandenen Probenverwaltungs-IT, Dokumentation möglicher Schnittstellen und Erstellung eines Integrationskonzepts der YLOG-Software

Basierend auf der Ausschreibung der vorliegenden Diplomarbeit wurden die vorher genannten Punkte folgendermaßen konkretisiert:

### 1. Prozessdokumentation und -analyse

- Gesamtheitliche Beschreibung der bereits vorhandenen Prozessabläufe von der Probenherstellung bis zu deren Archivierung.
- Aufzeigen und Dokumentieren von bereits vorhandenem Prozess-Know-How sowie von potentiellen Verbesserungs- und Rationalisierungsmöglichkeiten.
- Vorschläge zur Gestaltung des Arbeitsplatzes aus Sicht der aktuellen und zukünftigen Benutzerschaft, zur ergonomischen Herstellung und Aus- bzw. Einlagerung der Proben in ein YLOG iSC System im Hinblick auf eine eventuelle Automatisierung dieser Prozesse.

---

<sup>2</sup> Eine ausführlichere Beschreibung des Regalsystems mit allen relevanten Komponenten ist in der Einführung zur Fallarbeit zu finden (siehe Unterabschnitt 4.2.1)

## 2. Konzeption eines optimierten Behältnisses

Entwurf eines optimierten Aufbewahrungsbehältnisses für die Proben unter Berücksichtigung der zu ermittelnden Anforderungen und der Umsetzung unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten. Dabei ist besonders auf eine Verwaltung der Proben in handhabbaren Einheiten zu achten, die das Auffinden von Proben durch eine rationelle Suche gewährleistet und die physikalische Bereitstellung unter ergonomisch guten Bedingungen in kurzer Zeit sicher stellt.

## 3. Konzeption der Integration der YLOG-Software in die bestehende Softwarelandschaft

- Dokumentation der Ist-Situation der Datenverarbeitung in Bezug auf das bestehende Krankenhaus-Informationssystem und jenes der Biobank-Probenverwaltung.
- Analyse und Dokumentation von bereits vorhandenen und/oder zur Umsetzung notwendigen Schnittstellen.
- Diskussion der optimalen Anbindung und Einbettung des YLOG Systems in die vorhandene Software-Infrastruktur.
- Entwurf einer benutzerfreundlichen Oberfläche zur Unterstützung des Arbeitsprozesses am YLOG Arbeitsplatz.

## 1.3. Ziel der Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist eine praktische Umsetzung der zuvor erläuterten Aufgabenstellung in einem wissenschaftlichen Kontext. Hierfür ist die Wahl einer geeigneten Vorgehensweise und die Aufbereitung aller erhaltenen Informationen unter Berücksichtigung aktueller einschlägiger Forschung durchzuführen.

Im Detail sind hierzu alle Anforderungen an das zu optimierende Behältnis zu dokumentieren, eine Priorisierung dieser zu erreichen und anschließend ein entsprechend optimiertes Aufbewahrungskonzept zu entwerfen. Der zu erzielende Reifegrad soll es ermöglichen, einen seriennahen Prototyp eines Behälters mit einer Grundfläche von 600x400 mm zu erhalten. In weiterer Folge soll die Analyse und Optimierung der zu erwartenden Tätigkeiten einen Überblick liefern, welche Änderungen zu den bisherigen Abläufen zu erwarten sind, welche Voraussetzungen dafür erfüllt sein müssen und welche Vorteile sich daraus nach diversen Optimierungen zum aktuellen Stand ergeben. Damit Hand in Hand geht die Erhebung der notwendigen Softwareinfrastruktur. Hier soll Klarheit bezüglich Zuständigkeit, terminlicher Koordination und Interaktion der verschiedenen Komponenten entstehen. Letztendlich sollen die erarbeiteten Informationen gesichtet, ausgewertet, bereitgestellt und durch Bezug auf aktuelle wissenschaftliche Literatur untermauert werden.

## 1.4. Vorgehensweise

Die Durchführung der praktischen Tätigkeiten orientierte sich am Vorgehensmodell des Systems Engineerings (Details dazu siehe Kapitel 2).

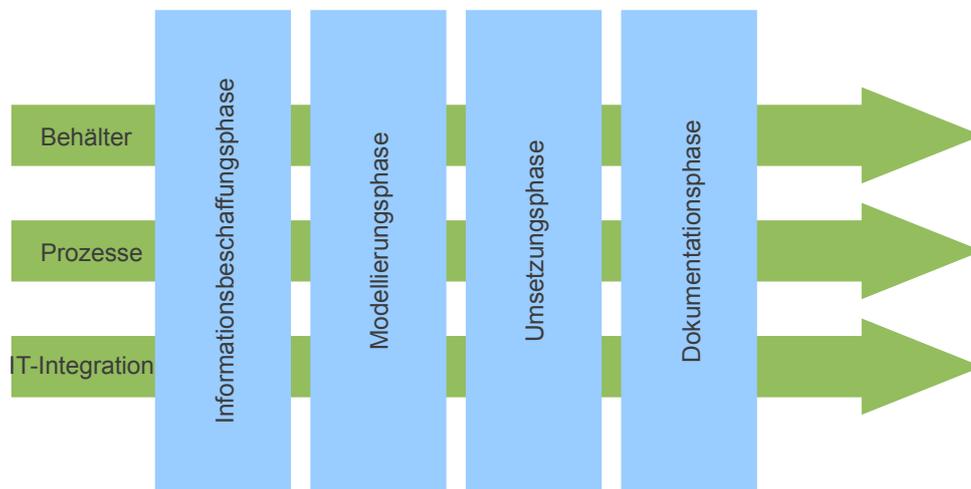


Abbildung 1.1.: Zeitliche und inhaltliche Projektgliederung

Das Gesamtprojekt wurde hierfür zur besseren inhaltlichen Koordination und Planung in drei Teilprojekte und diese jeweils in vier Phasen gegliedert (siehe Abbildung 1.1). Die Benennung der Phasen ist eine leicht abgewandelte Form des SE-Konzeptes. Die Informationsbeschaffung und Dokumentation wurden, um ihre Bedeutung zu unterstreichen, in eigene Phasen ausgliedert. Im SE-Kontext ist die Informationsbeschaffung mit der Vorstudie, die Modellierungsphase mit der Hauptstudie und die Umsetzungsphase mit der genauen Ausgestaltung des Konzeptes, also den Detailstudien, vergleichbar.

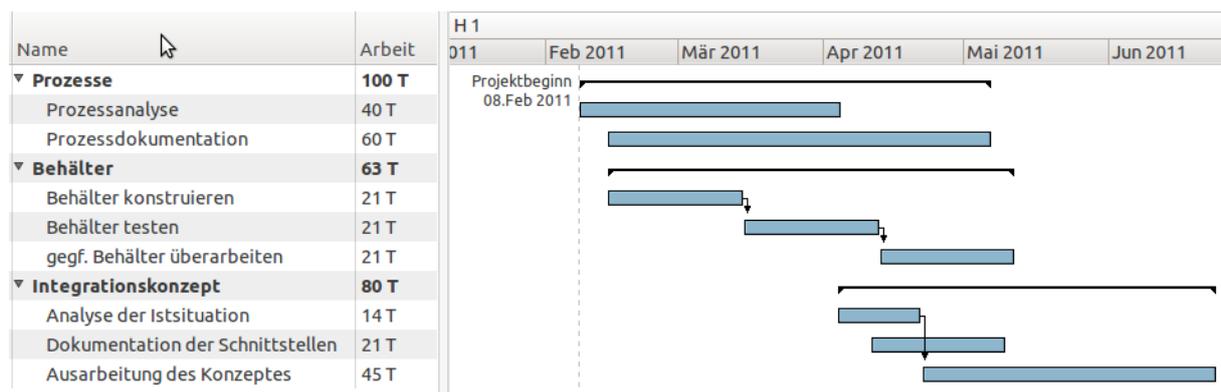


Abbildung 1.2.: Gantt-Diagramm des geplanten Projektablaufs

Um diese abstrakte Vorgehensweise in einen zeitlichen Rahmen zu gießen und die einzelnen Teilbereiche untereinander abzustimmen, wurde zusätzlich eine terminliche Einschätzung erstellt. Abbildung 1.2 zeigt das hierfür verwendete Gantt-Diagramm.

Die Vorgehensweise sah vor, zuerst die Prozesse zu ermitteln, um mit dem daraus gewonnenen Wissen die Behälterkonstruktion bereichern zu können. Beide Bereiche sollten im Anschluss parallel abgearbeitet werden.

Die Praxis zeigte jedoch schnell, dass neben allfälligen Rechercharbeiten die Behälterkonstruktion höchste Priorität erhalten sollte. Hier galt es möglichst schnell zu klären,

- welche Anforderungen konkret zu erfüllen seien,
- wo im Konfliktfall der Schwerpunkt zu legen sei,
- wie die Proben innerhalb des Behälters organisiert würden,
- wie ein möglichst effizienter Zugriff darauf erfolgen könne und
- wie der Behälter möglichst kostensparend hergestellt werden könne.

Der Behälter spielt eine zentrale Rolle im Gesamtprojekt. Neben der offensichtlichen Tatsache, dass ohne einem geeigneten Behältnis keine Lagerung der Proben möglich ist, legt das Design wesentliche Eckdaten, wie

- das Gesamtfassungsvolumen des Archivs und
- die Effizienz des Zugriffs auf die Proben,

fest. Aber auch die im Anschluss an die Konzeption erforderlichen Schritte<sup>3</sup> erhöhten durch ihren Zeitaufwand die Dringlichkeit, eine baldige Lösung zu finden, um den vorgegebenen Terminrahmen einhalten zu können. Nachdem die für die Behälterkonstruktion richtungsweisenden Entscheidungen großteils getroffen waren, gewannen die Prozesse stark an Bedeutung. Aufgrund der tiefen Verzahnung beider Aufgabenbereiche konnten diese nie vollständig isoliert betrachtet werden. Hilfreiche Informationen für einen Teilaspekt konnten oftmals auch für andere Bereiche weiterverwendet werden oder waren dort ebenfalls essentiell. Beispielsweise war es in der Behälterentwicklung ebenso wichtig, eine Vorstellung zu haben, in welcher Umgebung und auf welche Art und Weise dieser eingesetzt werden wird, wie im umgekehrten Fall bei der Modellierung der zukünftigen Abläufe im Archiv genaue Informationen bezüglich der Handhabung des Behälters erforderlich waren. Für die Modellierung der unter Einbeziehung des YLOG-Systems zu erwartenden optimierten Prozesse (Sollprozesse) wurde zunächst vom Groben ins Detail gehend das Konzept erstellt, dieses nach und nach optimiert und mit bereits vorhandener

---

<sup>3</sup> Beispielsweise lange Lieferzeiten in der Produktion, mehrere Reifeschritte von verschiedenen Prototypen und deren Erprobung o.ä.

Prozesserfahrung angereichert. Zeitgleich zur detaillierteren Auseinandersetzung mit den Sollabläufen rückte auch die Software zunehmend ins Blickfeld. Die ursprünglich getrennt betrachteten Bereiche “Prozesse” und “IT-Integration” verschmolzen im weiteren Verlauf zur Gänze, um ein reibungsloses Zusammenspiel beider Komponenten zu gewährleisten. Die Software hat sich hierbei als notwendige Voraussetzung für die zu implementierenden Prozesse herausgestellt.

Gegen Ende der praktischen Umsetzung wurden Absprachen mit den unterschiedlichen ProjektteilnehmerInnen immer wichtiger und die daraus resultierende Notwendigkeit der Koordination mehrerer Terminkalender brachte eine leichte Verzögerung des ursprünglich veranschlagten Zeitplans mit sich.

Der tatsächliche Projektverlauf wird in Abbildung 1.3 veranschaulicht.

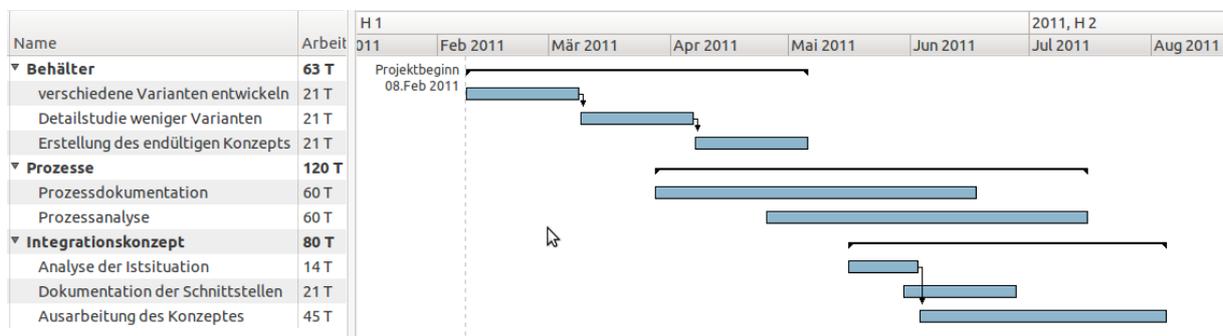


Abbildung 1.3.: Gantt-Diagramm des tatsächlichen Projektablaufs

# Theoretische Grundlagen

In diesem Teil wird die theoretische Basis zur praktischen Umsetzung dieser Arbeit erläutert. Zu Beginn wird der Problemlösungsansatz des “*Systems Engineerings*” vorgestellt. Das darin enthaltene Vorgehensmodell liefert das methodische Fundament einer strukturierten Herangehensweise zur Bewältigung beliebiger Problemstellungen.

Weiters wird definiert, was (Geschäfts-)Prozesse sind, welche Kategorisierungen vorgenommen und wie sie dargestellt werden können. Es folgt ein Exkurs in das Feld der Modellierung, möglicher Methoden dazu und eine kurze Erörterung der Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung.

## 2. Systems Engineering (SE)

SE ist eine Zusammenstellung verschiedener Methoden und Denkmodelle zur *“zweckmäßigen und zielgerichteten Gestaltung komplexer Systeme”* [Haberfellner et al. 2002, S. XVIII]. Die Komponenten des SE sind in Abbildung 2.1 zu sehen. Da SE in seiner Gesamtheit ein sehr umfangreiches Modell darstellt, erfolgt in diesem Kapitel ausschließlich ein Überblick der für diese Arbeit relevanten Auszüge. So folgt nun eine Zusammenfassung der SE-Philosophie in Form eines Streifzugs durch das Systemdenken, um abschließend den Schwerpunkt auf das Vorgehensmodell zu legen.

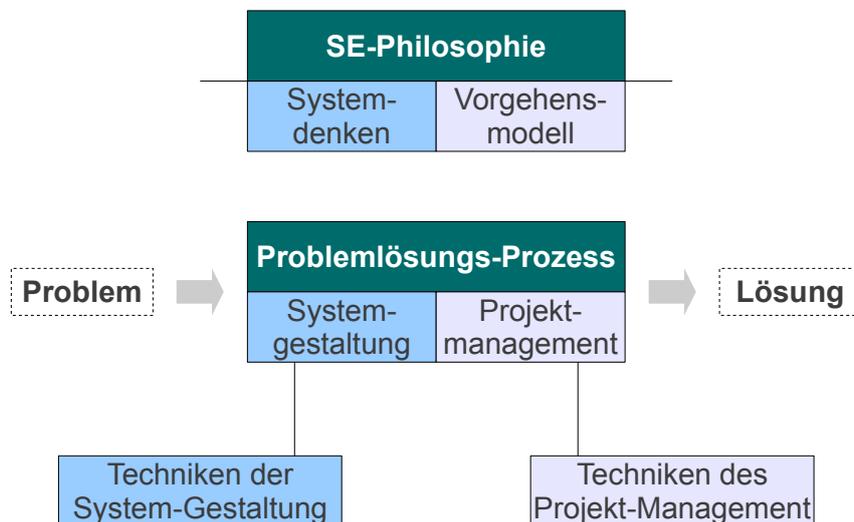


Abbildung 2.1.: Komponenten des SE [Haberfellner et al. 2002, S. XIX]

### 2.1. Systemdenken

Der Begriff “System” wird in verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen verwendet [Döring 2011, S. 1]. So beschreiben Watzlawick, Beavin und Jackson, KommunikationswissenschaftlerInnen und Vertreter verschiedener systemischer Therapieformen, ein System als Zusammenstellung von Menschen (allgemein Objekten) und deren Beziehungen zueinander [Watzlawick, Beavin, Jackson 2007, S. 116].

Das Systemdenken ist die zugrunde liegende Denkweise des SEs zum besseren Verständnis komplexer Gesamtheiten bzw. zu deren Gestaltung. Vereinfacht gesprochen ist ein System *“jede Ansammlung miteinander in Beziehung stehender Teile”* [Haberfellner et al. 2002, S. 5]. Dabei gilt es zu unterscheiden, welche Elemente Teil des Systems sind und welche sich außerhalb davon befinden. Zur Klärung dieser Frage werden Systemgrenzen mehr oder weniger willkürlich gesetzt. Ein offenes System weist demnach auch Verbindungen zu seiner Umwelt (dem Umfeld bzw. den Umsystemen) auf. Dabei gibt es verschiedene Aspekte, unter denen ein System betrachtet werden kann (Filter), z.B. nach bestimmten Merkmalen der Elemente bzw. deren Verbindungen (Informationsfluss, Weisungsweg,...). Ist über das Innere eines Systems nichts bekannt bzw. dieses vorläufig nicht von Interesse, liegt eine sog. *“Blackbox”*-Betrachtung vor. [Haberfellner et al. 2002, S. 4ff.]

Systeme stehen in einer hierarchischen Beziehung zueinander (siehe Abbildung 2.2). Der *“Blick nach oben”* zeigt das Übersystem und somit die Umgebung, in die das aktuelle System eingebettet ist. Der *“Blick nach unten”* lässt Untersysteme erkennen und somit den Aufbau des momentanen Systems.

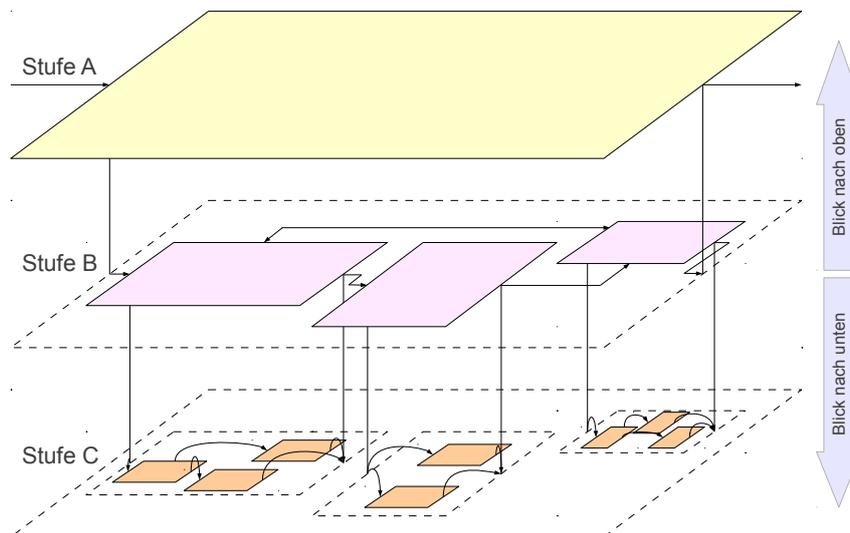


Abbildung 2.2.: Hierarchische Betrachtungen von Systemen [Haberfellner et al. 2002, S. 18]

Auf SE umgelegt, findet das Systemdenken Anwendung im Problemlösungsprozess. Hierbei ist zunächst das *Problemfeld* zu bestimmen. Es wird empfohlen, zuerst einen größeren Betrachtungsbereich ins Auge zu fassen und diesen schrittweise einzuengen. Je weiter er gewählt wurde, umso schwieriger und komplexer wird dessen Erfassung, ermöglicht jedoch eine größere Anzahl von möglichen Lösungen. [Haberfellner et al. 2002, S. 19ff.]

## 2.2. SE-Vorgehensmodell

Das SE-Vorgehensmodell basiert auf vier Grundgedanken bzw. deren sinnvoller Kombination [Haberfellner et al. 2002, S. 29]:

- Generelle Vorgehensweise: vom Groben ins Detail<sup>1</sup>.
- Variantenbildung: nach Alternativen zu möglichen Lösungen suchen.
- Zeitliche Gliederung der Gesamtabwicklung in *Phasen*.
- Anwendung des *Problemlösungszyklus* als “*formaler Vorgehensleitfaden*” [Haberfellner et al. 2002, S. 29].

### 2.2.1. Vom Groben ins Detail

Hintergrund dieses Ansatzes ist die ganzheitliche Problembetrachtung, ohne Lösungen bereits in einem frühen Stadium des Problemlösungsverfahrens bewusst oder unbewusst auszuschließen. Nach einer anfänglich breit gefächerten Untersuchung des Problemfeldes ist anschließend die sukzessive Einengung und Festlegung dessen notwendig. Selbiges ist bei der Erarbeitung der eigentlichen Lösung anzuwenden. Zu Beginn sind generelle Ziele und deren Rahmenbedingungen zu definieren. Im Anschluss folgt eine weitere Konkretisierung. [Haberfellner et al. 2002, S. 30ff.]

### 2.2.2. Prinzip der Variantenbildung

Hierbei gilt die Prämisse, eine Auswahl von Lösungsmöglichkeiten zu erhalten und nicht die erste (und einzige) Lösung wählen zu müssen. Dieses Prinzip kann zusätzlich zu dem bereits zuvor erklärten angewendet werden, wodurch eine stufenweise Verfeinerung der Varianten möglich ist (siehe Abbildung 2.3). Durch diese Kombination lassen sich Varianten in verschiedenen Reifestadien bilden. Zu Beginn sind “Prinzipvarianten” zu bilden, die sich in ihrer Grundidee grundsätzlich voneinander unterscheiden. Dem gegenüber stehen die “Detailvarianten”, die nur in bestimmten Einzelheiten Unterschiede aufweisen.

Bei Anwendung des Blackbox-Prinzips können durch unvollständige Informationen über die Detailprobleme Entscheidungen getroffen werden, die sich später als ungünstig herausstellen können. Im schlimmsten Fall müssen die Planungen wieder eine Ebene höher ansetzen und die aktuellen Ergebnisse verworfen werden.

Die Alternative dazu wäre eine vollständige Ausarbeitung aller Lösungsmöglichkeiten, jedoch ist sie wegen des unüberschaubar wachsenden Arbeits- und Zeitaufwands keine in der Praxis gangbare Möglichkeit.

---

<sup>1</sup> Weitere Nuancen sind: Top-Down, vom Groben zum Feinen, vom Ganzen zum Detail, vom Abstrakten zum Konkreten, vom Unvollständigen zum Kompletten, vom Gerüst zur Gestaltung (siehe Haberfellner et al. 2002, S. 81)

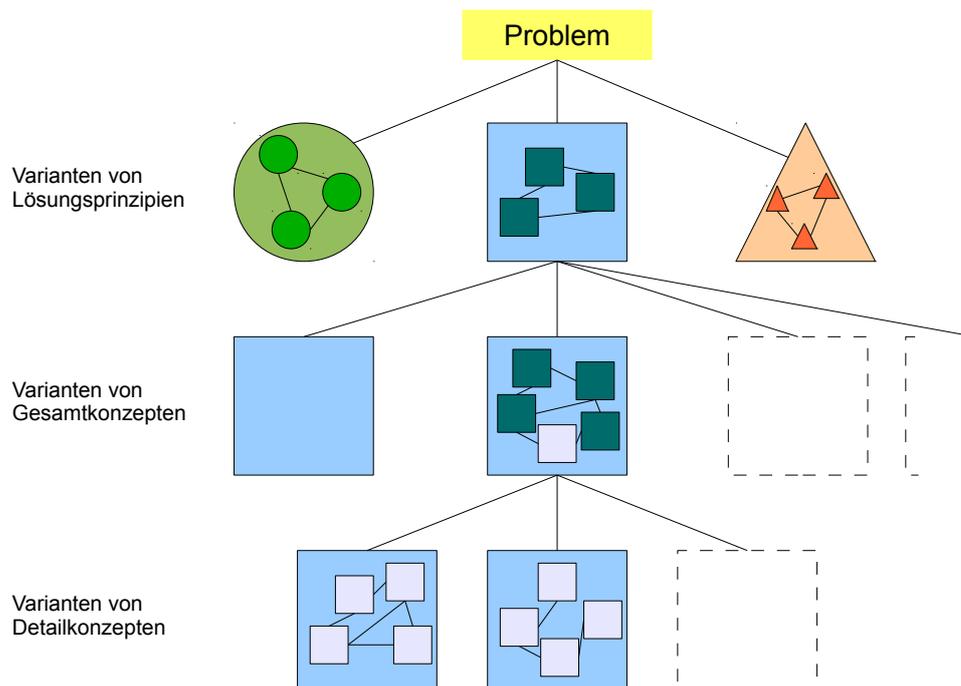


Abbildung 2.3.: “Vom Groben ins Detail”-Betrachtung der Variantenbildung [Haberfellner et al. 2002, S. 34]

Eine weitere Weg der Risikostreuung ist das parallele Verfolgen zweier oder (je nach verfügbarer Ressourcen) mehrerer Lösungswege.

### 2.2.3. Prinzip der Phasengliederung als Makro-Logik

Durch die zeitliche Gliederung der Entwicklung bzw. Realisierung einer Lösung wird zum einen der erste Ansatz “vom Groben ins Detail” verfolgt, indem der Gesamtprozess in überschaubare Teiletappen geteilt und die Komplexität verringert wird. Zum anderen wird der “Variantenbildung” durch “*einen stufenweisen Planungs-, Entscheidungs- und Konkretisierungsprozeß [sic] mit vordefinierten Marschhalten bzw. Korrekturpunkten*” [Haberfellner et al. 2002, S. 37] entsprochen, wodurch das Risiko von Fehlentscheidungen reduziert wird. In der Grundversion des Phasenkonzeptes unterscheidet Haberfellner zwischen den Lebensphasen eines Systems bzw. einer Lösung und den Projektphasen, deren Art und Umfang auf das jeweilige Projekt abgestimmt werden müssen (siehe Abbildung 2.4). Während in den frühen Phasen die methodischen Aspekte überwiegen, sind in den späteren im Rahmen der Umsetzung die fachlichen ausschlaggebend und somit schwer allgemein in Form eines Vorgehensmodells beschreibbar.

Haberfellner definiert folgende Phasen [Haberfellner et al. 2002, S. 39ff.]:

- Anstoß: Dabei ist die Zeitspanne “*zwischen einerseits dem Empfinden eines Pro-*

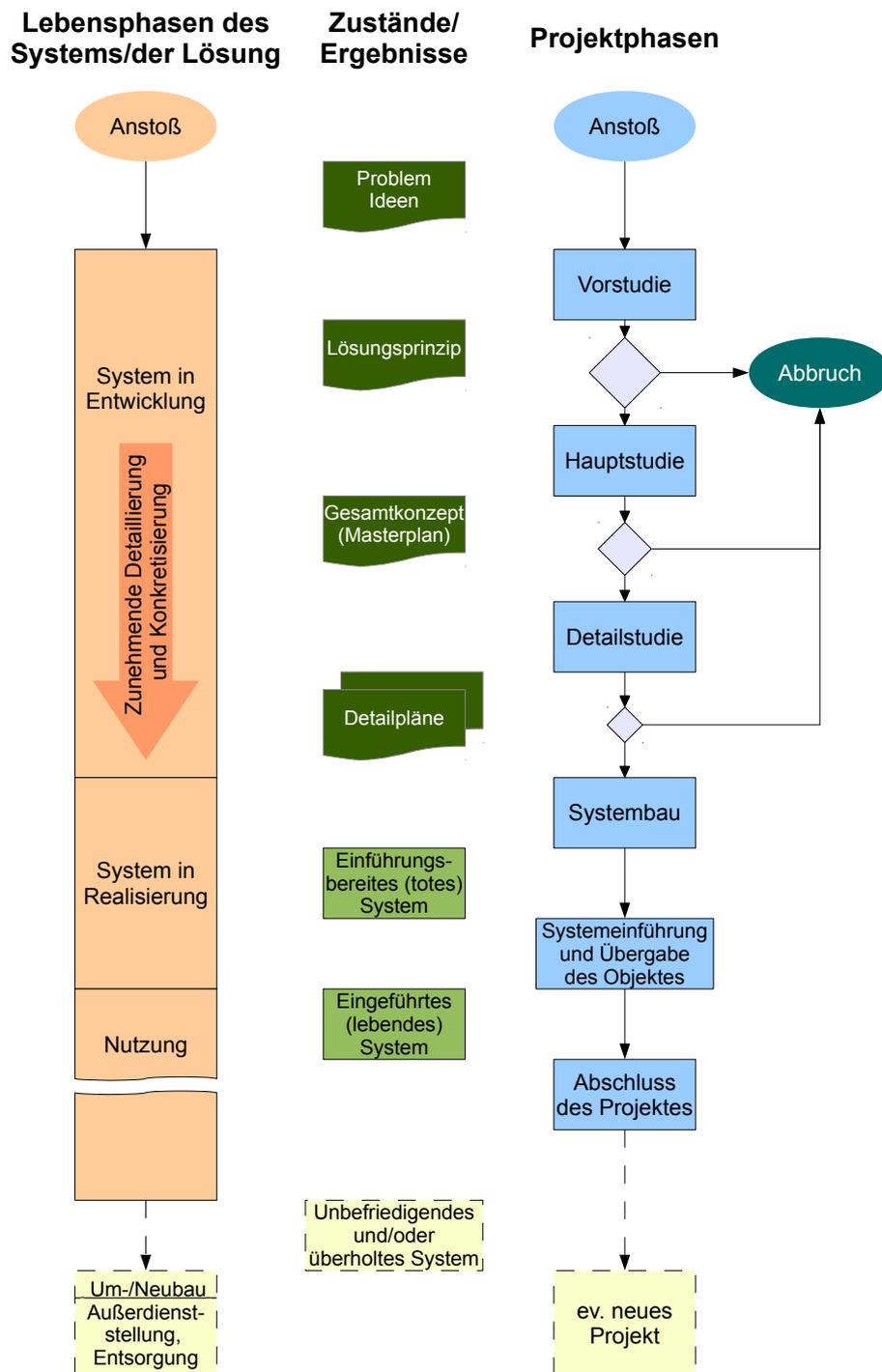


Abbildung 2.4.: Grundversion des Phasenkonzeptes [Haberfellner et al. 2002, S. 38]

blems [...] und andererseits dem Entschluß, etwas Konkretes zu unternehmen” [Haberfellner et al. 2002, S. 39] gemeint. Es ist belanglos, woher dieser Anstoß kommt, solange er von der zuständigen Stelle akzeptiert wird. Sofern der Leidensdruck bzw. die Handlungsbereitschaft hoch sind, ist die Dauer dieser Phase im Normalfall kurz. Sollten diese Voraussetzungen besonders seitens der AuftraggeberInnen fehlen, ist es wichtig, die Argumentation auf das In-Gang-Setzen einer Vorstudie zu legen und nicht vorab Versprechungen über den Nutzen der Lösung zu leisten, weil dadurch Korrektur- oder Abbruchmöglichkeiten u.a. aus Prestige Gründen schwinden.

- **Vorstudie:** Diese dient zur Klärung des Problemfeldes, dessen Einflussfaktoren, ob das “richtige” Problem bearbeitet wird und, neben einigen weiteren Punkten, der Erfolgskriterien zur Bewertung der verschiedenen Lösungsprinzipien. Es werden generell denkbare Varianten gesucht und auf ihrer Realisierbarkeit<sup>2</sup> hin überprüft. Damit soll die Vorstudie die nötigen Informationen zur Entscheidung, ob das Projekt durchgeführt werden soll, und – wenn ja – zur Wahl des erfolgsversprechendsten Ansatzes liefern. Durch die Betrachtung der Lösungsmöglichkeiten geht die Vorstudie deutlich über eine Istzustandsaufnahme hinaus.
- **Hauptstudie:** In dieser Phase sollen auf Basis des gewählten Lösungsprinzips verschiedene Gesamtkonzepte entworfen werden, um die *“Funktionstüchtigkeit, Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit”* [Haberfellner et al. 2002, S. 41] der geplanten Lösung beurteilen zu können. Es werden der konkrete Aufbau der Lösung untersucht und Schnittstellen zur Umwelt entwickelt. Besonderer Augenmerk wird auf “kritische Systemkomponenten” gelegt. Die Einstufung als kritisch erfolgt, wenn *“Anlaß zur Vermutung besteht, daß sie später Schwierigkeiten bei der detaillierten Bearbeitung bereiten könnten”*. In diesem Fall wird deren Bearbeitung vorgezogen, wodurch eine umfangreichere Auseinandersetzung bereits in der Hauptstudie erfolgen kann.

Ziel der Hauptstudie ist die Auswahl eines Gesamtkonzeptes, das den Rahmen für die weiteren Phasen vorgibt und eine Untergliederung in weitere Teilprojekte ermöglicht.

- **Detailstudien:** Hier werden die zuvor festgelegten Teilbereiche genauer betrachtet, um Entscheidungen über etwaige Gestaltungsvarianten treffen zu können bzw. die *“Teillösungen so weit zu konkretisieren, daß sie anschließend möglichst reibungslos «gebaut» und eingeführt werden können”* [Haberfellner et al. 2002, S. 43]
- **Systembau und Tests:** Hier findet die Umsetzung der zuvor erfolgten Planungen statt. Die Tests sollen einerseits die Funktionalität der Einzelkomponenten (Einzeltest) und andererseits die des Gesamtsystems (Systemtests) prüfen.
- **Die Systemeinführung:** Je nach Größe des Projektes stellt die Einführung des Gesamtsystems ein Risiko dar, darum sollte sie schrittweise erfolgen.

---

<sup>2</sup> Hinsichtlich ihrer technischen, wirtschaftlichen, sozialen, ökologischen, zeitlichen u.ä. Eigenschaften

- Abschluss des Projektes/Nutzung und Instandhaltung/Um- oder Neugestaltung, Außerdienststellung: Nachdem das Projekt ordnungsgemäß an seine AuftraggeberInnen übergeben und von diesen abgenommen wurde, gilt es als abgeschlossen, womit die eigentliche Nutzung beginnt. In dieser Phase können Erfahrungen gesammelt und für ähnliche Projekte oder für Verbesserungen am aktuellen Projekt eingesetzt werden. Sollte sich der Anlass (Anstoß) für eine Neu- oder Umgestaltung ergeben, kann hierfür – sofern nötig – wieder mit einer Vorstudie begonnen werden.

### 2.2.4. Der Problemlösungszyklus (PLZ) als Mikro-Logik

Der PLZ stellt ein Werkzeug zur Bearbeitung von Problemen jeder Phase dar. Er gliedert sich in drei Teilschritte: die Zielsuche, die Lösungssuche und die Auswahl der geeignetsten Lösung (siehe Abbildung 2.5).

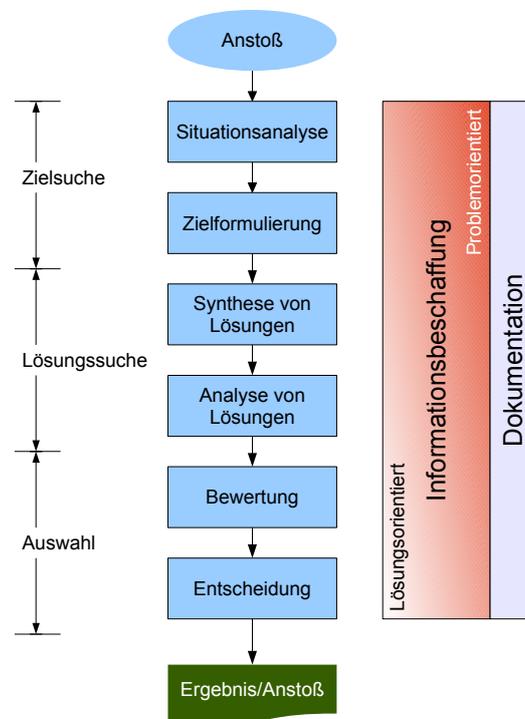


Abbildung 2.5.: Grundmodell des Problemlösungszyklus [Haberfellner et al. 2002, S. 48]

Die einzelnen Schritte im Detail sind [Haberfellner et al. 2002, S. 47ff.]:

- Anstoß: Dieser ist Auslöser des PLZ. Er kann deckungsgleich mit jenem der Makro-Logik sein (Projektanstoß) oder in Form eines Zwischenergebnisses am Ende einer Phase den Start des PLZ für die nächste Phase darstellen.

- Situationsanalyse: Hiermit soll eine Ausgangslage zur Formulierung konkreter Ziele geschaffen werden. Dazu ist es notwendig, die Ausgangssituation und Aufgabenstellung zu erfassen, was in jeder Phase in unterschiedlichen Ausprägungen erfolgt. Hierbei geben vier Betrachtungsweisen eine Hilfestellung. Diese sind: systemorientiert, ursachenorientiert, lösungsorientiert, zukunftsorientiert. Ebenso werden die Randbedingungen, z.B. das Systemumfeld, Vorstellungen der AuftraggeberInnen (Kosten,...), früher getroffene und nicht beeinflussbare Entscheidungen und die *“als (evtl. nur als vorläufig) unveränderlich angesehenen Teilen des Ist-Zustandes”* [Haberfellner et al. 2002, S. 50] festgehalten. Das Resultat besteht sowohl aus qualitativen, als auch quantitativen Ergebnissen und einer klaren Trennung von Fakten und deren Interpretation.
- Zielformulierung: Gerade in den frühen Phasen basieren die Zielvorstellungen auf unvollständigen und (noch) unausgereiften Informationen. Diesem Umstand wird durch die bewusste Einführung einer Zielformulierung unmittelbar nach der Situationsanalyse Rechnung getragen. Sie dient dem Zusammenfassen von der Lösungssuche zugrunde gelegten Absichten. Dabei ist zu beachten, dass die Zielformulierungen lösungsneutral (was soll erreicht werden, nicht wie), präzise, verständlich und realistisch sind und alle wichtigen Anforderungen beinhalten. Zur Klärung der Prioritäten können Muss-, Soll- und Wunschziele unterschieden werden.

Abschließend werden mittels Zielentscheidung bisher erarbeitete Ziele als Basis weiterer Planungsarbeiten ausgewählt und festgelegt.

- Synthese von Lösungen: Hierbei werden auf der Grundlage beider vorangegangener Schritte Lösungsvarianten erarbeitet. Diese können in Form von Handlungsalternativen, Konstruktionen, Entwürfen, Detailvorgaben u.ä. vorliegen. Wichtig ist, dass diese so weit ausgestaltet sind, dass eine sinnvolle Gegenüberstellung möglich ist. Um den kreativen Fluss nicht zu dämpfen, soll eine Beurteilung erst im nächsten Schritt erfolgen.
- Analyse von Lösungen: An dieser Stelle werden die zuvor erstellten Konzepte auf ihre Tauglichkeit bezüglich der gestellten Anforderungen und eventueller Schwachstellen untersucht. Die hierbei gewonnenen Informationen bilden die Ausgangslage für die Bewertung im Anschluss. Es werden schlechtere Varianten ausgesiebt bzw. ggf. einer Überarbeitung unterzogen. Die Bestimmung der Qualität erfolgt durch verschiedene Kriterien, wie z.B. ob alle Mussziele mit der fraglichen Lösung erreicht werden.
- Bewertung/Entscheidung/Auswahl: Ziel der Bewertung ist die Auswahl der geeignetsten Variante, wobei die Schwierigkeit in der Schaffung der Vergleichbarkeit liegt. Als Hilfestellung können hier die Erfüllung der Soll- bzw. Wunschziele herangezogen werden. Wurde eine Entscheidung getroffen, ist diese (schriftlich) festzuhalten.

- Ergebnis: Wurde eine zufriedenstellende Lösung gefunden, besteht das Ergebnis dieser entweder aus deren Umsetzung oder in Form eines Anstoßes der nächsten Projektphase. Konnte keine Lösung gefunden werden, die den Anforderungen genügt, mit aktuellen Ressourcen umsetzbar ist oder aus sonstigem Grund nicht befriedigend erscheint, kann der Vorgang abgebrochen werden, wodurch sich an der vorherrschenden Lage nichts ändert. Weiters ist es möglich, die Anforderungen zu senken, das Problem auf einer anderen Systemebene zu bearbeiten oder dadurch zu umgehen.

Zusätzlich zu den beschriebenen Schritten ist ein ständiger Prozess der Informationsbeschaffung erforderlich. Während diese bei der Zielsuche vorwiegend problemorientiert sein sollte, ist sie bei der Lösungssuche und Auswahl großteils lösungsorientiert. Abschließend sei noch die Dokumentation erwähnt, die das Festhalten von Ergebnissen und Zwischenergebnissen *“auf saubere und nachvollziehbare Art”* [Haberfellner et al. 2002, S. 55] bewerkstelligen soll.

### 2.2.5. Zusammenhänge zwischen den Komponenten des Vorgehensmodells

Die vier vorgestellten Komponenten greifen stark ineinander und resultieren in folgendem Konzept: Die nach verschiedenem Detaillierungsgrad zeitlich gegliederten Projektphasen sind bereits eine Ausprägung des Prinzips *“vom Groben ins Detail”*. Die Variantenbildung ist als wichtiger Baustein in der Lösungssuche des PLZ verankert. Dieser stellt einen generischen Lösungsansatz dar und findet besonders in den Entwicklungsphasen Anwendung. Die Bedeutung der einzelnen Schritte bezogen auf die Projektphasen wird in Abbildung 2.6 abgebildet. Hierbei ist zu sehen, dass die Vorstudie und die Detailstudie jeweils entgegengesetzte Schwerpunkte legen. Während zu Beginn die Zielsuche höchste Priorität genießt, gewinnt die Lösungssuche bzw. die Auswahl einer Variante an Bedeutung. [Haberfellner et al. 2002, S. 58ff.]

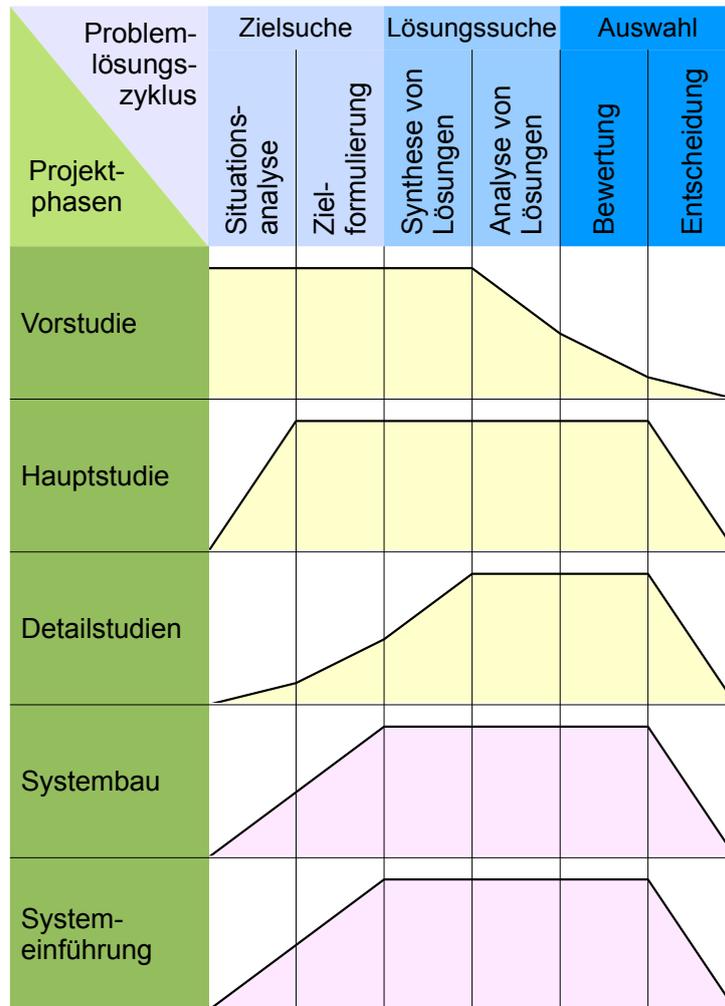


Abbildung 2.6.: Bedeutung der einzelnen Schritte des PLZ während der Projektphasen [Haberfellner et al. 2002, S. 61]

### 3. (Geschäfts-)Prozesse

Prozesse gewinnen innerhalb von Unternehmen zunehmend an Bedeutung. Gründe dafür sind unter anderem die wachsende Dynamik des Marktes und der steigende Kostendruck. Im Gegensatz zu einer funktionalen Gliederung (Aufbauorganisation, Abbildung 3.1: “vertikal” organisiert), die eine Spezialisierung forciert und den Abstimmungsaufwand vergrößert, ergibt sich bei der Betrachtung von Prozessen (Ablauforganisation, Abbildung 3.1: “horizontal” organisiert) ein breiterer Blickwinkel mit Konzentration auf die Aufgabendurchführung (wer macht was, wann, womit) [Becker, Mathas, Winkelmann 2009, S. 1ff.].

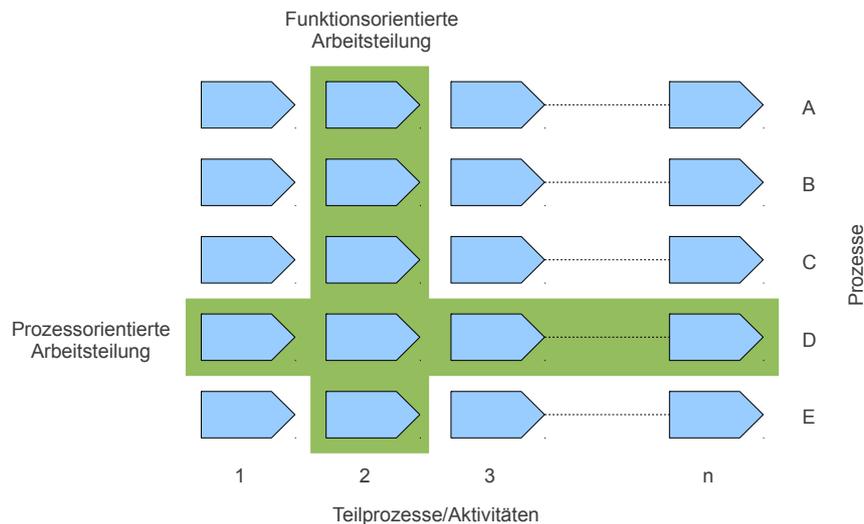


Abbildung 3.1.: Aufbau-, funktionsorientierte, vertikale Organisation und Ablauf-, prozessorientierte, horizontale Organisation [Schantin 2004, S. 41]

#### 3.1. Definitionen des (Geschäfts-)Prozesses

Im deutschen Sprachgebrauch war lange Zeit der Begriff “Prozess” vorwiegend dem Rechtswesen zugeordnet. Daneben beschreibt er auch Vorgänge in der Chemie und bezeichnet in Ausführung befindliche Software-Anwendungen, allgemein gesprochen einen *“sich über*

*eine gewisse Zeit erstreckender Vorgang, bei dem etwas [allmählich] entsteht, sich herausbildet” [Duden 2011].*

Schwickert und Fischer leiten den Begriff des “*Geschäftsprozesses*” aus dem Bereich der Informatik ab [Schwickert, Fischer 1996]. In Bezug auf diesen Terminus vertritt Schantin die Meinung, dass sich aus der mittlerweile vorhandenen Vielzahl von Definitionen noch keine nennenswert von den anderen abheben konnte bzw. als Standard anerkannt wird. Die unterschiedlichen Definitionen würden zwar grundsätzlich ähnliche Elemente enthalten, dennoch bestünden Unterschiede in zusätzlichen Anforderungen und Eigenschaften [Schantin 2004], deren Bandbreite anhand von drei nachfolgenden Definitionen veranschaulicht wird.

Beckers, Mathas und Winkelmanns Definition eines Prozesses ist sehr weit gefasst. Er bezeichnet einen Prozess als *“die abgeschlossene, zeitliche und sachlogische Folge von Aktivitäten, die zur Bearbeitung eines prozessprägenden betriebswirtschaftlichen Objektes, wie z.B. einer Rechnung, einer Kundenreklamation oder eines Auftrags notwendig sind.”* [Becker, Mathas, Winkelmann 2009, S. 3]

Im Gegensatz dazu ist der Versuch einer Begriffsklärung von Österle [Österle 1995, S. 62] konkreter und bezieht mehr Faktoren mit ein. Er definiert einen Prozess im organisatorisch-betriebswirtschaftlichen Kontext als *“eine Menge von Aufgaben, die in einer vorgegebenen Ablauffolge zu erledigen sind und durch Applikationen der Informationstechnik unterstützt werden. Seine Wertschöpfung besteht aus Leistungen an Prozeßkunden [sic]. Der Prozeß [sic] besitzt eine eigene Führung, die den Prozeß [sic] im Sinne der Geschäftsstrategie anhand der daraus abgeleiteten Führungsgrößen lenkt und gestaltet [...]. Ein Unternehmen konzentriert sich auf die wenigen Prozesse, die über seine Wettbewerbsfähigkeit entscheiden.”* Im Vergleich zu Becker gibt Österle dadurch auch Vorgaben zur Bearbeitung eines Prozesses vor, wie z.B. die Miteinbeziehung der Informationstechnik und der Geschäftsstrategie. Eine wesentliche Aussage besteht in der Ausrichtung der zu erbringenden Leistung auf die Kundschaft, ohne diese näher zu spezifizieren. Zuletzt empfiehlt Österle eine Konzentration auf die eigenen Kernkompetenzen.

Die dritte Definition, jene von Schantin, ist die detaillierteste. Sie beinhaltet ähnliche Bestandteile wie die zuvor vorgestellte von Österle, konkretisiert sie aber unter Einbeziehung verschiedener anderer Begriffsklärungen. Durch diesen Bezug auf eine Vielzahl vorangegangener Arbeiten kann die Definition als breiter in der Literatur verankert angesehen werden.

*“Ein Prozess ist eine sachlogische Abfolge von betrieblichen Tätigkeiten bzw. Aktivitäten mit dem Ziel eines klar festgelegten Outputs zur Erzeugung von Kundennutzen. Er besitzt einen bestimmten Leistungsumfang, ist durch einen definierten, messbaren Input und Output bestimmt, ist wiederholbar, fügt Kundenwert an Prozessobjekten hinzu, kann funktionsübergreifend sein, hat einen durchgängig verantwortlichen Prozess-Eigner und verfügt über alle notwendigen Ressourcen und Informationen.”* [Schantin 2004, S. 43]

Die einzelnen Komponenten, deren Bedeutung und Wichtigkeit sollen im Folgenden kurz erläutert werden (vgl. [Schantin 2004, S. 44ff.]).

### 3.1.1. Aktivitäten in einer logischen Folgebeziehung

Ein Prozess setzt sich, wie in Abbildung 3.2 skizziert, aus mindestens zwei Aktivitäten/Tätigkeiten, zwischen denen eine zeitlichen und sachlogischen Folgebeziehung besteht, zusammen mit der Zielsetzung, eine bestimmte Aufgabe zu erfüllen. Diese werden als *„dauerhaft wirksame Aufforderungen, Verrichtungen an Objekten zur Erreichung eines Ziels vorzunehmen“* [Frese 1976, S. 31] beschrieben, ein Auftrag ist im Gegensatz dazu nur *„einmalig gültig“* [Frese 1976, S. 31].

Durch die Festlegung der einzelnen Aktivitäten und deren Reihung ergibt sich, *wie* die Aufgabe zu erfüllen und *wann* welche Tätigkeit durchzuführen ist.

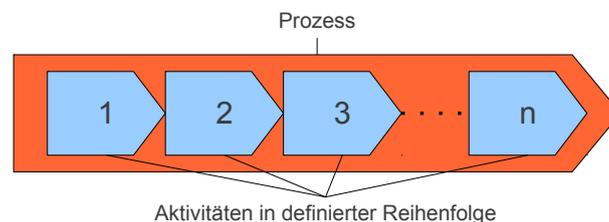


Abbildung 3.2.: Prozess als Sequenz von Aktivitäten [Schantin 2004, S. 44]

### 3.1.2. Input und Output

Ein Prozess erfordert mindestens einen Input<sup>1</sup> in Form von materiellen (Güter, Rohstoffe,..) oder immateriellen (Ideen, Daten,...) Objekten. Sie durchfließen den Prozess und werden dabei durch die zuvor definierten Aktivitäten verändert, wodurch ein bestimmter Output entsteht (siehe Abbildung 3.3). Bezogen auf die Abläufe im Paraffinarchiv stellt beispielsweise eine Anforderung von Proben einen Prozessinput und eine Lieferung dieser den Prozessoutput dar.

In weiterer Folge unterscheidet Schantlin in primären und sekundären In- bzw. Output. Ein primärer Input ist der Anstoß, der Prozessauslöser, und steht somit immer am Anfang eines Prozesses. Das Gegenstück dazu stellt der primäre Output dar, er markiert das Ende des Prozesses und bewirkt die Erfüllung dessen Zwecks.

Objekte, die in unterschiedlichen Verarbeitungsstadien in den Prozess einfließen, werden als sekundäre Inputs bezeichnet. Diese haben keinen auslösenden Charakter und können somit nicht am Beginn eines Prozesses stehen. Sekundäre Outputs entstehen in Form von Zwischenergebnissen, haben keinen terminierenden Charakter und können dadurch keinen

<sup>1</sup> Vgl. Softwareprozess: dieser erhält bspw. Daten, Benutzereingaben,...

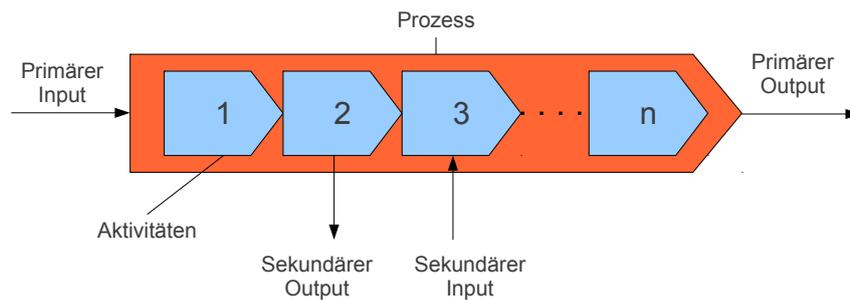


Abbildung 3.3.: Primärer und sekundärer Prozessinput und -output [Schantin 2004, S. 45]

Prozess beenden. Sollte sekundärer Input zur Erfüllung erforderlich sein, jedoch nicht rechtzeitig bereit gestellt werden, kann dies zu Verzögerungen oder einer Unterbrechung im Prozessablauf führen, wodurch die Erbringung des primären Outputs beeinträchtigt ist. Ebenso kann sekundärer Output ein wichtiger Input (primärer oder sekundärer Natur) für einen anderen Prozess sein, wodurch dessen Erbringung ebenfalls erfolgsentscheidend sein kann.

Um das zuvor erwähnte Beispiel fortzuführen, besteht im Probenarchiv ein sekundärer Input aus der Information über die aktuelle Position der zu entnehmenden Proben. Sollten diese nicht zugreifbar sein, kann der ursprünglich angestrebte primäre Output (Lieferung der Proben) nicht erfolgen.

### 3.1.3. Prozesskunden

*“Jedes Output-Objekt eines Prozesses besitzt einen Kunden als Senke, an den das Ergebnis des Prozesses, der primäre Output des Prozesses, geliefert wird<sup>2</sup>. Analog dazu besitzt jedes Input-Objekt eine Quelle, die den jeweiligen primären Input an den Prozess liefert.”* [Schantin 2004, S. 46]

Gemäß der im oberen Abschnitt eingeführten Gliederung des In- und Outputs, lassen sich KundInnen ebenfalls in “primäre” und “sekundäre” kategorisieren (siehe Abbildung 3.4). Bezieht derselbe Kunde/Kundin, der den primären Input geliefert hat, auch den primären Output, kann von einer KundInnen-KundInnen-Beziehung gesprochen werden kann.

Analog zum Archiv bedeutet dies, dass dieselbe Person, die den Auftrag zur Probenentnahme erteilt, diese anschließend ausgehändigt bekommt (primäre KundIn). Eine sekundäre Kundin ist die Datenverarbeitung, die aufgrund der elektronischen Erfassung der zu entnehmenden Proben weiteres statistisches Zahlenmaterial erhält.

Weiter gefasst beinhaltet der KundInnenbegriff *“alle Personen oder Organisationseinheiten, die Leistungen (Produkte oder Dienstleistungen) vom betrachteten Prozess empfangen”*

<sup>2</sup> Davenport, Short 1990, S. 12 zitiert nach Schantin 2004, S. 46

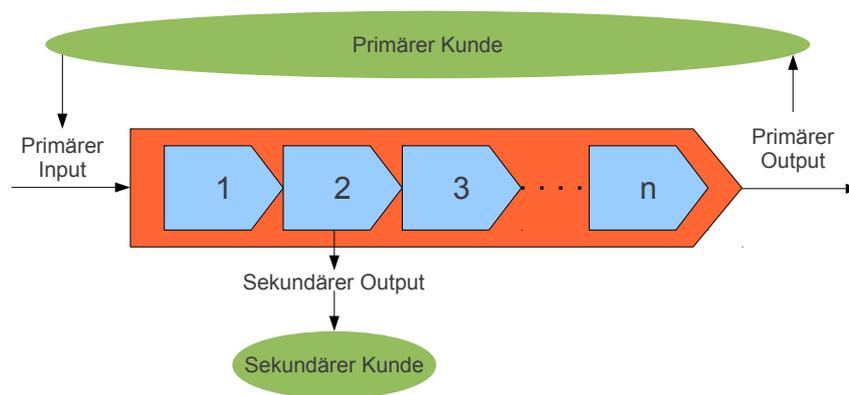


Abbildung 3.4.: Primäre(r) und sekundäre(r) ProzesskundIn [Schantin 2004, S. 47]

[Fischermanns 2006, S. 15]. Schantin nimmt auch Prozesse in die KundInnendefinition mit auf [Schantin 2004, S. 47]. Zusätzlich ist eine Unterscheidung nach “(unternehmens-) externen und internen”<sup>3</sup> ProzesskundInnen naheliegend, da sich LeistungsempfängerInnen nicht ausschließlich außerhalb der Unternehmensgrenzen befinden müssen.

### 3.1.4. Transformation

Die Verrichtungen am Input führen zu einer Transformation, die verschiedener Natur<sup>4</sup> sein kann. Der resultierende Output wird “*Prozessleistung*” genannt. Ziel dieser Transformation ist eine Wertsteigerung des Inputs für ProzesskundInnen, das bedeutet, die erbrachte Leistung muss ihnen Nutzen bringen, also ihre Bedürfnisse befriedigen.

Nur jene Aktivitäten, die diese Anforderung erfüllen, sind als Wertbeitrag für den Prozess von Bedeutung und müssen “*alle Vorgänge, die zur Erfüllung des Kundenwunsches erforderlich sind*” [Eversheim 1995,1996, S. 17] umfassen (siehe Abbildung 3.5).

### 3.1.5. Prozessverantwortung

Wird in Organisationen in Funktionen (Abteilungen) und nicht in Prozessen gedacht, folgt daraus eine Aufteilung der Verantwortung für den jeweiligen Aufgabenbereich, womit ein höherer Abstimmungsaufwand entsteht und keine durchgehende Kontrolle bzw. Koordination vorhanden ist<sup>5</sup> (vgl. Abbildung 3.6 oben). Um dies zu vermeiden, empfiehlt es sich, dass der Prozess vom Beginn bis zum Ende einem durchgängigen Verantwortungsbereich zugeordnet bleibt (siehe Abbildung 3.6 unten).

<sup>3</sup> Wobei sich intern und extern generell auf die betrachteten Grenzen bezieht. Diese können z.B. Unternehmens- oder Abteilungsgrenzen sein.

<sup>4</sup> Unter anderem: physikalisch (z.B. Probenherstellung), informationell (z.B. Anlegen eines Datensatzes im Rahmen des Probeneingangs), raum-zeitlich (z.B. Transport von Proben).

<sup>5</sup> Auch als “over the wall”-Syndrom bezeichnet Mohr 2010, S. 209

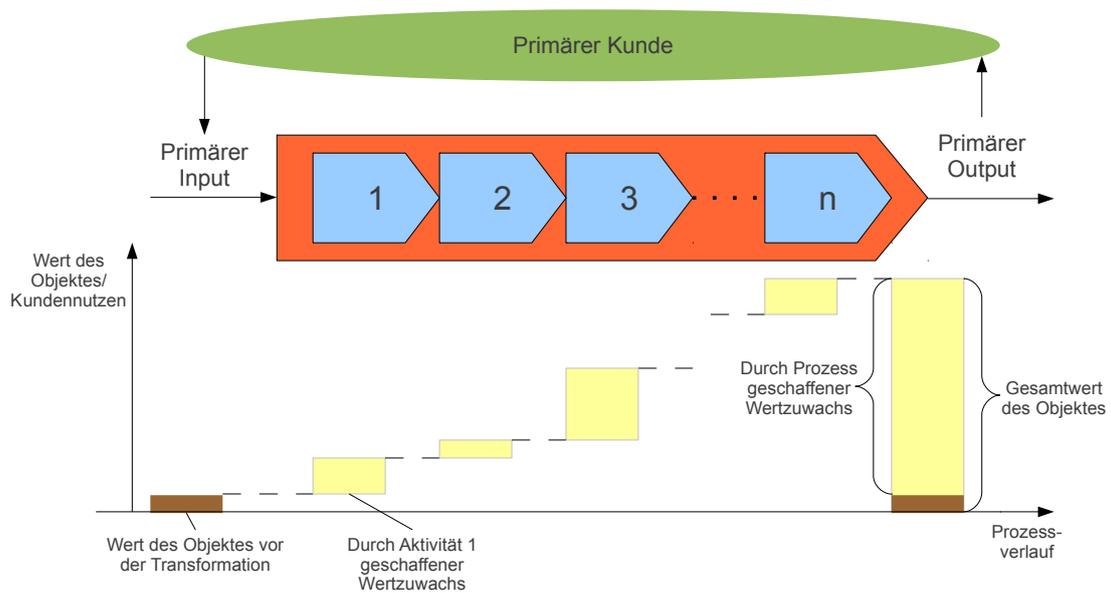


Abbildung 3.5.: Aktivitäten eines Prozesses, zur Schaffung von Wert und Kundennutzen [Schantin 2004, S. 48]

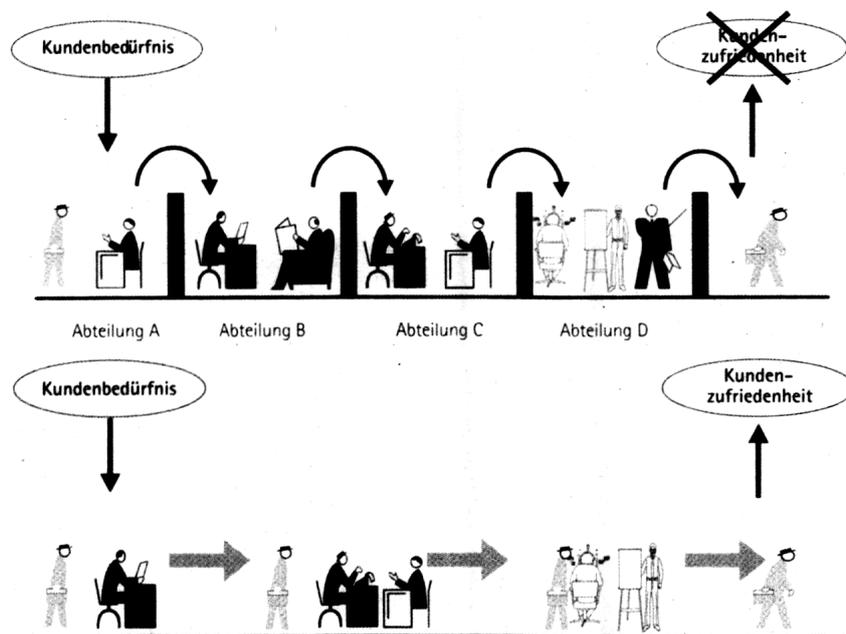


Abbildung 3.6.: oben: funktionale Gliederung, einer Spezialisierung auf den jeweiligen Arbeitsbereich entsprechend;  
unten: durchgehende Prozessverantwortung [Suter 2004, S. 90]

Der/die InhaberIn dieser Verantwortung (Person oder Organisationseinheit) wird *“Prozess-Eigner”*, *“Prozessverantwortlicher”* oder *“Process-Owner”* genannt. Einheitliche Zielsetzungen und Verkürzung bzw. gänzlichliches Vermeiden von langen Entscheidungs- und Kommunikationswegen sind ein Auszug der positiven Folgen.

Das sogenannte Case-Management stellt eine Perfektion dieses Prinzips dar. Es ist die konsequenteste Form der Prozessverantwortung und kann, wie in Abbildung 3.7 dargestellt, von einer einzelnen Person – dem/der Case ManagerIn (Bild oben) – oder einem Team (Bild unten) durchgeführt werden. Für genauere Ausführungen, sei an dieser Stelle auf weiterführende Literatur, z.B [Schantin 2004, S. 50ff.], [Suter 2004, S. 99ff.] und [Davenport, Nohria 1994] zitiert nach [Schantin 2004, S. 50ff.], verwiesen.

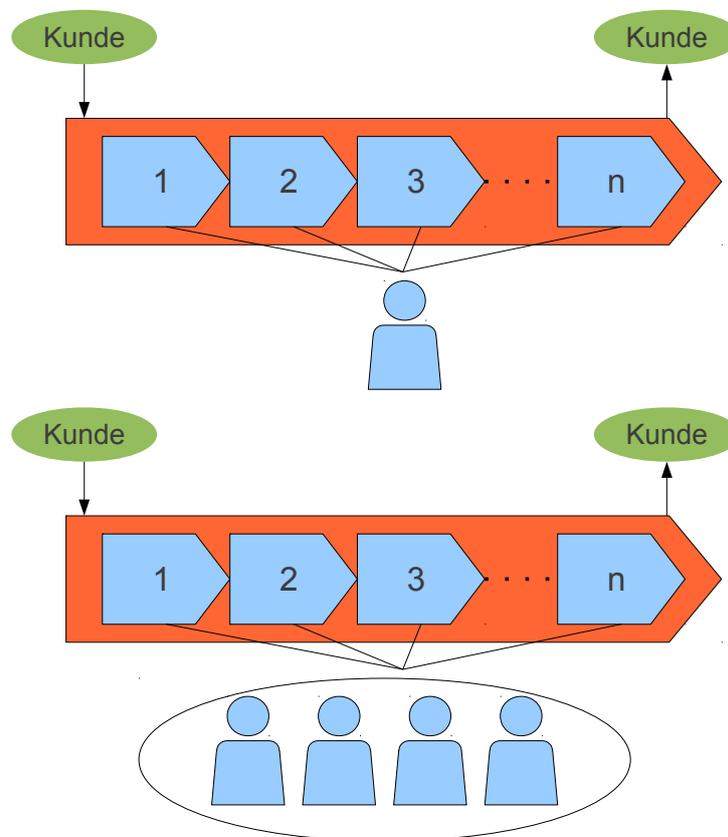


Abbildung 3.7.: Case-Management in Anlehnung an [Schantin 2004, S. 50]

### 3.1.6. Prozessressourcen

Die zur Durchführung des Transformationsvorgangs essentiellen Ressourcen werden in *“Gebrauchs-, Verbrauchs- und Flussressourcen”* unterteilt (siehe Abbildung 3.8).

Erstere gehen nicht im Output auf, bleiben unverändert und stehen dem Prozess über längere Zeit zur Verfügung (z.B. Archivschränke zur Lagerung der Proben, Informationen, Know-how,..).

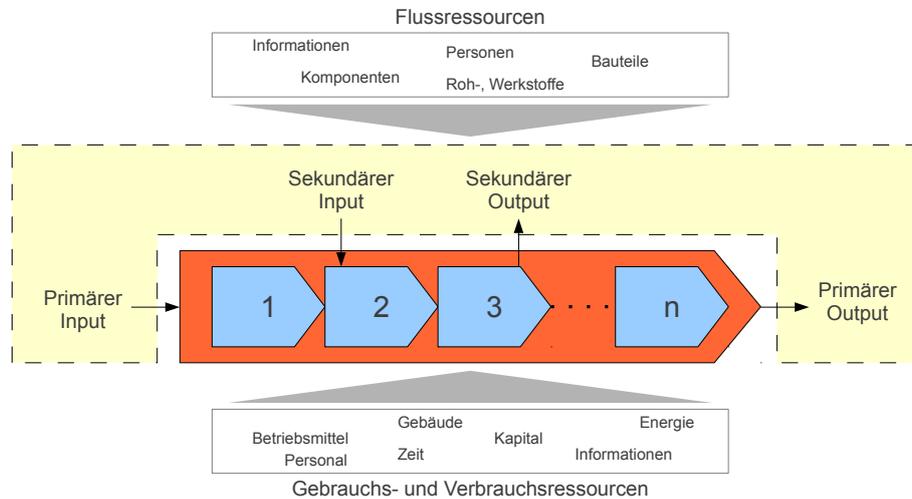


Abbildung 3.8.: Gebrauchs-, Verbrauchs- und Flussressourcen eines Prozesses [Schantin 2004, S. 54]

Die zweite Gruppe verändert ihre chemischen, physikalischen oder qualitativen Eigenschaften während der Transformation und kann dadurch nur einmalig zur Erstellung einer Leistung verwendet werden (z.B. Energie, Zeit, Wachs zur Erstellung der Paraffinproben,...).

Die dritte Gattung umfasst jene Ressourcen, an denen der Transformationsvorgang durchgeführt wird. Dabei handelt es sich um Prozessobjekte, die in Form von primärem oder sekundärem Input in den Prozess gekommen sind und durch Verwendung der Gebrauchs- und Verbrauchsressourcen in den primären bzw. sekundären Output übergeführt werden (z.B. im Falle des Prozesses der Probenherstellung: das Gewebe der PatientInnen).

Die Zuordnungen *“der benötigten Ressourcen zu den einzelnen Aktivitäten innerhalb eines Prozesses bestimmen die ausführenden Personen (wer), die verwendeten Sachmittel und Informationen (womit) und das Transformationsobjekt (woran).”* [Schantin 2004, S. 55]

### 3.1.7. Prozess- und Performanceziele

Ziele sind für die prozessorientierte Betrachtungsweise der Leistungserbringung sehr wichtig. Sie lassen sich in *“Sach-”* und *“Formalziele”* unterteilen. Erstere werden auch Prozessziele genannt, beziehen sich auf einen zukünftig anzustrebenden Zustand und beschreiben

einen Prozessoutput. Am Beispiel des Auftrags zur Probenentnahme bedeutet dies, welche Proben letztendlich auszuhändigen sind.

Im Gegensatz dazu legt das Formalziel (auch als Performanceziel bezeichnet) das *Wie* des zu erreichenden Sachziels fest, z.B. den Zeitrahmen, innerhalb dessen die Proben bereitzustellen sind. Mittels Formalziele lassen sich somit aus einer Vielzahl von verschiedenen Prozessvarianten jene auswählen, die hinsichtlich der Erreichung der zuvor festgelegten Sachziele als am besten geeignet erscheinen.

## 3.2. Prozessmodellierung

Ziel der Modellierung ist die Reduktion der Komplexität durch Verzicht auf Unwesentliches. Je nach Zweck kann zwischen Beschreibungs-, Erklärungs-, Prognose- und Entscheidungsmodell unterschieden werden. Ersteres ist besonders hilfreich, um Transparenz aktueller Prozesse zu schaffen und zukünftige Gestaltungsalternativen zu artikulieren [Schantin 2004, S. 71]. Ein Modell dient somit zum einen der Beschreibung der Realwelt und zum anderen deren Gestaltung [Becker, Rosemann, Schütte 1995, S. 435].

*“Durch die Visualisierung, d.h. graphische Darstellung, wird das Verstehen komplizierter Zusammenhänge im Allgemeinen vereinfacht. Eine Möglichkeit der Visualisierung ist der Aufbau und die Gestaltung eines Modells. Ein Modell ist eine vereinfachende abstrahierende Darstellung eines Abschnitts der Realität, der Diskurswelt. Mit Hilfe eines Modells können relevante Eigenschaften erkannt, verstanden, analysiert und gestaltet werden. Der Vorgang, innerhalb dessen die vereinfachende Abbildung eines relevanten Realitätsausschnitts vorgenommen wird, wird als Modellieren bezeichnet.”* [Schantin 2004, S. 71]

Konkret bezogen auf die Modellierung von Prozessen meint Österle: *“Das Ziel des Prozeßentwurfs sind neue geschäftliche Lösungen (Innovationen), welche den Kundennutzen (Effektivität) erhöhen und die Kosten senken (Effizienz steigern).”* [Österle 1995, S. 63]

### 3.2.1. Abstraktionsebenen der Modellierung

Das Unternehmen als System<sup>6</sup> betrachtet, weist eine Vielzahl von Bestandteilen, Zusammenhängen und Verbindungspunkten zu seiner Umgebung auf, wobei letztgenannte vom gewählten Ausschnitt der Betrachtung abhängig ist. *“Im Falle der Betrachtung des gesamten Unternehmens stellen beispielsweise Kunden, Lieferanten und öffentliche Stellen das Umfeld dar, im Falle der Betrachtung eines Teilbereichs werden neben den oben genannten Umfeldfaktoren auch andere unternehmensinterne Bereiche zum Umfeld gezählt.”* [Schantin 2004, S. 70f.]

---

<sup>6</sup> Vgl. Abschnitt 2.1

Es wäre möglich, die gesamten Abläufe eines Unternehmens in einem einzigen Prozess abzubilden. Für die meisten Anwendungsszenarien bietet diese Betrachtung jedoch eine zu wenig ausgeprägte Detaillierung, wodurch eine Unterteilung sinnvoll erscheint. [Schantin 2004, S. 60]

In der Praxis erfolgt dadurch eine Aufspaltung in mehrere Ebenen, die einen unterschiedlichen Grad an Abstraktion aufweisen [Gadatsch 2010, S. 43]. Schantin spricht in diesem Zusammenhang von einer *“vertikalen Auflösung des Prozesses”* [Schantin 2004, S. 113], wobei mit zunehmender Tiefe der dadurch entstehenden Prozesshierarchie die Detaillierung zunimmt. Hier einen sinnvollen Grad zu finden, bestimmt im Wesentlichen die Qualität, Verwendbarkeit und die Wirtschaftlichkeit eines Modells. Österle meint, jede Verfeinerung müsse (nennenswerte) Verbesserungen mitbringen und dürfe keine Selbstverständlichkeiten regeln, da sie sonst von den ProzessmitarbeiterInnen abgelehnt wird [Österle 1995, S. 93]. Auch Schantin hat Kriterien zur Teilung aufgestellt, die auszugsweise in der nachfolgenden Liste angeführt werden [Schantin 2004, S. 114].

Teilprozesse können gebildet werden, wenn [Schantin 2004, S. 114]:

- eine klare Abgrenzung zu anderen Teilprozessen möglich ist,
- der Output klar definierbar und als Input von Bedeutung für andere Teilprozesse ist,
- er unabhängig von Ort, Zeit und ausführenden MitarbeitInnen dieselben Ergebnisse liefert, (standardisierbar),
- eine (Teil-)Autonomie besteht, wenn allfällige Entscheidungen innerhalb des Prozesses durch die Durchführenden getroffen werden können.

In Abbildung 3.9 ist die Zerlegung eines Geschäftsprozesse in schematischer Form in Anlehnung an [Gadatsch 2010, S. 43] und [Schantin 2004, S. 113] zu sehen.

### 3.2.2. Makro- und Mikromodellierung

Diese beiden Modellierungstechniken ermöglichen die Betrachtung von Geschäftsprozessen aus verschiedenen Perspektiven, basieren auf differenzierten Detaillierungsgraden und verfolgen unterschiedliche Zwecke.

#### 3.2.2.1. Makromodell

Mittels eines *Makrodesigns*<sup>7</sup> werden autonom agierende und ausschließlich durch AuftraggeberInnen-AuftragnehmerInnen-Beziehungen verbundene Unternehmens- bzw. Organisationseinheiten festgelegt. Eine Optimierung ihrer Innengestaltung findet anschließend

<sup>7</sup> Auch Makro-Ebene Österle 1995, S. 49,91 oder Makromodell Schantin 2004, S. 72 genannt.

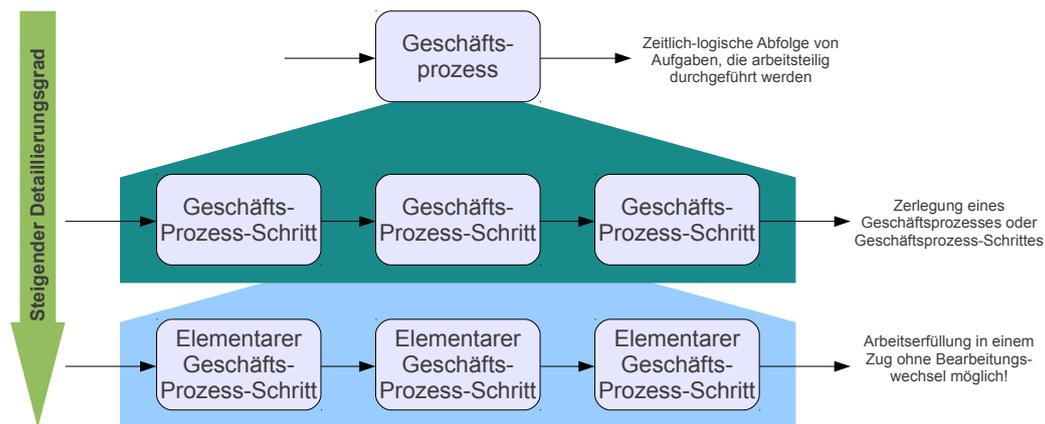


Abbildung 3.9.: Zerlegung eines Geschäftsprozesses [Gadatsch 2010, S. 43]

unabhängig voneinander im sog. *Mikrodesign* statt. Beide – aufeinander abgestimmt – ergeben das Unternehmensdesign [Suter 2004, S. 25].

Österle bezeichnet das Makrodesign als Makro-Ebene, die einen Überblick über den gesamten Prozess gibt [Österle 1995, S. 49,91].

Das Makrodesign bezieht das gesamte Unternehmen in die Betrachtung mit ein. Dabei werden Geschäftsprozesse und deren Schnittstellen untereinander sowie zur Außenwelt definiert. Durch eine grundlegende Gestaltung sollen ungeeignete Schnittstellen, „*leistungsabsorbierende Strukturen*“ [Suter 2004, S. 26] und nicht wertschöpfender Kommunikations- bzw. Abstimmungsaufwand eliminiert werden. Alle vorhandenen Ressourcen werden auf die Geschäftsstrategie<sup>8</sup> ausgerichtet und müssen demnach vom Unternehmensmanagement eingeleitet und getragen werden. Durch diese Interventionen sind im Makrodesign Durchbrüche zu erwarten. [Suter 2004, S. 26]

### 3.2.2.2. Mikromodell

Wurde das Makromodell erstellt, kann darauf aufbauend eine Bearbeitung des Mikromodells beginnen. Ohne ein bereits bestehendes Makromodell fehlt es an Abstimmung und Ausrichtung für eine zielgerichtete und effiziente Optimierung der einzelnen Geschäftsprozesse [Suter 2004, S. 27]. Im Rahmen des Vorgehensmodells des „*Grazer Ansatzes*“ ist als Folge daraus die Erstellung eines Makromodells (Makrodesign) zwingend Voraussetzung für das Mikromodell. [Schantin 2004, S. 87]

<sup>8</sup> Den Begriff der „Strategie“ bezieht Schantin folgendermaßen mit ein: „*Das Makromodell stellt das Ergebnis aus strategischen Überlegungen dar, beginnend bei der Analyse und Festlegung der Zielmärkte und Produkte, der Ermittlung der in der jeweiligen Branche notwendigen Erfolgsfaktoren aus der Analyse von Kundenbedürfnissen und Anforderungen sowie der Identifikation der notwendigen Kernfähigkeiten in der Leistungserstellung, die zur Befriedigung der Bedürfnisse erforderlich sind.*“ Schantin 2004, S. 72

Österle spricht analog zur Makro-Ebene von der Mikro-Ebene einer Ablaufbeschreibung [Österle 1995, S. 49, 93]. Diese *“geht von einem Geschäftsereignis aus und beschreibt alle davon angestoßenen Aufgaben”* [Österle 1995, S. 49]. Eine Aufgabe<sup>9</sup> ist dabei so detailliert zu beschreiben, dass sie *“klare Anweisungen an die Mitarbeiter darstellen”* [Österle 1995, S. 49]. Wird die Mikro-Ebene in einer Form angegeben, in der Computer anstelle einer Führungskraft die Ablaufsteuerung übernehmen können, spricht Österle von einem sog. *“Workflow”* [Österle 1995, S. 45].

Eine Gegenüberstellung von Makro- und Mikromodell ist in Tabelle 3.1 zu sehen.

Aspekte	Makrodesign	Mikrodesign
Kurzbeschreibung	Unternehmensweite Abbildung der Geschäftsvorgänge durch Geschäftsprozesse	Optimierung von einzelnen Geschäfts- oder Teilprozessen
Ansatz	Neugestaltung (“Green Fields”)	Optimierung
Gegenstand	Geschäftsprozesse des Gesamtunternehmens (ev. Geschäftsbereichs)	Einzelne (Teil-)Prozesse, Abläufe, Workflow in ausgewähltem Bereich
Kontext	Geschäftsstrategie	Fachdisziplin
Initiator	Top-Management (Top-Down)	Bereichs-/Abteilungsleitung (oft Bottom-Up)
Besonderes	Mikrodesign als Fortsetzung, Abstimmung gegeben	ohne vorangegangenem Makrodesign: Abstimmungsprobleme unter den Projekten, Projektvielfalt (“Projektitis”)
Ergebnis	Durchbruch	Inkrementelle Verbesserung

Tabelle 3.1.: Unterschiede zwischen Makro- und Mikrodesign [Suter 2004, S. 26]

### 3.2.3. Kaskadierung und Segmentierung von Prozessen

Sowohl die Kaskadierung, als auch die Segmentierung sind Techniken zur Verfeinerungen bzw. zur Reduktion von Komplexität von Prozesstrukturen.

Geschäftsprozesse zeichnen sich durch ihre Selbstähnlichkeit aus, das bedeutet, dass sie unabhängig von der Detaillierungsstufe demselben Grundmuster folgen. Die Definition eines Prozesses gilt somit auch für einen Teilprozess. Aufgrund dieser Eigenschaft können Prozesse, Teilprozesse und Tätigkeiten, von Schantin allgemein als *“Wertschöpfungselement”* bezeichnet, im Rahmen der Makromodellierung durch Kaskadierung zueinander in

<sup>9</sup> Darunter versteht Österle *“eine betriebliche Funktion mit einem bestimmten Ergebnis”*, die *“von Mensch und/oder Maschine”* ausgeführt wird.

Beziehung gesetzt und mittels Segmentierung deren verschiedene Variationen berücksichtigt werden. [Schantin 2004, S. 84ff.]

### 3.2.3.1. Prozesskaskadierung

Durch eine Kaskadierung von Prozessen können Aktivitäten als Teilprozesse durch Erteilung von “Subaufträgen an andere Geschäftsprozesse” [Suter 2004, S. 118] ausgegliedert werden. Zur genaueren Beschreibung dieses Prinzips führt Suter den Begriff “*generischer Auftragszyklus*” [Suter 2004, S. 118] ein. Dessen grundsätzlicher Ablauf beginnt mit der Erteilung des Auftrages durch den/die AuftraggeberIn, fährt mit der Übernahme, Abarbeitung und Übergabe seitens des/der AuftragnehmerIn fort und kommt schließlich durch Übernahme und Akzeptanz wieder bei den/der AuftraggeberIn an. Trotz Delegation der Tätigkeit(en) verbleibt die *Gesamtverantwortung* bei dem/der AuftraggeberIn.

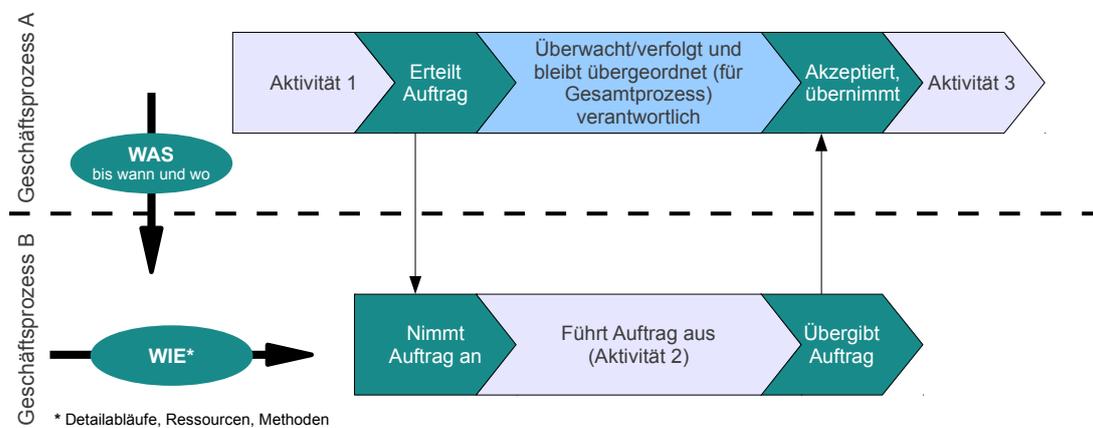


Abbildung 3.10.: Prozesskaskade aus zwei Geschäftsprozessen [Suter 2004, S. 121]

Die einzelnen Schritte sind in Abbildung 3.10 grafisch dargestellt. Wichtig ist, dass die Kommunikation über eine einfache und unmissverständlich definierte Schnittstelle erfolgt. Nach der Erteilung verbleibt der Auftrag in einer “Warteposition”, bis er von dem/der AuftragnehmerIn “aufgeweckt” wird. Dies kann entweder am Ende der ordnungsgemäßen Bearbeitung erfolgen oder bei unvorhergesehenen Ereignissen eine “*Alarmfunktion*” [Suter 2004, S. 120] darstellen. Schantin meint, das Erfordernis der auszutauschenden Informationen nimmt mit dem Maß an Unsicherheit zu. Sind ein oder mehrere der folgenden Unsicherheitsfaktoren erfüllt, wird zusätzliche Kommunikation notwendig [Schantin 2004, S. 163]:

- Spezielle und/oder einmalige Leistung
- Hoher Neuigkeitsgrad
- Fehlende Standardisierung (z.B. DIN)

- Hohes Qualitäts-, Mengen- und/oder Terminrisiko

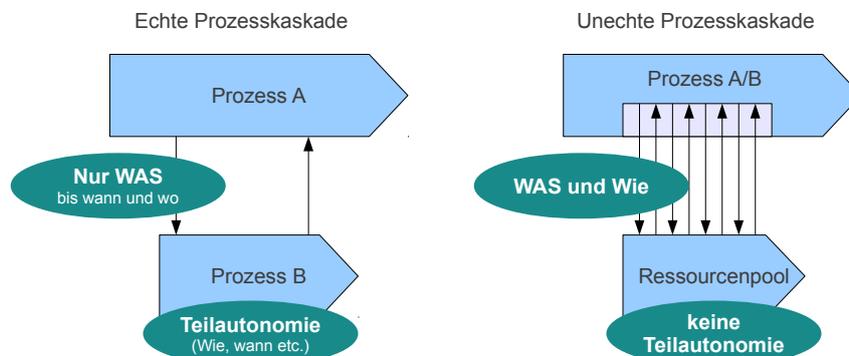


Abbildung 3.11.: Echte (links) und unechte (rechts) Prozesskaskade [Suter 2004, S. 125]

Von diesen speziellen Einflüssen abgesehen, unterscheidet Suter zwischen einer *echten* und einer *unechten* Prozesskaskade. Beide Varianten werden in 3.11 gegenübergestellt. Die *echte* zeichnet sich durch ein einfaches Auftragsverhältnis, eine klare Schnittstelle zur effizienten Klärung, *was* zu erfüllen ist, und einer (Teil-)Autonomie des auftragnehmenden Prozesses – legt das *wie* der Auftragerfüllung fest – aus. Dieser übernimmt die *Gesamtverantwortung* für den *eigenen* Output und führt zu dessen Erzielung die Planung, Steuerung, Ausführung und Kontrolle der erforderlichen Aktivitäten zusammen. Sollte eine zu hohe Komplexität dieser es erfordern, kann daraus erneut eine weitere Prozesskaskade ausgliedert werden. [Suter 2004, S. 125 f.]

### 3.2.3.2. Prozesssegmentierung

Während die Kaskadierung von Prozessen eine Möglichkeit der Spezialisierung innerhalb eines Prozesses beschreibt, liegt der Schwerpunkt der Segmentierung auf der Berücksichtigung verschiedener Variationen eines Prozesses. Sollten unterschiedliche Anforderungen an den Prozess bestehen, sind diese selten durch einen Standardfall abzudecken. Diese verschiedenen Ansprüche können durch:

- die unterschiedlichen Kundengruppen (z.B. Privat-/Firmenkunden/Öffentliche Hand, Kinder/Erwachsene),
- die Art der zur Verfügung stehenden Vertriebskanäle (z.B. Direktvertrieb/Großhandel),
- den herrschenden Wettbewerb,
- den geografische Gegebenheiten (z.B. Absatzmarkt: Europa/Nordamerika/USA, Klima: tropisch/gemäßigt) oder

- einem abweichenden Schwierigkeitsgrad (z.B. Routine-/mittelschwere/komplexe Geschäftsfälle budget/comfort),

hervorgerufen werden [Schantin 2004, S. 122 ff.]. Suter unterscheidet zusätzlich zwischen *nach außen* und *nach innen gerichteter* Segmentierung [Suter 2004, S. 130]. Die Differenzierung der Richtung gibt Hinweis, wo eine Segmentierung sinnvoll ist. *“Nach außen gerichtete Segmentierung eignet sich im besonderen Masse bei [...] markt- und kundennahen Geschäftsprozessen, [...] nach innen gerichtete [...] bei [...] nachgelagerten Geschäftsprozessen in den Kaskaden”* [Suter 2004, S. 130]. Am Beispiel der zuvor angeführten Liste können alle, mit Ausnahme des letzten Punktes, als nach außen gerichtete Segmentierungen angesehen werden.

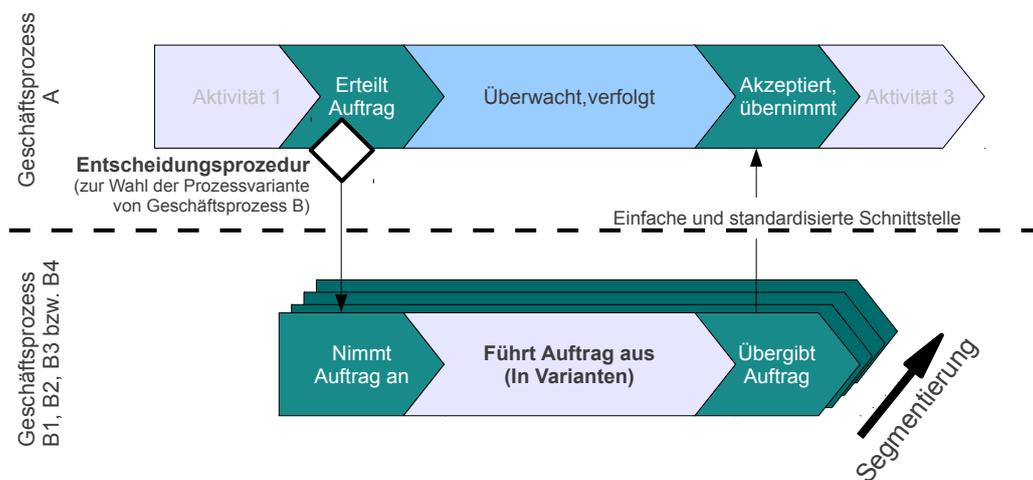


Abbildung 3.12.: Prozesssegmentierung des auftragnehmenden Prozesses [Suter 2004, S. 129]

Eine Segmentierung kann immer nur über den gesamten Geschäftsprozess erfolgen, denn nur so kann eine einheitliche Orientierung auf die jeweilige Prozessleistung erfolgen. Bestehen trotzdem nur für einzelne Teilbereiche eines Prozesses verschiedene Anforderungen, sind diese zwingend in eigene Geschäftsprozesse auszulagern, beispielsweise mittels Kaskade, und erst dann zu segmentieren. Die Wahl der geeigneten Prozessausprägung wird durch eine *“entsprechende Entscheidungsprozedur”* [Suter 2004, S. 129] getroffen. Visualisiert wird eine Segmentierung, wie in Abbildung 3.12 veranschaulicht, durch eine angedeutete Aufteilung des Geschäftsprozesses in die dritte Dimension.

Zu den Nachteilen einer Segmentierung meint Österle, dass neben dem steigenden Koordinationsaufwand der einzelnen Prozesse auch *Mehrgleisigkeiten bei den Unterstützungsfunktionen* entstehen [Österle 1995, S. 132]. Suter spricht an, dass durch die Aufteilung mögliche Volumeneffekte schwinden, ist jedoch der Meinung, dass diese Einbußen *“– falls überhaupt vorhanden –”* [Suter 2004, S. 129] durch die Reduktion der Komplexität aufgehoben werden. [Suter 2004, S. 129]

### 3.2.4. Arten von Geschäftsprozessen

Geschäftsprozesse können nach verschiedenen Kriterien kategorisiert werden. Suter schlägt eine Gliederung in *wertschaffende* und *wertdefinierende* Geschäftsprozesse sowie *Support- und Managementprozesse*, also nach deren Rolle bezogen auf die Wertschöpfung, vor [Suter 2004, S. 102ff.]:

- **Wertschaffende Geschäftsprozesse:** Hierzu werden alle operativen Prozesse zugeordnet, also jene die das Tagesgeschäft des Unternehmens darstellen. Sie erbringen Marktleistungen für externe KundInnen zur Erfüllung derer Bedürfnisse und sind somit auf den kurzfristigen Unternehmenserfolg ausgerichtet.

Aufgrund ihrer Darstellungsweise, siehe Abbildung 3.13, werden wertschaffende auch als *horizontale* Prozesse bezeichnet.

Anhand des Paraffinarchivs ist hier als Beispiel die Leistungserbringung in Form der Bereitstellung der von den KundInnen gewünschten Proben zu nennen.

- **Wertdefinierende Geschäftsprozesse:** Sie dienen zur Definition und Konkretisierung der zukünftigen wertschaffenden Geschäftsprozesse, sind somit langfristiger und nicht direkt auf den Markt bzw. externe KundInnen ausgerichtet. *„Ihre wichtigste Rolle ist die Umsetzung der Strategie in den Alltag. Wertdefinierende Geschäftsprozesse wirken den wertschaffenden Geschäftsprozessen voraus, denn sie legen neue oder verbesserte Marktleistungen, Verfahren, Prozesse und Ressourcen für die Leistungserbringung fest.“* [Suter 2004, S. 103]. Der Output besteht u.a. aus Konstruktionsplänen, Forschungsergebnissen, Verfahrens- und Beschaffungsvorschriften. [Suter 2004, S. 103]

Durch ihre Orientierung in der Darstellung werden wertdefinierende Geschäftsprozesse auch *vertikale* Prozesse genannt.

Als Beispiel nennt Suter den *Innovationsprozess* sowie die *Forschungs- und Entwicklungsprozesse* [Suter 2004, S. 103].

- **Managementprozesse:** Wie der Name erahnen lässt, betrifft diese Gattung von Prozessen die Unternehmensleitung. Sie stellen das Bindeglied der zuvor genannten Geschäftsprozesse dar, da ihr Zweck die Konzeptionierung der Strategie auf der einen Seite und deren Umsetzung auf der anderen Seite ist. Zusätzlich erfüllen sie Führungs- und Steuerungsaufgaben u.a. in den Bereichen Personal- und Ressourcenmanagement.

Durch ihren hybriden Charakter werden sie diagonal abgebildet.

Budgetierung, Controlling und Personalentwicklung sind ein Auszug der von Suter bereitgestellten Beispiele für Managementprozesse [Suter 2004, S. 104].

- Supportprozesse: Die Klasse der Supportprozesse stellt Leistungen an die zuvor beschriebenen Prozesse zur Verfügung. Weil sie den Unternehmenserfolg nur indirekt beeinflussen, bieten sich Supportprozesse oftmals zur Auslagerung an spezialisierte Dritte an. Dort wandelt sich ihr Charakter in einen wertschöpfenden Prozess, da externe Kunden bedient und Marktleistungen erbracht wird.

Beispiele für Supportprozesse sind Buchhaltung, Reinigung und Instandhaltung.

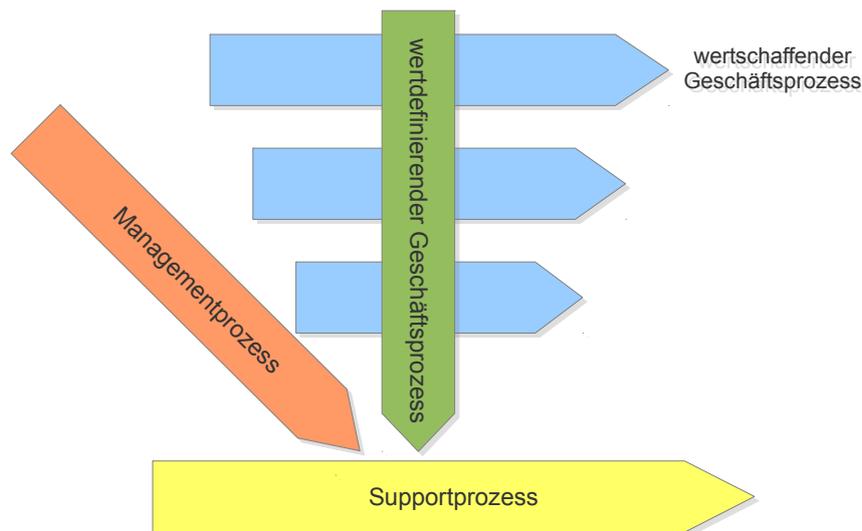


Abbildung 3.13.: Übersicht der verschiedenen Prozesstypen, in Anlehnung an [Suter 2004, S. 105ff.]

Ein sehr ähnliches Schema ist die Gliederung in Steuerungs- (Führungs-), Kerngeschäfts- (Primär-) und Unterstützungsgeschäftsprozesse (Querschnittsprozesse) [Gadatsch 2010, S. 44f.].

### 3.2.5. Formale Beschreibung von Modellen mittels Modellierungsmethoden

Die Vielzahl der Modellierungsmethoden teilt Gadatsch in Skriptsprachen und Diagrammsprachen. Erstere sind beispielsweise Programmiersprachen, die exakte Modellspezifikation erlauben, jedoch nicht auf Anhieb für „jedermann“ verständlich sind. Im Gegensatz dazu bieten Diagrammsprachen, siehe Abbildung 3.14, grundsätzlich schneller einen Überblick. Sie können in datenfluss-, kontrollfluss- und objektorientierte Ansätze unterteilt werden. Beide in diesem Abschnitt vorgestellten Notationen sind Vertreter der kontrollflussorientierten Modellierung. [Gadatsch 2010, S. 70f.]

Eine weitere Möglichkeit der Untergliederung ist folgende [Ko, Lee, Lee 2009, S. 751]:

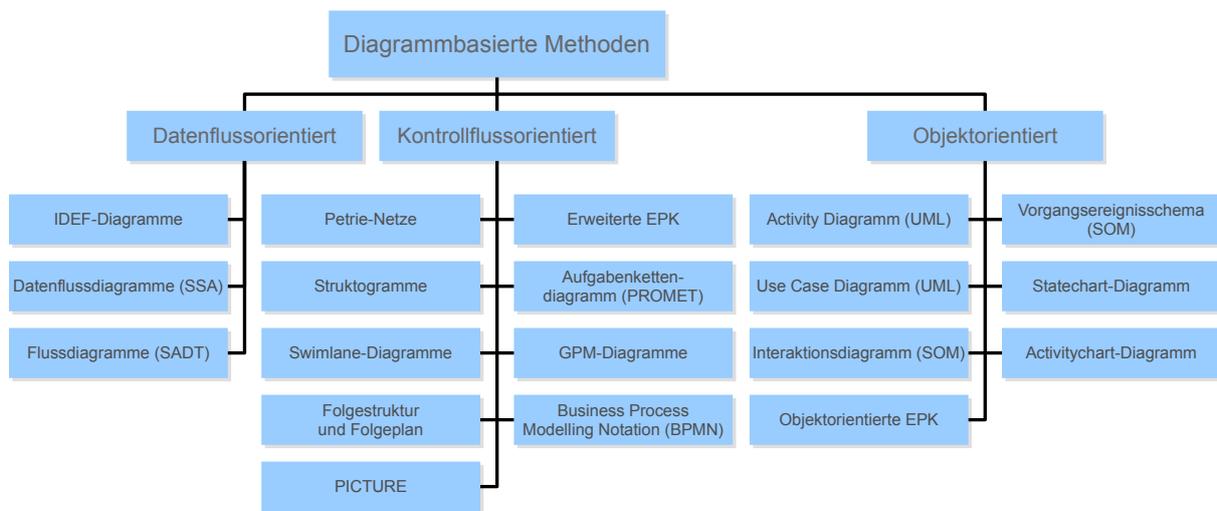


Abbildung 3.14.: Übersicht ausgewählter Diagrammsprachen [Gadatsch 2010, S. 71]

- Darstellungsstandards (orig. “*Graphical Standards*”), vergleichbar mit den zuvor erwähnten Diagrammsprachen: Mit Hilfe dieser Standards können die Prozesse in Form eines Diagramms grafisch dargestellt werden.
- Ausführungsstandards (orig. “*Execution Standards*”), ähnlich der bereits angesprochenen Skriptsprachen: Für Computer verwertbare Beschreibung von Prozesse zur automatischen Verarbeitung.
- Austauschstandards (orig. “*Interchange Standards*”): Portierbarkeit der Daten, z.B zwischen zwei unterschiedlichen Darstellungsstandards, zwei unterschiedlichen Ausführungsstandards bzw. Überführung von Daten in grafischer Form in eine ausführbare und umgekehrt.
- Diagnosestandards: Diese dienen der Überwachung (auch nach der Modellierung) und Verwaltung von Geschäftsprozessen. Durch sie sind Leistungsdaten eines Prozesses abrufbar und somit u.a. Engpässe erkennbar.

Die Beziehung dieser vier Standards wird in Abbildung 3.15 veranschaulicht. Die oberste Ebene (Darstellungsstandard) ist jene, die für den Menschen am anschaulichsten ist. Die niedrigste (Ausführungsstandards) beschreibt die sehr technische Seite und liegt oft in einer maschinell-ausführbaren Form vor. Dazwischen liegen die Austauschstandards, die eine Verbindung herstellen. Diagnosestandards begleiten alle genannten Bereiche. [Ko, Lee, Lee 2009, S. 754]

Weiters ist in der Literatur oftmals von “Sichten” die Rede (siehe Abbildung 3.16). Dabei handelt es sich um eine Betrachtung des Modells aus verschiedenen Perspektiven, wobei immer nur die aktuell relevanten Informationen berücksichtigt werden. Dies führt

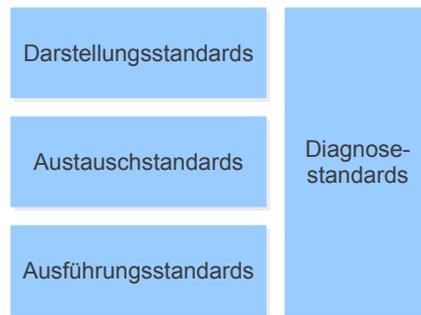


Abbildung 3.15.: Klassifikation von Modellierungsmethoden [Ko, Lee, Lee 2009, S. 754]

zu einer Reduktion der Gesamtkomplexität, einer Konzentration auf das Wesentliche und einer Steigerung der Verständlichkeit.

Sichtenkonzepte der Geschäftsprozessmodellierung						
Becker	Ferstl/Sinz	Gadatsch	Gehring	Österle	Scheer	Weske
Organisation	Leistungssicht	Prozesssicht	Organisations-Sicht	Organisation	Organisations-Sicht	Function Modeling
Geschäfts-objekt	Lenkungs-sicht	Organisations-struktursicht	Funktionssicht	Funktionen	Funktionens-sicht	Information Modeling
Prozess	Ablauf-sicht	Aktivitäts-struktursicht	Datensicht	Daten	Datensicht	Organization Modeling
Ressource		Applikations-struktursicht		[Personal]	Steuerungs-sicht	IT Landscape Modeling
		Informations-struktursicht		[...]	Leistungssicht	

Abbildung 3.16.: Unterschiedliche Sichten ausgewählter Autoren [Gadatsch 2010, S. 68]

Die *Architektur Integrierter Informationssysteme* (ARIS) ist ein Konzept zur Reduzierung der Komplexität von Modellen für Unternehmensprozesse. Diese werden in verschiedene Sichten aufgeteilt und anschließend in der jeweils adequaten Methode beschrieben. Anschließend werden die als *Daten-, Funktions- und Organisationssicht* ausgewiesenen Komponenten mithilfe der sogenannten *Steuerungssicht* (aufgrund der dynamischen Aspekte auch *Prozesssicht* genannt) wieder zu einem Modell zusammengeführt. Zusätzlich werden unterschiedliche Ebenen der Abstraktion bezüglich der Entwicklungsphasen eingeführt. Das sog. *Fachkonzept* stellt betriebswirtschaftliche Inhalte dar, die Ausgangspunkt für das *Datenverarbeitungskonzept* (*DV-Konzept*) sind. Dieses übersetzt das Fachkonzept in die Begriffswelt der Datenverarbeitung, ohne auf konkrete Umsetzungsdetails

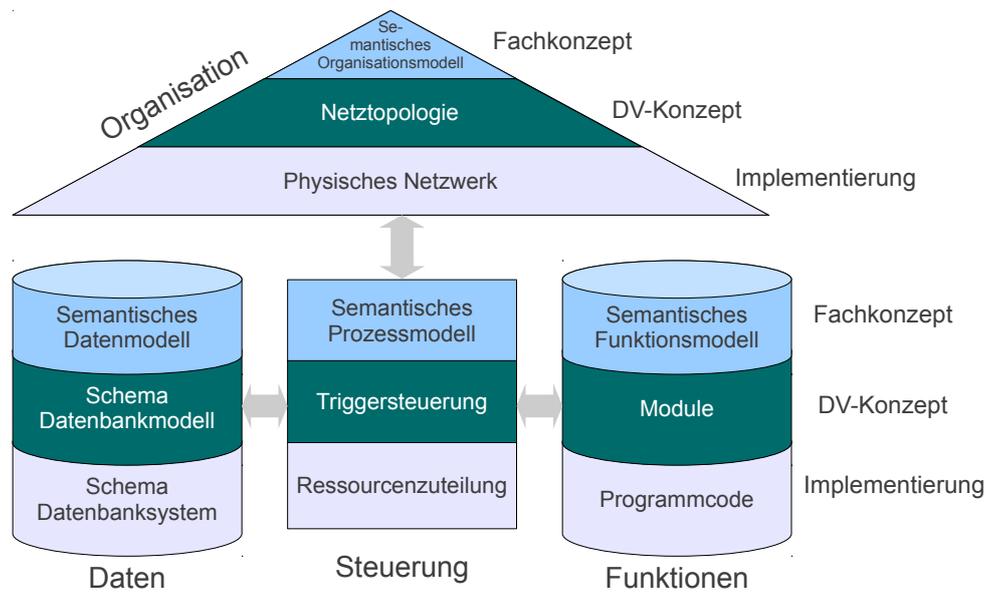


Abbildung 3.17.: ARIS: die vier Sichten (Dach und drei Säulen, aufgrund dieser Darstellung auch “ARIS-House of Business Engineering” genannt [Scheer 1996]) und drei Abstraktionsebenen (farblich unterschieden)

einzugehen, die erst im Rahmen der *Implementierung* behandelt werden. Somit wird eine durchgängige Beschreibung der betriebswirtschaftlichen Problemstellung bis zu deren Implementierung und Unterstützung per Software erreicht, also eine ganzheitliche Modellierung des Geschäftsprozesses unter Berücksichtigung verschiedener Perspektiven in den jeweiligen Entwicklungsphasen (siehe Abbildung 3.17). [Scheer 1997, S. 10ff.]

Mit anderen Worten zusammengefasst:

*“Bei der Beschreibung eines Informationsmodells einer Unternehmung können unterschiedliche Aspekte im Vordergrund stehen. Typische Sichten sind Daten-, Funktions- und Organisationssicht. Die Verknüpfung dieser Sichten erfolgt in der Steuerungssicht. Die einzelnen Sichten können in Abhängigkeit zur Nähe der Informationstechnik in verschiedenen Ebenen beschrieben werden.”* [Keller, Nüttgens, Scheer 1992, S. 5]

### 3.2.5.1. (erweiterte) Ereignisgesteuerte Prozesskette, (e)EPK

Die Ereignisgesteuerte Prozesskette (EPK) wurde Anfang der 1990er im Rahmen der Architektur Integrierter Informationssysteme zur Modellierung von Geschäftsprozessen entwickelt und hat sich in den darauffolgenden Jahren sowohl im wissenschaftlichen Umfeld, als auch in der praktischen Anwendung als eine “Standard”-Methode etabliert [Keller, Nüttgens, Scheer 1992, S. 3ff.]. Im Laufe der Zeit haben sich verschiedene Ausprägungen

der EPK entwickelt. Eine Auswahl derer wird in Abbildung 3.18 angeführt [Sarshar, Dominitzki, Loos 2005, S. 10].

Nahezu zwanzig Jahre nach der Einführung der EPK meint auch Gadatsch sie habe sich *“in der Praxis als federführende semi-formale Methode zur Modellierung von Geschäftsprozessen durchgesetzt.”* [Gadatsch 2010, S. 127]. Da der Einarbeitungsaufwand relativ gering ist, eignet sich die EPK als Diskussionsbasis mehrerer verschiedener Disziplinen (z.B zwischen IT-Spezialisten und Fachpersonal) sowohl bei *“der Ist-Erhebung von Prozessen”*, als auch bei *“deren Restrukturierung”* [Gadatsch 2010, S. 87].

Nr.	Erw.	Name / Inhalt der Erweiterung	Autor / Quelle	Jahr
1	EPK-Varianten	Real-Time Variante (rEPK)	HOFFMANN et al. [Ho93]	1993
2		Objektorientierte Variante (oEPK)	SCHEER et al. [Sc97]	1997
3		Modified EPCs (modEPK)	RITTGEN [Ri99]	1999
4		Agentenorientierte Variante (xEPK)	KIRN et al. [Ki00]	2000
5	Erweiterung um Konnektoren	SEQ-Konnektor	PRIEMER [Pr95]	1995
6		ET-Konnektor	ROSEMANN [Ro96]	1996
7		OR <sub>1</sub> -Konnektor		
8		XORUND-Konnektor	RITTGEN [Ri99]	1999
9		Fuzzy-Konnektor (Fuzzy-EPK)	THOMAS et al. [THA02]	2002
10		Multi-Instanziierungs-Konnektoren	RODENHAGEN [Ro02]	2002
11		Empty-Konnektor (yEPK)	MENDLING et al. [MNN05]	2005
12	Erweiterung um sonstige Konstrukte	Erweiterte EPK (eEPK)	-	-
13		Prozessobjekte	ROSEMANN [Ro96]	1996
14		Ereignis-Zustands-Konstrukte	SCHÜTTE [Sc98]	1998
15		Visualisierung der Organisationssicht	SCHÜPPLER [Sc98]	1998
16		Erweiterung um UML-Elemente	LOOS; ALLWEYER [LA98]	1998
17		Nachrichtensteuerung	SCHEER [Sc02]	2002
18		Prozessobjektmigrationfunktion	KUGELER [Ku02]	2002
19		Erweiterung zum Risikomanagement	BRABÄNDER; OCHS [BO02]	2002
20		Visualisierung der Kundenintegration	SCHNEIDER; THOMAS [ST03]	2003
21		Interorganisationale Erweiterungen	KLEIN et al. [KKS04]	2004
22		Multiple Instantiation (yEPK)	MENDLING et al. [MNN05]	2005
23	Cancellation (yEPK)			

Abbildung 3.18.: Klassifizierung der EPK-Erweiterungen und -Varianten [Sarshar, Dominitzki, Loos 2005, S. 10]

Die EPK basiert auf einem Grundvokabular an Symbolen, die im Laufe der Zeit erweitert wurden (eEPK), und einem Regelwerk, das die Syntax der Symbolkombinationen formalisiert [Schwickert, Fischer 1996]. Ein fertiges EPK-Diagramm ist, mathematisch betrachtet, ein Graph.

Es folgt ein kurzer Überblick über die vier Grundbestandteile der EPK [Becker, Mathas, Winkelmann 2009, S. 43ff.]:

- Ein Ereignis (event) stellt einen Zustand dar, es hat somit passiven Charakter. Es kann gleichermaßen Funktionen auslösen, wie deren Endprodukt sein. Zusätzlich könnte eine weitere Unterscheidung zwischen (andauernden) Zuständen und (auslösenden) Ereignissen getroffen werden [vom Brocke 2003, S. 119].
- Eine Funktion wandelt einen Inputzustand in einen Outputzustand um, sie hat somit aktiven Charakter.
- Kanten sind die Verbindungen innerhalb des Graphs. Für den Kontrollfluss werden Pfeile verwendet, wodurch der Graph gerichtet wird.
- Verknüpfungsoperatoren sind logische Operatoren wie *UND* und inklusives bzw. exklusives *ODER*. Sie beschreiben die Verknüpfungen zwischen Ereignissen und Funktionen. Eine Besonderheit ist der *SEQ*-Operator. Dieser verknüpft Funktionen, die sequenziell in beliebiger Reihenfolge, abgearbeitet werden sollen (siehe auch [Fettke, Loos 2002]).

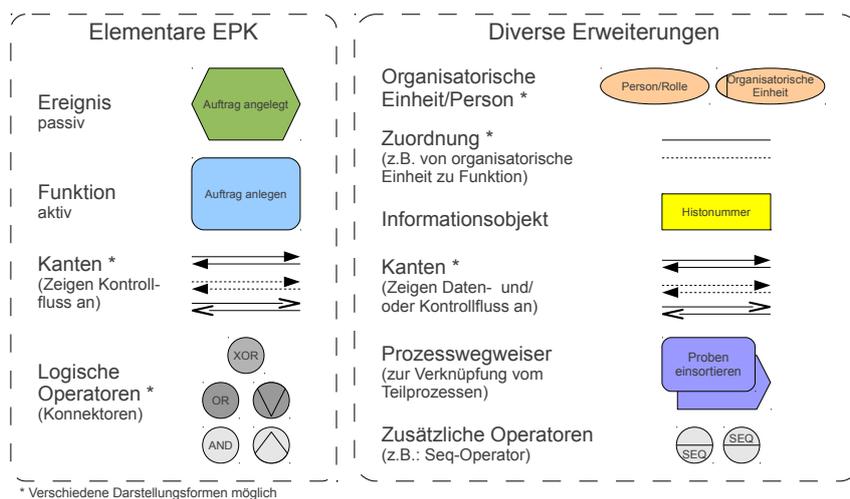


Abbildung 3.19.: Elemente der EPK-Notation in Anlehnung an [Becker, Mathas, Winkelmann 2009, S. 47ff.], [Gadatsch 2010, S. 194,208]

Die Basiselemente der EPK sind in Abbildung 3.19 links zu sehen, ein Auszug der wichtigsten Erweiterungen ist im rechten Bereich zusammengefasst. Darunter fallen Symbole zur Kennzeichnung der organisatorischen Zugehörigkeit, des Datenflusses (Informationsobjekte und die zugehörigen Verknüpfungen), zur Aufspaltung eines Prozesses in mehrere Teilprozesse und weitere Operatoren. [Gadatsch 2010, S. 206ff.]

Zur logischen Untergliederung des Prozesses in Teilprozesse (horizontale Segmentierung) dienen sog. *Prozesswegweiser* oder *Prozessschnittstellen*. Weiters gibt es die Möglichkeit der "Prozessverfeinerung", einer vertikalen Segmentierung. Hiermit ist es möglich

eine einzelne Funktion beliebig durch ein weiters hinterlegtes Modell zu verfeinern (siehe Abbildung 3.20). [Becker, Mathas, Winkelmann 2009, S. 50f.]

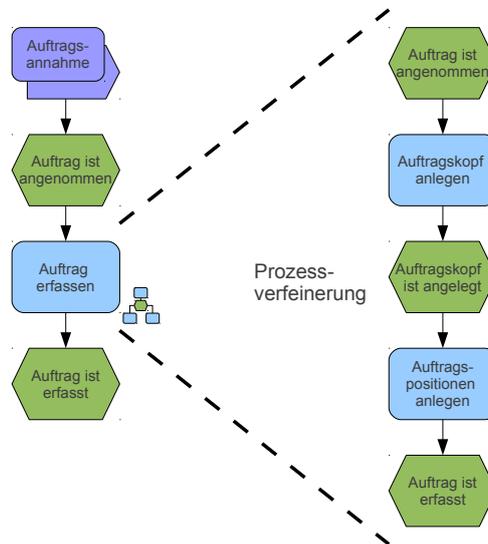


Abbildung 3.20.: Prozessverfeinerung, zur vertikalen Segmentierung [Becker, Mathas, Winkelmann 2009, S. 51]

Freund fasst die wichtigsten Syntaxregeln folgendermaßen zusammen [Freund, Götzner 2008, S. 45f.]:

- Ereignisse und Funktionen müssen sich in der Darstellung immer abwechseln (bipartiter Graph [Becker, Mathas, Winkelmann 2009, S. 54]). Ein Ereignis löst mindestens eine Funktion aus und eine Funktion liefert mindestens ein Ereignis.
- Ein Ereignis steht am Anfang und am Ende einer jeden Prozesskette.
- Verknüpfungsoperatoren können (auch mehrfach kombiniert) den Prozessablauf verzweigen und wieder zusammenführen.
- Im Gegensatz zu Funktionen können Ereignisse keine Entscheidungen treffen, da sie passiv sind. Sollte nach einem Ereignis mehr als eine Funktion folgen, dürfen diese nicht durch OR bzw. XOR angebunden werden.
- Bei der Zusammenführung von verschiedenen Prozesspfaden muss derselbe Verknüpfungsoperator verwendet werden wie bei deren Aufspaltung.

### 3.2.5.2. Business Process Modelling Notation (BPMN)

Die BPMN wird seit 2005 von der Object Management Group (OMG) gepflegt und wurde ursprünglich von IBM entwickelt [Freund, Götzer 2008, S. 46]. Der aktuelle Standard liegt seit Jänner 2011 in der Version 2.0 vor [OMG 2011a]<sup>10</sup>.

BPMN gehört zu den grafischen Darstellungsformen, kann jedoch in eine ausführbare umgewandelt werden. In der Praxis wird diese Funktion je nach gewähltem Software-Tool sehr unterschiedlich unterstützt. Eines der Hauptprobleme ist, beide Modelle synchron zu halten. [Ko, Lee, Lee 2009, S. 756f.]

Becker teilt die Elemente der BPMN in folgende vier Klassen<sup>11</sup> [Becker, Mathas, Winkelmann 2009, S. 71]: Ablaufelemente (Aktivitäten, Ereignisse, Entscheidungen), Verbindungselemente, Pools bzw. Schwimmbahnen und Artefakte.

- Die Klasse der Ablaufelemente beinhaltet Aktivitäten und *“diejenigen Elemente, welche die Aktivitäten und den zeitlichen und sachlogischen Ablauf der Aktivitäten darstellen”* [Becker, Mathas, Winkelmann 2009, S. 72]. Die Notation bildet Aktivitäten als Rechtecke, Ereignisse als Kreis und Entscheidungen durch Rauten ab [Gadatsch 2010, S. 98]. Letztgenannte übernehmen *“die Funktion aller logischen Konnektoren der EPK”* [Becker, Mathas, Winkelmann 2009, S. 74].
- Verbindungselemente sind Kanten, die Aufbauelemente verbinden. Durch die verschiedenen Verbinder wird der Kontroll- und Nachrichtenfluss ersichtlich [Becker, Mathas, Winkelmann 2009, S. 74] [Gadatsch 2010, S. 98].
- Mittels *Pools bzw. Swimlanes* wird die inhaltliche Abhängigkeit von Prozessbereichen verdeutlicht. Alle zu einem Prozessbeteiligten gehörigen Aktivitäten werden innerhalb eines Pools dargestellt, in manchen Fällen ist es sinnvoll diese noch weiter in Schwimmbahnen zu unterteilen [Becker, Mathas, Winkelmann 2009, S. 76]. Je nach Wahl der Prozessbeteiligten lässt sich die Ebene der Granularität an die Erfordernisse anpassen. [Ko, Lee, Lee 2009, S. 757]
- Unter *Artefakten* werden verschiedene Erweiterungen, wie z.B. Datenobjekte, mit denen informationelle In- und Outputs von Aktivitäten modelliert werden können, zusammengefasst. [Becker, Mathas, Winkelmann 2009]

Eine Übersicht der (Kern-)Elemente<sup>12</sup> ist in Abbildung 3.21 in Anlehnung an [Freund, Götzer 2008, S. 48] und [Gadatsch 2010, S. 98] zu finden.

<sup>10</sup> Für die Inhalte dieser Arbeit sind die Unterschiede zwischen den Versionen nicht von Bedeutung.

<sup>11</sup> Die Benamungen unterscheiden sich je nach betrachteter Literatur. So nennt Freund diese Kategorien: Fluss-Objekte, verbindende Objekte, Artefakte und Swimlanes Freund, Götzer 2008, S. 47. Die *“Business Process Management Initiative”* verzichtet auf die erste Zusammenfassung und sieht somit sechs Sparten vor: Activities, Events, Gateways, Connections, Artifacts, Swimlanes OMG 2011b.

<sup>12</sup> Eine vollständige Liste der Elemente ist unter OMG 2011b zu finden

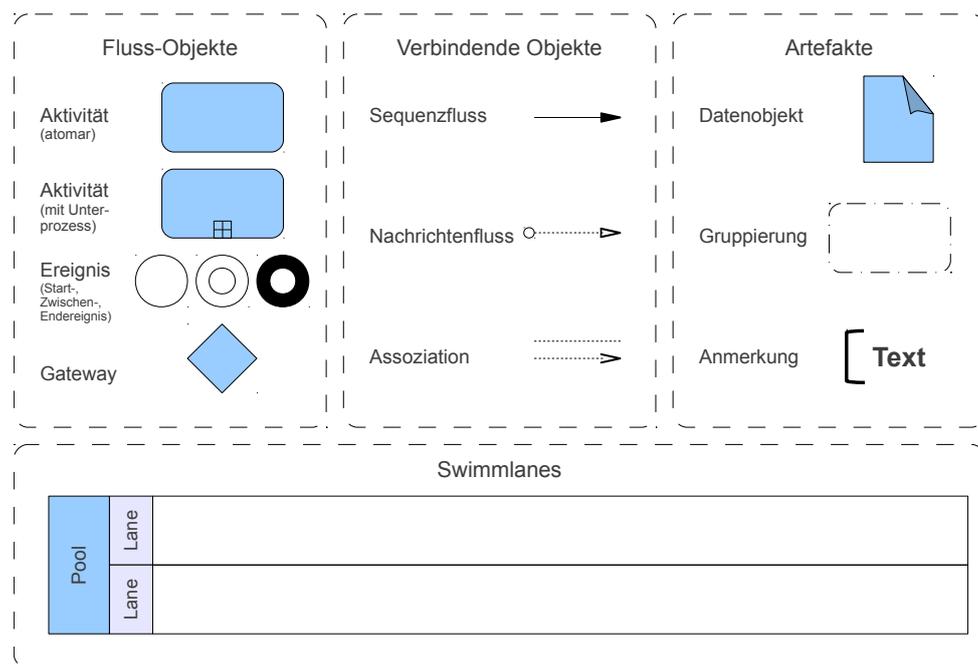


Abbildung 3.21.: Basiselemente der BPM-Notation [Freund, Götzer 2008, S. 48]

### 3.2.5.3. Resümee zu beiden Notationen

Beide Methoden beinhalten keinerlei Vorgaben *“bezüglich der Darstellungstiefe und -genauigkeit von Prozessen”* [Becker, Mathas, Winkelmann 2009, S. 77]. Die Möglichkeiten der Darstellung sind bei beiden sehr reich, wobei die eEPK durch den größeren Symbolumfang speziell in der Organisationssicht im Vergleich zur Einteilung in Schwimmbahnen punkten kann. Während die grundlegenden Elemente sowohl von der (e)EPK als auch der BPMN unterstützt werden, sind deren Erweiterungen sehr vielfältig und ebenso nicht standardisiert, sodass hier ein weiterer Vergleich schwer fällt. [Becker, Mathas, Winkelmann 2009, S. 77f.]

In Abbildung 3.22 werden die Ergebnisse zweier Umfragen im Abstand eines Jahres in Bezug auf den Verbreitungsgrad verschiedener Modellierungsmethoden gegenübergestellt. Innerhalb eines Jahres konnte BPMN seinen Anteil mehr als verdreifachen und sich somit unmittelbar hinter der eEPK platzieren, die im Gegensatz eine rückläufige Verwendung zu verzeichnen hatte. [Prozessmanagement Umfrage 2008, S. 17] [Feddern, Knuppertz 2009, S. 27]<sup>13</sup>

<sup>13</sup> Beide Umfragen stammen aus derselben Reihe, jedoch hat sich deren offizieller Urheber innerhalb des Jahres durch einen Zusammenschluss zweier beteiligter Projektpartner geändert BPM & O GmbH 2011

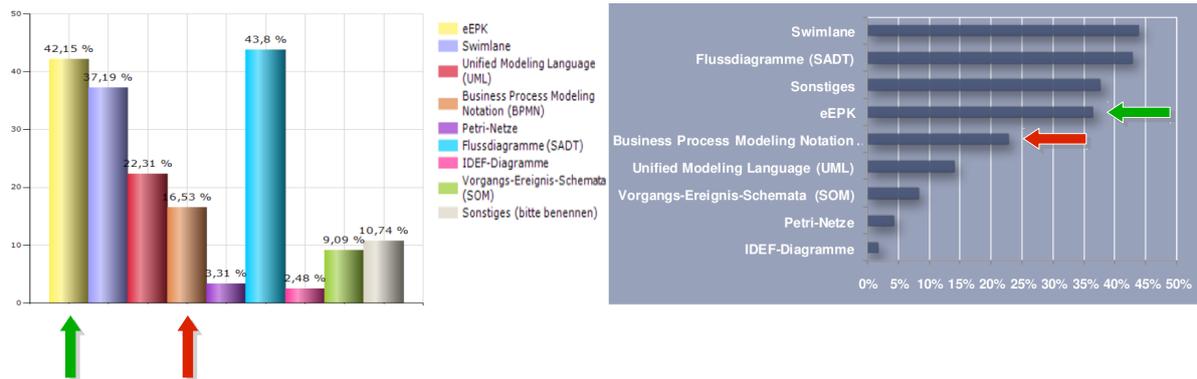


Abbildung 3.22.: Verbreitung beider Modellierungsmethoden: links 2007/2008 laut [Prozessmanagement Umfrage 2008, S. 17], rechts 2008/2009 laut [Feddern, Knuppertz 2009, S. 27]

### 3.2.6. Grundprinzipien ordnungsmäßiger Modellierung (GoM)

Aufgrund des Fehlens einheitlicher Vorschläge haben Becker, Rosemann und Schütte einen Entwurf von sechs Richtlinien vorgestellt, die er in Anlehnung an die Buchhaltung *“Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung”* nennt [Becker, Rosemann, Schütte 1995, S. 437]. Wörtlich meint er dazu:

*“Die Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung werden gefordert, da die Theorie der Daten- und Prozeßmodellierung [sic] bisher nicht ausreicht, alle Fragen der Modellierung umfassend und endgültig zu klären.”* [Becker 1995, S. 146]

Dadurch, dass Modellierung ein kreativer Schaffensprozess und keine mathematische Abbildungsfunktion ist, entstehen meist (zumindest geringfügig) unterschiedliche Ergebnisse, wenn zwei oder mehrere ModelliererInnen jeweils ein Modell für ein und den selben Sachverhalt erstellen. Durch den von den GoM vorgegebenen Rahmen soll dies reduziert und dadurch die verschiedenen Modellen im Endeffekt vergleichbar werden. Sie dienen somit neben den formalen Regeln der Modellierungsmethoden als Gestaltungsempfehlungen. [Becker 1998, S. 3]

Becker, Mathas und Winkelmann unterteilen die sechs Grundsätze in notwendige und ergänzende (siehe Abbildung 3.23) [Becker, Mathas, Winkelmann 2009, S. 40]. Es folgt eine Zusammenfassung der GoM [Becker 1998, S. 4ff.]:

#### 3.2.6.1. Grundsatz der Richtigkeit

*“Der Grundsatz der Richtigkeit fordert, daß die Repräsentation der Realwelt in einem Modell der Realwelt in wesentlichen Zügen entspricht.”* [Becker 1998, S. 4]

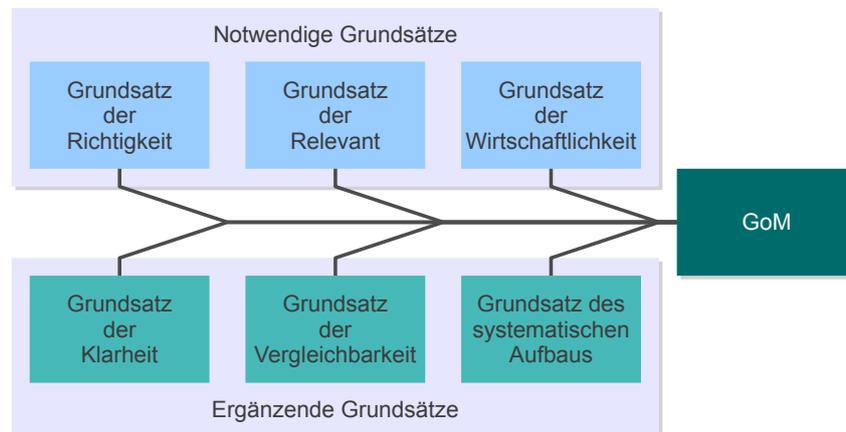


Abbildung 3.23.: Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung, in Anlehnung an [Becker, Mathas, Winkelmann 2009, S. 40]

Dieser Grundsatz behandelt einerseits die semantische und andererseits die syntaktische Richtigkeit.

Erstere kann durch Maßnahmen, wie die Definition und Nutzung von Namenskonventionen erzielt werden. Die Erfüllung dieser Forderung ist nur selten formal überprüfbar.

Der zweite Aspekt der Richtigkeit, jene bezogen auf den Syntax des Modells, ist leichter zu validieren, da meist eine Konsistenzprüfung gegen ein Metamodell durchgeführt werden kann (z.B. Syntaxprüfung eines EPK-notierten Modells gegen die formalen Regeln der EPK (Metamodell)).

### 3.2.6.2. Grundsatz der Relevanz

Hiermit ist gemeint, dass die Modellierung gemäß der Anforderungen (erwünschten Sicht), die an das Modell gestellt werden, erfolgen soll. Ein Modell, das als Vorlage zur Implementierung eines EDV-Systems dienen soll, wird sich von einem Modell zur Darstellung organisatorischer Abläufe desselben Sachverhalts unterscheiden.

*“Der Modellierungszweck gibt also einen Hinweis darauf, was relevant ist und damit im Modell beachtet werden muß, und was, obwohl es in der Realwelt beobachtbar ist, sich nicht im Modell wiederfindet.”* [Becker 1998, S. 4f.]

### 3.2.6.3. Grundsatz der Wirtschaftlichkeit

Unter der Voraussetzung, dass die Kosten mit steigendem Detaillierungsgrad zu- und der Zusatznutzen abnimmt, gilt es einen Grad der Abstraktion zu finden, der das optimale Kosten-Nutzen-Verhältnis<sup>14</sup> aufweist.

<sup>14</sup> Dies entspricht dem Schnittpunkt beider Kurven.

Diese theoretische Vorgabe kann in der Praxis durch Beantwortung verschiedener Fragen angenähert werden, z.B. wie groß die zusätzliche (nutzbare) Erkenntnis durch eine weitere Detaillierung sei oder ob es die personellen Ressourcen zur Pflege des sehr detaillierten Modells gäbe.

Durch diesen Ansatz wird das Zurückgreifen auf bereits bestehende Referenzmodelle gefördert, da dies im Normalfall ein besseres Kosten-Nutzen-Verhältnis ermöglicht.

#### 3.2.6.4. Grundsatz der Klarheit

Dieser Grundsatz beschäftigt sich mit der Leserlichkeit, Verständlichkeit und bestmöglichen Anschaulichkeit von Modellen. Er fordert, dass *“Modelle so einfach wie möglich und nur so kompliziert wie nötig sind.”* [Becker 1998, S. 5], also dass z.B. dass die Anzahl der überschneidenden Kanten möglichst gering zu halten ist. Weiters soll das Modell nicht mehr Elemente beinhalten, *“als zum Verständnis und zur Wiedergabe der Intention notwendig sind.”* [Becker 1998, S. 5]. In diesem Zusammenhang können sich Optimierungen an der Darstellung als hilfreich herausstellen.

#### 3.2.6.5. Grundsatz der Vergleichbarkeit

Dieser Grundsatz fordert eine Vergleichbarkeit von Modellen, die mit unterschiedlichen Modellierungsverfahren erstellt worden sind. Besonders wichtig ist dies, wenn Modelle z.B. zwischen Abteilungen eines Unternehmens ausgetauscht werden sollen. Grundsätzlich gilt es, die Variation der verschiedenen Verfahren so gering wie möglich zu halten. Da eine Einigung auf ein einziges in vielen Fällen nicht möglich ist, wäre eine automatisierte Überführung eines Modells in das andere erforderlich.

#### 3.2.6.6. Grundsatz des systematischen Aufbaus

Bei der Betrachtung eines Modells von verschiedenen Perspektiven (z. B. Organisations-sicht, Datensicht und Funktionssicht) soll eine sichtübergreifende Konsistenz bestehen bleiben, z.B. Daten im Funktionsmodell zu referenzieren, die auch tatsächlich im Datenmodell modelliert sind.

Dieser Grundsatz fordert, dass *“alle Teilsichten in ein übergreifendes Architekturkonzept [...] eingebunden sind und die sichtenübergreifende referentielle Integrität gewährleistet ist.”* [Becker 1998, S. 7]

### 3.3. Optimierung von Geschäftsprozessen

Stellvertretend für die vielen verschiedenen Methoden zur Optimierung von Prozessen werden in diesem Abschnitt zwei exemplarisch gewählt und gegenübergestellt. Es handelt sich dabei um den klassischen “Business Process Reengineering”-Ansatz (BPR) von

Hammer und Champy Anfang der 1990er und die Geschäftsprozessoptimierung (GPO). Beide Konzepte verfolgen unterschiedliche Ansätze. Während mit BPR tiefgreifende Änderungen durch eine völlige Neukonzeption (soll-orientiert [Fischermanns 2006, S. 102f.]) möglich sind, ist die GPO bestrebt, die bestehende Organisation (ist-orientiert [Fischermanns 2006, S. 103f.]) nachhaltig schrittweise zu verbessern, siehe Abbildung 3.24 für generelle Beispiele der Prozessoptimierung. Die BPR beinhaltet dadurch sehr viel Potential für Innovationen und die Möglichkeit, sich von alten historisch bedingten Strukturen und Einschränkungen zu befreien, jedoch mit vergleichsweise hohem Risiko verbunden. Die GPO strebt hingegen moderate Änderungen an, womit keine radikalen Umbrüche zu erwarten sind. Ebenso ist die Herangehensweise grundverschieden. Während die BPR auf dem Verständnis von Prozessen beruht (also dem Verzicht auf Details), konzentriert sich die GPO auf eine Prozessanalyse *“durch formale, detaillierte Beschreibung”* [Gadatsch 2010, S. 31]. Für beide Varianten gilt gleichermaßen, dass sie einer ständigen Optimierung entsprechend dauerhaft angewendet werden sollten, um Verbesserungsgelegenheiten auch in Zukunft wahrzunehmen und zu nutzen. [Gadatsch 2010, S. 30f.]

Lösungsansatz

Beispiel

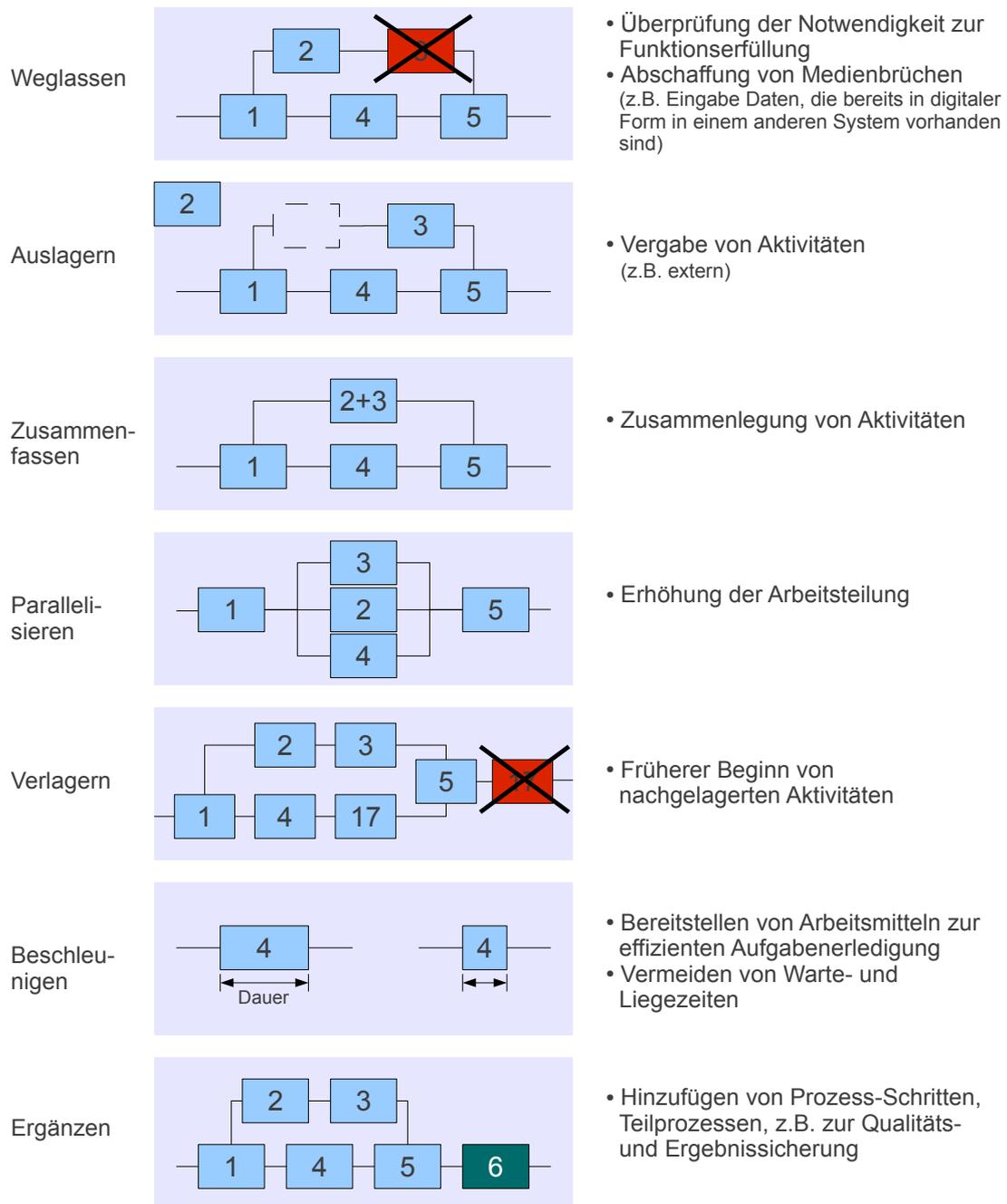


Abbildung 3.24.: Möglichkeiten der Prozessoptimierung, [Gadatsch 2010, S. 21] in Anlehnung an [Bleicher 1991, S. 196]

# Praktische Umsetzung

In diesem Teil werden die erarbeiteten Resultate und der Weg zu deren Erreichung beschrieben. Dabei wird nicht ausschließlich die letztendlich gewählte Variante beschrieben sondern auch Alternativen zusammen mit deren Vor- und Nachteile. Es wird zum einen die chronologische Entwicklung dargestellt, zum anderen alle zum Verständnis notwendigen Inhalte bereitgestellt. Alle angeführten Inhalte beruhen, sofern nicht anders markiert, auf persönlichen Gesprächen. Die enthaltenen Bildmaterialien, sowohl Fotos, als auch Skizzen, sind, wenn nicht anders ausgewiesen, vom Autor selbst erstellt worden.

Den Anfang hierzu bildet eine Einführung, die einen ersten Einstieg in die Lagerung von Gewebeproben ermöglichen soll. Hierbei wird zuerst auf die Proben und anschließend auf die relevanten Bestandteile des YLOG-Warenlagers eingegangen.

Im Anschluss wird die Behälterkonzeption erläutert, beginnend mit einer Beschreibung der konkreten Anforderungen und Rahmenbedingungen, gefolgt von einem chronologischen Überblick der verschiedenen Entwürfe, abgeschlossen durch die Vorstellung des finalen Konzeptes.

Die Prozessdokumentation und -analyse wird mit einer kurzen Betrachtung des Makromodells eröffnet. Der Hauptaugenmerk liegt jedoch auf dem Mikromodell, da sowohl die Dokumentation des Istzustandes also auch die Prognose des Sollzustandes eine genauere Betrachtung erfordern. Im Rahmen der Beschreibung der Istprozesse wird die aktuell im Einsatz befindliche Software untersucht.

Die Sollprozesse setzen sich im Vorfeld mit einem generellen Bedienkonzept auseinander. Dieses soll möglichst effizient und optimal auf den entwickelten Behälter abgestimmt sein. Weiters wird die Frage der Kundenanbindung per Software besprochen, also wie sich das YLOG-System mit geringstmöglichem Aufwand bestmöglich integrieren lassen kann. Neben der Entwicklung der aktuellen Sollprozesse mittels generischem Ansatz, wird ein Konzept einer Benutzeroberfläche vorgestellt, dass alle essentiellen Komponenten für eine optimale Interaktion mit dem System bereitstellt. Den Abschluss bildet die Beschreibung der finalen Sollprozesse.

## 4. Einführung

Ziel dieses Abschnitts ist eine Bereitstellung der zum Verständnis dieser Arbeit noch fehlenden Informationen und eine Definition der im weiteren Verlauf verwendeten Begriffe.

Momentan erfolgt die Lagerung der Paraffinproben am LKH-Univ. Klinikum Graz völlig unabhängig voneinander durch drei verschiedene Organisationen:

- das Institut für Pathologie,
- das zytologische Institut und
- das dermatologische Institut.

Die beiden letzteren werden von der Steiermärkischen Krankenanstaltengesellschaft m.b.H. (KAGes) betrieben und sollen im Zuge der Vereinheitlichung der Probenlagerung in die zukünftige Biobank bis 2013 integriert werden. Neben den verschiedenen Zuständigkeiten sind auch Unterschiede in der Verwaltung der Proben vorhanden. So erfolgt im Bereich der Pathologie eine Pseudonymisierung in Form einer Nummer<sup>1</sup>, während im Archiv der Zytologie eine Verwaltung nach Patientinnennamen üblich ist.

Der Prozess der Vereinheitlichung und Zusammenlegung befindet sich gerade in vollem Gang, ist aber nicht Teil dieser Arbeit. In weiterer Folge wird, sofern nicht ausdrücklich anders vermerkt, ausschließlich auf das Archiv des Instituts für Pathologie Bezug genommen.

### 4.1. Die Proben

Am Campus des LKH-Univ. Klinikum Graz existiert eine Vielzahl von verschiedenen Probenarchiven, die teils organisatorisch (vorwiegend nach Instituten), teils nach der Beschaffenheit der Proben und den daraus erwachsenen Anforderungen an die Aufbewahrungsstätte<sup>2</sup> strukturiert sind. Die für diese Arbeit relevante Probengattung wurde bisher als "Gewebeproben" bezeichnet. Eine genauere Definition sowie eine Beschreibung der wesentlichen Eigenschaften der Proben sollen in diesem Abschnitt einen Eindruck des zu lagernden Gutes liefern.

---

<sup>1</sup> Der sog. Histonummer (siehe Unterabschnitt 4.1.3)

<sup>2</sup> Die Gattung der Kryoproben können beispielsweise nur in speziell gekühlten Bereichen aufbewahrt werden

### 4.1.1. Die zwei Probenarten

Im Rahmen dieser Arbeit werden ausschließlich Paraffinproben betrachtet, ein Sammelbegriff für zwei unterschiedliche Probenarten:

- die (eigentliche) Paraffinprobe selbst, auch Paraffinblock (kurz PB) genannt, Abbildung 4.1 unten,
- der Objektträger, auch als Glasschnitt (kurz GS) bezeichnet, Abbildung 4.1 oben.

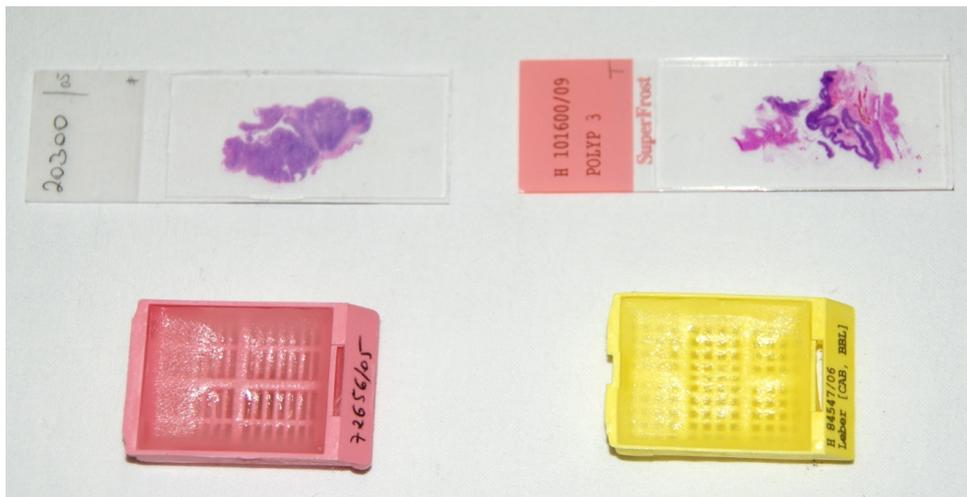


Abbildung 4.1.: Die beiden Probenarten: in der oberen Reihe zwei Glasschnitte, in der unteren Paraffinblöcke, links handschriftlich und rechts maschinell beschriftet.

Der Paraffinblock besteht aus einer Kunststoffkapsel und dem zur dauerhaften Konservierung in Wachs gegossenen und zu archivierenden Gewebe<sup>3</sup>. Jede getätigte Entnahme von Gewebe resultiert in mindestens einem Paraffinblock.

Aufgrund seiner Beschaffenheit eignet sich ein PB nicht zur Befundung. Hierfür ist es notwendig, aus dem erstellten PB ein oder mehrere Glasschnitte herzustellen. Dabei wird vom PB in hauchdünnen Scheiben, Schicht für Schicht, das Wachs inklusive Gewebe ab- und auf einen Glasträger aufgetragen. Vor der Finalisierung durch eine Versiegelung wird das Präparat noch eingefärbt. Der resultierende Objektträger kann unter dem Mikroskop betrachtet werden und ermöglicht somit die Erstellung eines Befundes. Sollten zusätzliche Glasträger benötigt werden, können diese jederzeit (auch mehrere Jahre später) aus dem ursprünglichen Paraffinblock hergestellt werden. Jeder Glasschnitt ähnelt dem vorigen vom selben Block, ist aber naturgemäß ein Unikat und keine Kopie. Darum ist es in

<sup>3</sup> Der genau beschriebene Prozess der Probenherstellung ist unter Unterabschnitt 6.4.3 zu finden

seltenen Fällen erforderlich, eine ganze Serie von Glasschnitten anzufertigen. Die maximale Anzahl an Schnitten, die hergestellt werden kann bis ein Block aufgebraucht ist, liegt ungefähr bei 500 Stück. Bei Routinefällen genügt jedoch oft ein einzelner Schnitt.

Beide Probenarten stellen keine großen Anforderungen an ihre Umwelt. Es ist weder eine Lagerung in staubfreien Bereichen, noch eine Kühlung erforderlich. Eine Erwärmung über Raumtemperatur oder direkte Sonnenbestrahlung können aber dazu führen, dass das Paraffin erweicht und die einzelnen Blöcke zusammenkleben. Dies ist zu vermeiden.

Die aktuelle Lagerung erfolgt in Archivschränken mit ausziehbaren Laden (siehe Abbildung 4.2). Sowohl die Höhe der Laden, als auch deren Kunststoffeinlagen zur Aufnahme der Proben, auch Schienen genannt, sind an die jeweilige Probenart angepasst (siehe Abbildung 4.3 bis Abbildung 4.6). Beide Arten werden stehend in die Schienen einsortiert. Durch die geringere Höhe der Paraffinblöcke finden hier zwei Schienen aufeinander liegend pro Lade Platz.



Abbildung 4.2.: Archivschränke zur momentanen Lagerung der Proben, am Beispiel des Paraffinarchivs des pathologischen Institutes

#### 4.1.2. Die Abmessungen der Proben

Durch das Trägermaterial der Proben ist deren Größe im wesentlichen festgelegt. Die einzig variierende Komponente ist die Dicke des Gewebes. Während diese bei den Glasschnitten verschwindend gering ist, kann sie bei den Paraffinblöcken variieren, abhängig davon, wie groß das verwendete Gewebe bei der Probenherstellung war und wie viel davon in weiterer Folge bereits für die Anfertigung der bisherigen Schnitte “verbraucht” wurde.



Abbildung 4.3.: Eine nahezu vollständig mit Glasschnitten befüllte Lade



Abbildung 4.4.: Glasschnitte stehend in ihren Doppelschienen mit der Beschriftung nach oben.



Abbildung 4.5.: Eine nahezu vollständig mit Paraffinblöcken befüllte Lade: Am linken unteren Bildrand ist die untere Lage zu sehen, da die darüberliegende Fünffachschiene beiseite geschoben wurde.



Abbildung 4.6.: Eingordnete Paraffinblöcke im Detail: Durch die unterschiedliche Dicke variieren die Abstände zwischen den Proben.

Ein nahezu aufgebrauchter Block besteht nur noch aus der Kunststoffkapsel und ist mehrere Millimeter dünner als ein frisch hergestellter.

### 4.1.3. Die Histonummer

Bei der Herstellung beider Probenarten ist es notwendig, diese zu kennzeichnen. Dabei wird, sobald das Gewebe entnommen wurde, eine Pseudonymisierung durchgeführt, die verhindern soll, dass eine Probe einem Patienten/einer Patientin namentlich zugeordnet werden kann. Am Institut für Pathologie wird zu diesem Zweck jedem erhaltenen Präparat eine Nummer, in Ausnahmefällen auch mehrere, zugeteilt. Diese wird als Histonummer bezeichnet und dient im weiteren Verlauf zur Referenzierung der Proben. Einem Patienten oder einer Patientin können somit mehrere Histonummern zugewiesen werden. Eine vollständige Histonummer beginnt mit einer sechststelligen numerischen Kennung und endet mit einer zweistelligen Jahresangabe. Die Trennung beider Bereiche erfolgt durch einen Schrägstrich. Die Kennung wird mit jedem Jahresbeginn auf den Wert "1" zurückgesetzt. Eine schematische Darstellung einer Histonummer zeigt Abbildung 4.7

**dddddd/yy**

Abbildung 4.7.: Schematische Darstellung einer vollständigen Histonummer

Da die Probenherstellung im LKH-Univ. Klinikum Graz bereits lange Tradition hat, sind viele Abläufe historisch gewachsen, so auch die Beschriftung. Die Proben sind ursprünglich per Hand mit der zugehörigen Histonummer gekennzeichnet worden. Da jedoch von einer Histonummer mehrere Blöcke vorliegen können, die unterschiedliche Arten von Gewebe beinhalten, ist eine eindeutige Identifizierung der Blöcke erforderlich. Diese wurde, wenn erforderlich, als handschriftlicher Vermerk beigefügt. Seit der automatisierten Beschriftung der Blöcke erfolgt diese Unterscheidung lückenlos in Form eines alphanumerischen Kürzels. Somit ist gewährleistet, dass jeder Paraffinblock eindeutig bestimmbar ist.

Für die Glasschnitte ist anfangs nur eine Zuordnung zu jenem Paraffinblock erstellt worden, von dem der Schnitt stammt. Somit gab es keine Möglichkeit, die einzelnen Schnitte eines Blockes zu unterscheiden. Im Vergleich zu der Wichtigkeit der Eindeutigkeit der Paraffinblöcke ist dieser Umstand hier vernachlässigbar, da wie bereits erwähnt die Unterschiede zwischen den einzelnen Schnitten meist nur marginal sind und nach wie vor nahezu ausnahmslos alle Schnitte eines Falles für eine Befundung angefordert werden womit keine Selektion erforderlich ist. Mittlerweile ist jedoch auf jedem Schnitt eine Nummerierung aufgedruckt, die eine eindeutige Unterscheidung ermöglicht. Der Aufdruck ist in Abbildung 4.1 zu erkennen. Somit ergibt sich ein baumartiges<sup>4</sup> Beschriftungsschema wie in 4.8

<sup>4</sup> In der Softwareentwicklung ist ein Baum eine spezielle Datenstruktur zum effizienten speichern, suchen und manipulieren von Daten.

dargestellt.

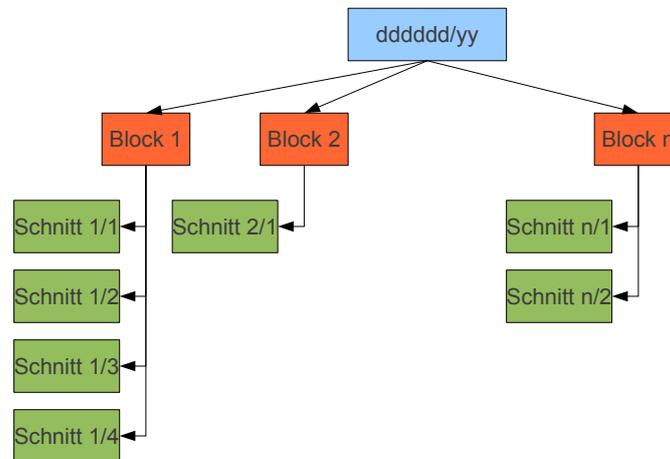


Abbildung 4.8.: Hierarchischer Aufbau einer Histonummer, ähnlich eines Baumes

Wird ein bestimmter Schnitt benötigt, kann dieser durch die vollständige Angabe von Histonummer/Jahr/Blockidentifikation und Schnittidentifikation beschrieben werden. Sollten alle Schnitte eines Blockes gewünscht sein, wird die Schnittnummer durch eine Wildcard zu ersetzen. Werden nur Blöcke benötigt, können diese durch das gänzliche Weglassen der Schnittidentifikation ausgewählt werden, womit man sich automatisch in der nächsten Ebene der Baumes befindet. Zur Auswahl aller Proben eines Falles wird nur Histonummer und Jahr (das “root”-Element des Baumes) angegeben.

#### 4.1.4. Der Zweck und Verwendung der Proben

Wenn während einer Operation eine Entnahme von Gewebe erfolgt, wird dieses im Normalfall im Anschluss untersucht und befundet. Der Befund gibt Auskunft über den zu erwartenden Genesungs- bzw. Krankheitsverlauf. Hierfür wird mindestens ein Glasschnitt angefertigt und zwangsläufig auch der dafür benötigte Paraffinblock. Neben jenen Befundungen, die routinemäßig durchgeführt werden, gibt es auch Fälle mit hoher Priorität. Wenn beispielsweise ein Tumor entfernt wird, sollte so wenig wie möglich aber so viel wie nötig vom umliegenden Gewebe entnommen werden. In zweifelhaften Fällen kann es sein, dass die Entnahme noch während der Operation zur Untersuchung in die Pathologie geschickt wird. Die Rückmeldung soll Aufschluss darüber geben, ob noch mehr Gewebe betroffen ist und somit entfernt werden muss, oder ob die Operation beendet werden kann. Dieser Fall wird als “Schnellschnitt” bezeichnet.

Nach der Herstellung der benötigten Schnitte werden diese im Archiv eingelagert. Sie bleiben solange in der Pathologie, bis alle zu erstellenden Befunde fertig sind und werden anschließend nach und nach in das Archiv gebracht. Durch die unterschiedliche Dauer

der Befundung gelangen die Glasschnitte zunächst chronologisch lückenhaft ins Archiv und werden in den darauf folgenden Wochen durch die verzögert ankommenden Schnitte ergänzt.

Für die dauerhafte Archivierung und Bereitstellung der Proben gibt es mehrere Gründe:

- **Dokumentation:** Die Proben stellen einen fundamentalen Bestandteil der Dokumentation von Krankheitsgeschichten dar. Somit geben bisherige Befunde Aufschluss über damalige Diagnosen und Therapien, bleiben von Grund auf nachvollziehbar und können ggf. zu einem späteren Zeitpunkt überprüft werden. Die Archivierung von Proben liefert in weiterer Folge immer wieder Hilfestellungen für aktuelle Fälle, werden z.B. Parallelen zu vorigen Erkrankungen vermutet<sup>5</sup>.
- **Wissenschaft und Forschung:** Neue Diagnosetechniken ermöglichen zusätzlichen Informationsgewinn aus bisherigem Probenbestand. So konnte beispielsweise die RNA der spanischen Grippe von 1918 durch eine damals angefertigte Paraffinprobe entschlüsselt werden [Taubenberger et al. 1997].

Die Vielfalt der Fälle beinhaltet auch selten auftretende Krankheitsbilder und stellt somit eine kostbare Ressource für Forschungsprojekte dar.

- **Reproduktion:** Sind die bisher angefertigten Glasschnitte zerkratzt, beschädigt, zu Bruch gegangen oder dauerhaft entliehen, können neue aus den zugehörigen Paraffinblöcken angefertigt werden.

Daraus wird ersichtlich, dass der Mehrwert des Archivs sowohl aus der Vielzahl und Vielfältigkeit der gelagerten Proben, als auch aus jeder einzeln erstellten besteht. Darum ist die Zielsetzung der Biobank Graz, jede produzierte Probe auch noch nach der gesetzlich verordneten Mindestvorhaltezeit von 30 Jahren aufzubewahren.

Es gibt somit zwei Nutzungsszenarien für eine Entnahme:

- **Eine routinemäßige Entnahme zur Bearbeitung eines aktuellen Falles:** Es werden alle erforderlichen Proben des betreffenden Patienten oder der Patientin angefordert und in der Regel innerhalb eines Tages ausgehoben. Die Reaktionszeit des Archivs und die Stückzahl der geordneten Proben sind meist relativ gering.
- **Entnahmen für wissenschaftliche Zwecke:** Hierbei handelt es sich oftmals um das selbe Krankheitsbild aufgetreten bei verschiedenen PatientInnen. Um aussagekräftige Studien erstellen zu können, sind in diesem Fall im Normalfall größere Stückmengen erforderlich. Der Entnahmezeitpunkt wird von Fall zu Fall individuell vereinbart und ist dadurch nicht so dringend.

---

<sup>5</sup> Entweder des Patienten oder der Patientin selbst, in der nahen Verwandtschaft oder einer Person mit gleichem Krankheitsverlauf

### 4.1.5. Das Verhältnis beider Probenarten zueinander in Bezug auf die hergestellten Mengen

Da aus einem Präparat *immer* beide Probenarten angefertigt werden und aus einem Block mehrere Schnitte resultieren können, ergibt sich eine 1:n Beziehung zwischen Paraffinblock und Glasschnitt. Dieses Verhältnis ist von Fall zu Fall starken Schwankungen unterworfen. Das statistische Jahresmittel für das Verhältnis GS zu PB aller in den Jahren 2007, 2008 und 2009 am Institut für Pathologie erzeugten Proben lag bei 1,91. Es werden also ungefähr doppelt so viele Glas- wie Paraffinproben hergestellt. In der Übersicht der letzten Jahre in Tabelle 4.1 ist das zugehörige Zahlenmaterial dargestellt. Aufgrund von drei aufeinander folgenden Jahren lässt sich keine zuverlässige Prognose abgeben, es scheint jedoch, dass das Verhältnis in den letzten Jahren keinen allzu großen Schwankungen im Jahresdurchschnitt ausgesetzt war. Der zuständigen Fachfrau<sup>6</sup> zufolge, ist für die Zukunft jedoch ein stärkerer Ausschlag Richtung Glasschnitte zu erwarten.

Jahr	Paraffinblöcke	Objektträger	Gesamtanzahl	Verhältnis GS:PB
2007	240.061	464.654	704.715	1,94
2008	250.776	471.191	721.967	1,88
2009	262.332	502.586	764.918	1,92

Tabelle 4.1.: Anzahl der produzierten Proben im Zeitraum 2007 bis 2009 [Pathologisches Institut, LKH-Univ. Klinikum Graz]

## 4.2. YLOG intelligent Stacking Center (iSC)

In diesem Abschnitt werden die einzelnen Komponenten des Regalsystems und deren Zusammenspiel beschrieben, da ein Verständnis von der grundsätzlichen Funktionsweise, den technischen Möglichkeiten und Einschränkungen essentiell für die unterschiedlichen Konzeptionstätigkeiten war. Zuerst werden die Komponenten im Allgemeinen und anschließend, in einem eigenen Abschnitt, die projektbezogenen Individualisierungen und Anpassungen beschrieben.

### 4.2.1. Das Regal

Dabei handelt es sich um ein starres Metallgerüst ohne jeglicher Sensorik, Motorik oder Elektronik, wodurch die Wartungserfordernisse auf ein Minimum reduziert werden. Es kann, sowohl die Grundfläche als auch die Höhe betreffend, individuell an die räumlichen

<sup>6</sup> Karin Konrad, Leitung des Archivs am Institut für Pathologie

Erfordernisse angepasst werden. Das Regal wird von Quer- und Längsgängen<sup>7</sup> durchzogen, in denen sich Shuttles, AiVs<sup>8</sup> genannt, auf Fahrschienen bewegen und somit Zugriff auf die Stellplätze im Regal erhalten. Ein Stellplatz ist jene Einheit, die einen Behälter beherbergen kann. Die Gesamtanzahl an Stellplätzen eines Regals ergibt somit die theoretisch maximale Anzahl an Behältern, die im Regal gelagert werden können. Meist wird eine Anlage jedoch nicht am theoretischen Maximum betrieben, da sonst keine Möglichkeiten zur Optimierung<sup>9</sup> bereit stehen. Ein Regal besteht in der Regel aus mehreren Ebenen, die durch einen Lift dem AiV zugänglich gemacht werden. Durch eine vorgegebene Lochung der Steher ist eine Abstufung der Ebenen, der sogenannte Ebenenabstand, nur im 50 mm-Raster möglich.

Bereits bei der Planung des Regals muss der sog. "Kommissionierbereich" berücksichtigt werden. Dieser dient als Schnittstelle zwischen dem eigentlichen Lagerbereich und dem Personal. Hier erfolgt der Zugriff auf die Behälter an speziellen Kommissionierplätzen (auch Pickplätze genannt). Hierfür gibt es, je nach Anforderung, eine Vielzahl verschiedener Möglichkeiten. Im einfachsten Fall werden angeforderte Behälter durch AiVs geliefert, vom Personal befüllt oder Waren laut Auftrag entnommen und nach der Bearbeitung vom AiV wieder ins Regal gebracht. Aufgrund der obligatorisch entstehenden Fahrzeiten der AiVs wird meist ein Puffer installiert, der sicherstellt, dass eine Bearbeitung stattfinden kann, während die Fahrzeuge schon die nächsten Behälter holen.

#### 4.2.2. Die Behälter

Behälter sind die Aufbewahrungseinheiten der Waren im Regal, üblicherweise aus Kunststoff und gemäß der EURONORM<sup>10</sup> in den Maßen 600x400 mm bzw. 800x600 mm im iSC

---

<sup>7</sup> Definition Quer-/Längsgang: In einem Längsgang kann eine Be- und Entladung des AiVs erfolgen, da dessen Ladefläche zum Regal ausgerichtet ist. Quergänge dienen zum Verbinden der verschiedenen Längsgänge und sollten sparsam ins Regal eingeplant werden, da sie zu Lasten der Kapazität gehen. Die Gangbreite wird durch den Abstand der Regalfronten voneinander bestimmt und muss auf die Maße des eingesetzten AiVs abgestimmt werden. Die Breite eines Längsganges entspricht jener eines AiVs, die Breite eines Querganges dementsprechend der Länge eines AiVs. Ein Layout (Grundriss) eines Regals ist in Abbildung 4.12 zu sehen, wobei drei Längs- und ein Quergang gut zu erkennen sind.

<sup>8</sup> Für eine nähere Beschreibung siehe Unterabschnitt 4.2.4

<sup>9</sup> Wenn ein Behälter im Regal verstaut und anschließend ein neuer geholt werden soll, muss das System einen freien Stellplatz für die erste Teilaufgabe finden. Sind diese sehr rar, steigt die Wahrscheinlichkeit, dass das AiV lange Wege zurücklegen muss. Existiert jedoch zumindest ein freier Stellplatz pro Ebene, oder bei flächenmäßig großen Ebenen einer pro Längsgang, ist im ersten Fall sichergestellt, dass das AiV zum Ab- und Aufladen zumindest keinen Lift braucht und im zweiten Fall, dass der Ladungswechsel im selben Gang erfolgen kann. Hier ist also zwischen Effizienz und Kapazität abzuwägen.

<sup>10</sup> Mehrere EURONORMEN wurden in den 1950er Jahren von der Europäischen Gemeinschaft für Kohle und Stahl Normen herausgegeben, um den Warenaustausch der beteiligten Staaten zu vereinfachen. Diese existieren jedoch nicht mehr unter ihrem ursprünglichen Name sondern wurden durch

verwendbar. Es handelt sich dabei in der Regel um standardisierte Produkte in den unterschiedlichsten Ausprägungen von verschiedenen Herstellern. Ihre Höhe ist grundsätzlich frei wählbar und bestimmt in weiterer Folge den minimalen Ebenenabstand des Regals.

### 4.2.3. Der Lift

Dieser erschließt den AiVs die dritte Dimension im Regal. Er dient zusätzlich als Ladestützpunkt für Kurzzeitladungsspeicher<sup>11</sup> der AiVs. Um einen möglichen Flaschenhals zu vermeiden, können mehrere Lifte in einer Anlage eingesetzt werden.

### 4.2.4. Das AiV – Autonomous intelligent Vehicle

Die Abkürzung AiV bezeichnet einen Roboter, der sich mit seinen vier lenkbaren Rädern eigenständig durch das Regal manövrieren kann und für den Transport der Behälter zuständig ist (siehe Abbildung 4.9).



Abbildung 4.9.: Foto eines im Regal fahrenden AiVs [YLOG 2011]

Das AiV behält normalerweise seine Orientierung im Regal bei, d.h. bei einem Wechsel von einem Quer- auf einen Längsgang, werden die nur Räder entsprechend um 90 Grad gedreht, die Ausrichtung des Chassis bleibt erhalten. Es ändert sich also nur die Fahrtrichtung ohne Drehung des gesamten Gefährtes (siehe Abbildung 4.10 rechts). Sollte dies dennoch erforderlich sein, werden spezielle Kreuzungen von ausschließlich Längsgängen benötigt. Befindet sich das AiV darauf, dreht es die Räder nur um 45 Grad und kann sich somit an Ort und Stelle drehen (siehe Abbildung 4.10 links).

Zur Aufnahme eines Behälters positioniert sich das AiV unmittelbar vor dessen Stellplatz und fährt anschließend mit einem Metallschwert unter den Behälter. Damit dieser

---

EU-Richtlinien in nationales Recht umgewandelt. Die Bezeichnung EURONORM ist jedoch umgangssprachlich erhalten geblieben.

<sup>11</sup> In diesem Fall sind das Kondensatoren, um die Belastung der Akkus zu verringern

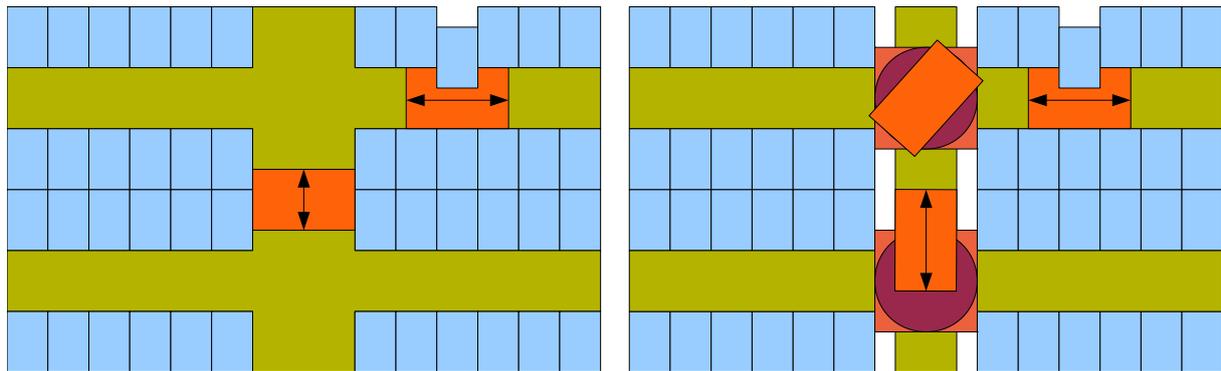


Abbildung 4.10.: Orientierung des AiVs im Regal, dargestellt anhand einer schematischen Darstellung eines Regalgrundrisses:  
 links der Regelfall: zwei Längsgänge, mit einem Quergang verbunden;  
 rechts: ausschließlich Längsgänge mit Drehkreuzung, verbunden zur Veränderung der Orientierung des AiVs

dabei nicht nach hinten ausweichen kann, ist eine massive Durchschubsicherung aus Metall im Regal montiert. Befindet sich der Behälter auf dem Schwert, wird dieses wieder eingezogen und fungiert in weiterer Folge als Ladefläche. Zur abschließenden endgültigen Positionierung auf dem AiV dienen zwei Metallfinger. Letztendlich steht der Behälter mittig am AiV und ist bereit für den Abtransport.

Das Abladen erfolgt analog: Das AiV platziert sich vor einen leeren Stellplatz, den Behälter mittig auf seinem Schwert, das gemeinsam mit seinem Transportgut in den leeren Stellplatz fährt. Damit beim Einziehen des Schwertes der Behälter nicht durch die Haftreibung automatisch wieder aufgenommen wird, übernehmen die zwei Metallfinger die Funktion der Durchschubsicherung. Durch den symmetrischen Aufbau kann das AiV beidseitig be- und entladen werden.

Für die Wegfindung durch das Regal steht das AiV per WLAN mit einer Server-Instanz in Verbindung, die Aufträge verwaltet und weiteres Management im Hintergrund bewerkstelligt. Das Regal wird dabei als Graph modelliert und mit den ständig zu verarbeiteten Sensordaten abgeglichen.

Es gibt verschiedene Modelle des AiVs<sup>12</sup>. Die maximale Nutzlast liegt bei ungefähr 40 kg, darüber machen sich Abnutzungserscheinungen schneller bemerkbar und die Fehleranfälligkeit steigt.

<sup>12</sup> Nach den Längsseiten des Transportgutes benannt: AiV600 und AiV800. Eine weitere Variante zum Transport von Paletten ist momentan in Planung

### 4.2.5. Central Intelligent System – CIS

Die Verwaltung der Behälter und anderer Ressourcen, wie Shuttles und Lifte sowie eine Vielzahl an Datenstrukturen, übernimmt ein Leitsystem namens “Central Intelligent System” (CIS). Es unterstützt die AiVs in ihrer Wegfindung, definiert “Verkehrsregeln”, koordiniert Liftbewegungen, speichert die zu erledigenden Transportaufgaben in einer Queue (Warteschlange), verteilt sie an zur Verfügung stehende AiVs und stellt die Relation zwischen Behälter und Stellplatz her. Diese Software ist zum Betrieb des Warenlagers unbedingt erforderlich und daher üblicherweise Bestandteil des im Angebot angegebenen Leistungsumfangs.

#### 4.2.5.1. Die Behälterverwaltung

Für diese Arbeit ist vor allem die Behälterverwaltung, also die Zuordnung von Stellplatz zu Behälter von zentralem Interesse. Da die Behälter im Normalfall keine fixen Stellplätze im Regal zugewiesen bekommen, ist es wichtig, jede Ein- und Auslagerung zu erfassen und dabei die nötigen Relationen zu aktualisieren. Die Behälterverwaltung hat somit immer den aktuellen Überblick über die Standorte der Behälter im Regal. Die Verwaltung der Inhalte der Behälter übernimmt in vielen Fällen der Kunde selbst.

#### 4.2.5.2. Die Kundenanbindung

Generell betrachtet gibt es verschiedene Wege der Kundenanbindung. Dabei hängt die Aufgabenstellung vom gewünschten Leistungsumfang ab.

- Im einfachsten Fall werden die Behältertransportjobs vom Kunden direkt an die Behälterverwaltung geschickt. Die Schnittstelle hierfür besteht aus drei JSON-RPC-Aufrufen mit deren Hilfe Behälter angefordert, für die Bearbeitung gesperrt<sup>13</sup> und wieder freigegeben werden können. Die Vorteile dieser Lösung für den Kunden sind, dass in erster Instanz keine zusätzlichen Entwicklungskosten entstehen und er kann sehr frei aus einer Vielfalt<sup>14</sup> von Möglichkeiten zur Verwaltung der Behälterinhalten wählen. Die Firma YLOG kann sich in diesem Fall zur Gänze auf ihre Kernkomponenten konzentrieren.

Oftmals wurden die Waren, die der Kunde in den Behältern zu lagern gedenkt, auch bereits vor der Systemeinführung in einem Lagersystem verwaltet. Mit dieser Lösung besteht die Möglichkeit die bestehende Software weiter zu verwenden, wodurch auch auf Kundenseite Kosten und Umstellungsaufwand im überschaubaren Bereich bleiben.

---

<sup>13</sup> Die Sperre bewirkt, dass kein AiV den Behälter abtransportiert

<sup>14</sup> Darunter fallen: Maßgeschneiderte Lösungen intern oder extern entwickelt mit sehr genau an die Erfordernisse angepasstem Leistungsumfang, bis hin zu Standardprodukten wie SAP

- Sollte der oben genannte Fall nicht erwünscht oder realisierbar sein, wird nach einer angepassten Lösung gesucht. D.h. je nach erforderlichem Umfang wird eine Warenverwaltung von der Firma YLOG zur Verfügung gestellt.

### 4.3. Der konkrete Prototyp

Das Pilotprojekt am LKH-Univ. Klinikum Graz wird in einen Raum mit etwas mehr als 51 m<sup>2</sup> im Kellergeschoss der Universitätsklinik für Strahlentherapie-Radioonkologie Graz Einzug halten. An der Decke und teilweise auch den Wänden befinden sich Rohre und Leitungen, die in den Raum ragen. Dadurch wird zum einen die Höhe des Regals eingeschränkt und zum anderen müssen die Hindernisse bei der Planung der Grundfläche berücksichtigt werden.



Abbildung 4.11.: Räumliche Einschränkungen durch Aufputzinstallationen

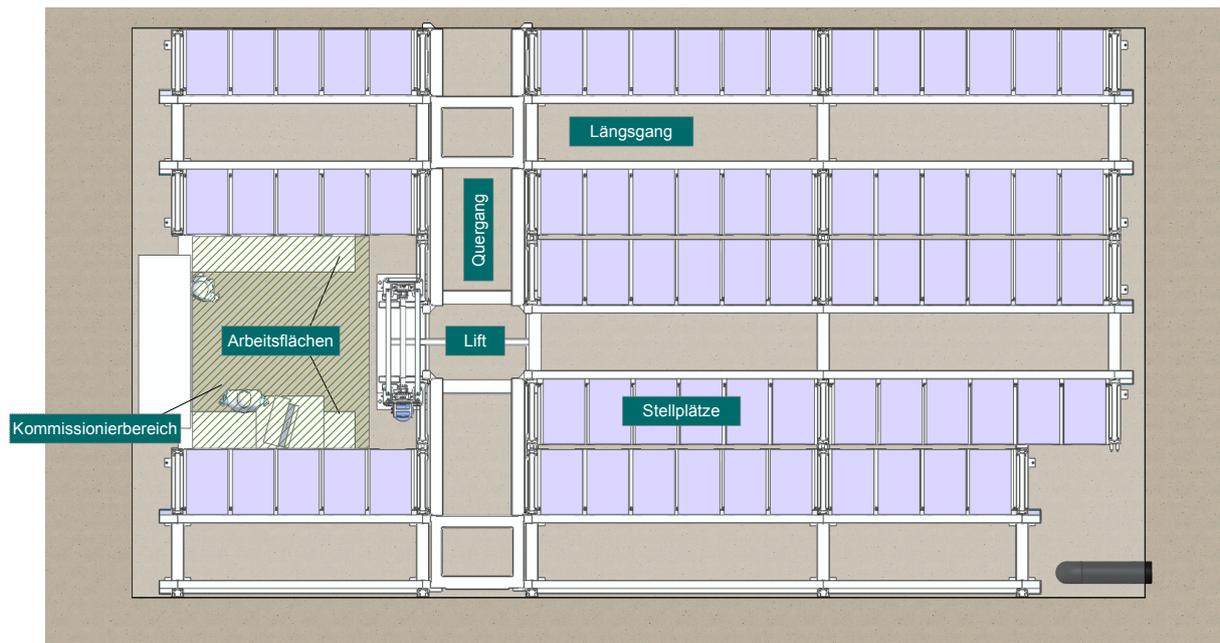


Abbildung 4.12.: Regalgrundriss unter Berücksichtigung der Hindernisse [Konstruktionsabteilung YLOG]

Abbildung 4.11 zeigt die zu beachtenden räumlichen Einschränkungen. In Abbildung 4.12 ist der resultierende Grundriss und in Abbildung 4.13 ein in den vorgegebenen

Raum eingepasstes 3D-Modell zu sehen. Neben den verschiedenen Ebenen sind hier auch die Quer- und Längsgänge, in denen sich das AiV bewegen wird, gut zu erkennen.

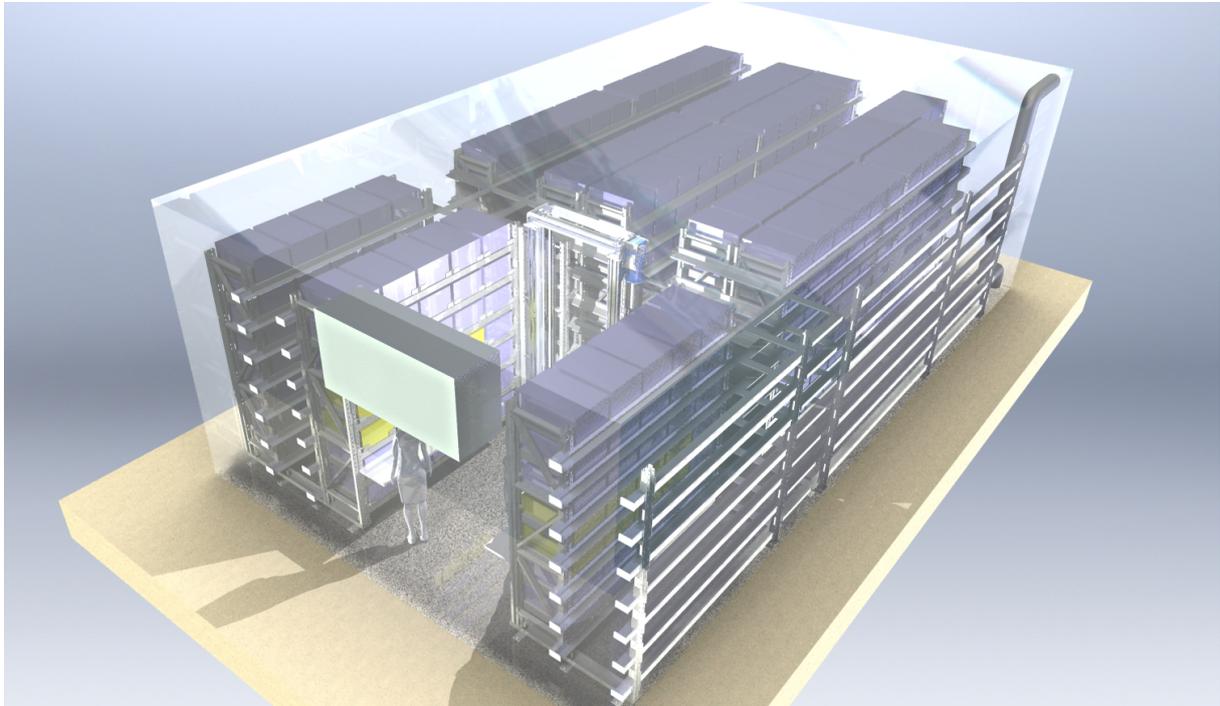


Abbildung 4.13.: Das Regal, in den vorgegebenen Raumkubus ein- und allen räumlichen Gegebenheiten angepasst [Konstruktionsabteilung YLOG]

Der Kommissionierbereich ist in Abbildung 4.14 im Vordergrund gesondert dargestellt. Zu beiden Seiten sind Arbeitsflächen am Regal angebracht, auf denen die Bearbeitung der Proben stattfindet. Die beidseitige Anordnung erhöht die Anzahl der als Kommissionierstellen zugreifbaren Stellplätze. Durch die engen Platzverhältnisse wird der Schaltschrank zur Liftsteuerung in diesem Fall überkopf an der Decke befestigt. Der Lift ist ebenso speziell für eine optimale Raumausnutzung konstruiert. Er ist von drei Seiten befahrbar und dient somit auch als Kreuzung.



Abbildung 4.14.: Kommissionierbereich: gelbe Behälter sind zugreifbar [Konstruktionsabteilung YLOG]

# 5. Behälterkonstruktion

Im Vergleich zu gewöhnlichen Kleinteilelagern muss bei der Aufbewahrung der Gewebeproben sichergestellt sein, dass

- die Objektträger nicht zerbrechen,
- die zu transportierenden Einheiten nicht zu schwer werden und
- jede Probe auf effiziente Art und Weise wieder aufgefunden werden kann.

Somit wird der Behälter zur Schlüsselkomponente einer effizienten Lagerung und stellt, im SE-Kontext betrachtet, eine kritische Komponente dar. Nach dem Prinzip der Phasengliederung wurde zuerst das Problemfeld genauer untersucht, um dadurch die konkreten Anforderungen an den Behälter zu erhalten. Die verschiedenen resultierten Lösungsmöglichkeiten wurden soweit ausgearbeitet, dass eine Wahl der am besten geeigneten Variante ermöglicht werden konnte. Nachdem die Entscheidung für eine Gesamtlösung getroffen wurde, sind die zugehörigen Details ausgearbeitet worden.

## 5.1. Anforderungen an den Behälter

Für die Konzeption war eine detaillierte Erfassung der Anforderungen vonnöten. In einem ersten Schritt wurden diese gesammelt, schrittweise konkretisiert und in Form folgender Punkte festgehalten:

- **Kapazität:** Das vorgegebene Volumen ist durch dichte Lagerung bestmöglich auszunutzen. Die Maximierung dieses Parameters wurde bereits zu Beginn als sehr wichtig eingestuft und erhielt durch die geringen Abmessungen des Raums im Kellergeschoss der Universitätsklinik für Strahlentherapie-Radioonkologie Graz einen noch höheren Stellenwert. Ziel ist es, die größtmögliche Anzahl an Proben mit Hilfe der geplanten Ressourcen lagern und verwalten zu können.
- **Ergonomie:** Die Probeneinlagerung sowie der spätere Zugriff sollen mit geringem Kraftaufwand oder wenig körperlicher Anstrengung möglich sein.
- **Optik:** Mit der YLOG-Technologie übernimmt das LKH-Univ. Klinikum Graz eine Vorreiterrolle in der Automatisierung von Biobanken in Form eines Shuttlesystems.

Dieser Status gibt Grund zur Annahme, dass sich weitere einschlägige Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen zu Besichtigungen einfinden werden. In diesem Sinne ist auch der Optik entsprechenden Stellenwert einzuräumen.

- **Ökonomie:** Die Herstellung eines Behälters hat innerhalb eines wirtschaftlich sinnvollen Rahmens zu bleiben. Hierbei sind fertigungsrelevante Faktoren wie Material und Fertigungstechniken zu berücksichtigen.
- **Effizienz:** Diese ist in Bezug auf die Benutzung des Systems zu berücksichtigen, sodass die Proben beispielsweise mit möglichst wenig Bedienungsaufwand bereitgestellt und eingelagert werden können. Weiters ist sie in der Phase der Konzeption durch Nutzung von bestehendem Know-how und dem Ablegen von Altlasten relevant, ebenso die Verwaltung betreffend, sodass deren Prozesse eine effiziente Abbildung mittels Software finden.
- **Wartung:** Der Behälter soll möglichst robust sein und eine lange Lebensdauer aufweisen, da die Anlage aufgrund des engen Ebenenabstands und des erschwerten Betretens schwierig zu warten ist. Somit muss der Behälter für einen reibungslosen Betrieb optimiert sein.

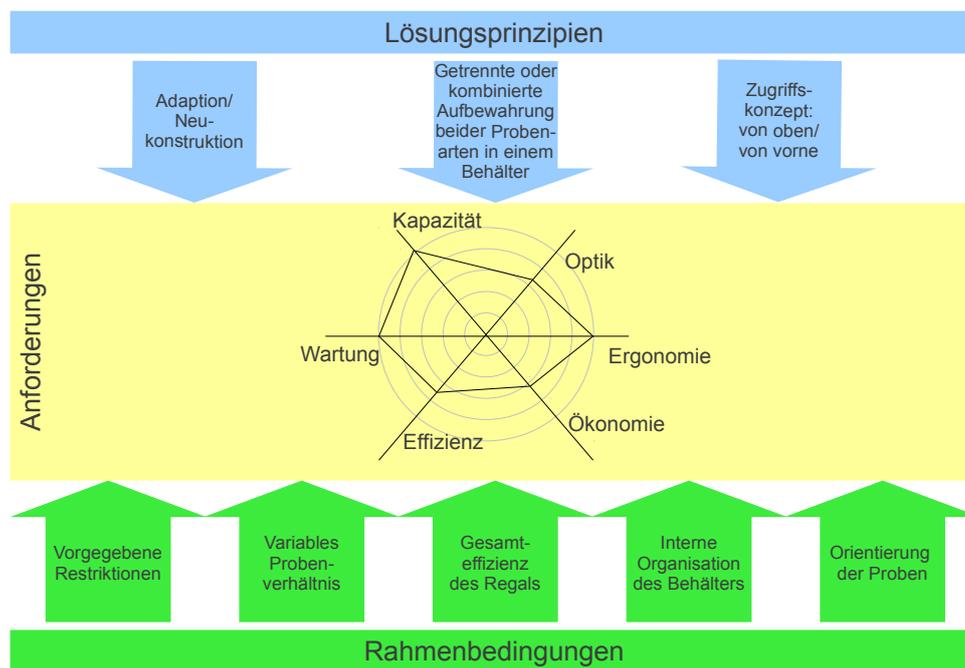


Abbildung 5.1.: Direkte oder indirekte Anforderungen an den Behälter und deren beeinflussende Faktoren

Die Anforderungen stehen in einer gegenseitigen Wechselwirkung. Wird durch eine Maßnahme eine Anforderung besser erfüllt als zuvor, ändert sich dadurch nahezu unausweichlich der Grad der Erfüllung der restlichen Anforderungen. Diese Änderungen können positive oder negative Effekte bewirken, im Normalfall treten jedoch beide gleichzeitig im Gesamtkontext betrachtet auf. Stellt sich eine Maßnahme als günstig für die Kapazität heraus, wird dadurch beispielsweise die Ergonomie reduziert.

Zusätzlich zu den Beziehungen untereinander stehen die Anforderungen in einem Spannungsfeld aus verschiedenen Lösungsprinzipien und Rahmenbedingungen. Erstere können untereinander kombiniert werden und ergeben somit ein Vielzahl verschiedener Lösungsmöglichkeiten. Zweitere sind systembedingte Einflüsse, die ebenfalls in der Konstruktion Berücksichtigung finden müssen. Abbildung 5.1 stellt dies grafisch dar.

## 5.2. Lösungsprinzipien

Beim Entwurf des Behälters traten drei prinzipielle Fragen auf, die es früh zu behandeln galt, da ihre Beantwortung richtungsweisenden Charakter hat. Die zu treffenden Entscheidungen legen grundsätzliche Eigenschaften des Behälters fest und sind mit dem Ende der Vorstudie gleichzusetzen. Die drei Fragestellungen sind:

- Adaption einer bestehenden Behälterkonstruktion oder Neuentwurf,
- getrennte oder kombinierte Aufbewahrung beider Probenarten in einem Behälter,
- auf welche Art der Zugriff auf die Proben erfolgen soll.

Detaillierte Überlegungen zu den genannten Themenbereichen werden in den nachfolgenden Unterpunkten ausgeführt.

### 5.2.1. Adaption oder Neukonstruktion

In diesem Punkt spielten Fertigungsmaterial, -wissen und -technik eine große Rolle. Die Bandbreite der Auswahl reicht hier von einem günstigen Behälter "von der Stange", der geringe Umbauarbeiten erfordert, bis zu einer hoch entwickelten Spritzguss-Sonderanfertigung.

**Der adaptierte Behälter** muss nicht hergestellt, sondern nur bearbeitet werden, ist also eine Veredelung eines Rohproduktes. Im einfachsten Fall kann ein standardisierter Behälter mit entsprechender Wahl günstiger Unterteilungen in Form eines Fachwerks als Lagerbehältnis für die Proben dienen. Dabei kann auf das Fertigungs- und Design-Know-how eines darauf spezialisierten Herstellers indirekt zurückgegriffen werden, da Bestandteile wie Griffe, Verrippungen, Versteifungen und Normmaße selbstverständlich im Rohprodukt beinhaltet sind. Hierbei gibt es eine große Produktpalette mehrerer Hersteller die somit eine große Vielfalt bei der Wahl eines Ausgangsproduktes sicherstellen.

Im Falle der Notwendigkeit größerer Umbauarbeiten (Fräsungen, Bohrungen,...) können die ursprünglichen Produkteigenschaften jedoch nicht mehr zugesichert werden, wodurch das Resultat an Mängel, wie z.B. unzureichende Stabilität, leiden könnte.

**Die Neukonstruktion** wird mit steigendem Umbaubedarf zunehmend attraktiver. In Anlehnung an die bisher am Markt vertretenen und von YLOG eingesetzten Produkte ist ein Spritzgussbehälter naheliegend. Die Entwicklungskosten dieses Ansatzes sind jedoch enorm, vorallem wegen der dabei zu erstellenden Spritzgusswerkzeuge. Mit steigender Stückzahl relativiert sich der Investitionsaufwand durch die anschließend günstigen Herstellkosten pro Stück. Zusätzlich bietet dieser Ansatz den Vorteil eines maßgeschneiderten, in Großserien herstellbaren Produktes, das ebenfalls vom Know-how eines Branchenspezialisten, z.B. im Bereich des Formenbaus, profitiert.

Für kleinere Stückzahlen böte sich auch eine Einzelfertigung des Behälters an. Hierbei wird er maßgeschneidert zusammenschraubt oder geklebt. Vom endgültigen Behälter-Design und den verfügbaren Produktionskapazitäten hängt der Grad der Automatisierung ab. Je mehr von Hand zu erledigen ist, umso teurer wird im Normalfall das Ergebnis. Den geringen Entwicklungs- und Konstruktionskosten stehen die erhöhten Stückkosten gegenüber. Mit steigendem Fertigungsaufwand sinkt die Produktionsrate, wodurch bei großen Abnahmemengen Lieferprobleme entstehen können.

### 5.2.2. Getrennte oder kombinierte Aufbewahrung beider Probenarten in einem Behälter

Beide Varianten bieten in unterschiedlichen Situationen jeweils Vor- und Nachteile.

**Die getrennte Aufbewahrung** zeigte bei ersten Berechnungen, dass sie sich besser auf die Eigenheiten einer Probenart optimieren lässt und somit höhere Kapazitäten erzielbar sind. Ein weiterer Vorteil ist, dass das variable Verhältnis beider Probenarten zueinander<sup>1</sup>, pro Behälter betrachtet, kein Problem darstellt, da die Einlagerung vom Probentyp entkoppelt ist. Nichtsdestotrotz muss im Gesamtregal das Verhältnis der eingelagerten Proben trotzdem jenem der Herstellung entsprechen (siehe hierzu Unterabschnitt 5.3.3).

Weiters sind die Möglichkeiten eines auf Glasproben optimierten Behälters begrenzt. Da eine Lage stehend gelagerter Proben bereits 27 kg hat<sup>2</sup>, würde eine zweite – zumindest ebenfalls stehend lagernd, siehe Unterabschnitt 5.3.4 – den Höchstwert für die zu transportierende Nutzlast eines AiVs übersteigen.

Sollten sich durch die getrennte Aufbewahrung zwei verschiedene Behälterhöhen ergeben, resultieren daraus auch zwei unterschiedliche Ebenenabstände im Regal. Das bewirkt

---

<sup>1</sup> Vgl. Unterabschnitt 4.1.5.

<sup>2</sup> Siehe Abschnitt 5.4.

eine Steigerung der Komplexität in der Behälterverwaltung, da sichergestellt werden muss, dass höhere Behälter ausschließlich in den dafür vorgesehenen Ebenen eingelagert werden.

Zudem wird durch die Aufteilung die logistische Effizienz des System verringert. Im durchaus üblichen Szenario, dass beide Probenarten zeitgleich angefordert werden, ist somit die Lieferung von mindestens zwei Behältern erforderlich. Je mehr Fahrten benötigt werden, desto eher werden die Leistungsgrenzen des Systems erreicht. Konkret bedeutet das mehr Fahrten für das AiV und mehr Behälter, die zeitgleich in Zugriff sind, womit die Verwechslungsgefahr steigt und der Puffer<sup>3</sup> von neu angelieferten Behältern schrumpft. Somit steigen sowohl die Gefahr von Bedienfehlern und Wartezeiten als auch der Energieverbrauch.

**Die Kombinierte Aufbewahrung** spielt ihre Vorteile je nach Zielsetzung aus. So ist beispielsweise eine Optimierung auf das maximale Gewicht des Behälters einfacher, da die leichteren, aber voluminöseren Paraffinproben einen guten Ausgleich zu den relativ schweren Glasproben darstellen.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil besteht darin, dass nur ein Einheitsbehälter zu fertigen ist, was geringeren Konstruktionsaufwand und ein Senken der Produktionskosten durch die Erzielung von höheren Stückzahlen bewirkt.

Bei diesem Konzept ist es außerdem naheliegend, dass beide Probenarten des selben Falls (also jene mit übereinstimmender Histonummer) sich in einem Behälter befinden, denn dadurch sind beide Probenarten im Falle einer gemeinsamen Ein- oder Auslagerung in einem Arbeitsschritt zugänglich. Die daraus resultierenden Vorteile bestehen darin, dass

- weniger Fahrten des AiVs erforderlich sind,
- sich weniger Behälter in Zugriff befinden, wodurch die Übersichtlichkeit steigt und die Wahrscheinlichkeit eines Benutzerfehlers sinkt, und
- die Anzahl der Arbeitsschritte für das Personal reduziert wird.

Daraus ergibt sich rechnerisch eine Halbierung<sup>4</sup> der Belastung der Archivinfrastruktur, des Personals und letztlich eine Senken der Kosten in Form von geringerem Energieaufwand und Verschleiß und kürzerer Abarbeitungen der Aufträge. Das System wäre somit bei gleichem Einsatz von Mitteln leistungsfähiger.

Eine gemeinsame Aufbewahrung beider Probenarten in einem Behälter kann unter Umständen nicht möglich sein. Dieser Fall tritt bspw. ein, wenn der Bereich der Paraffinblöcke im Behälter schneller aufgefüllt wird als jener der Glasproben. Ist der Platz PB vollständig aufgebraucht, besteht die Wahl zwischen zweierlei Optionen:

---

<sup>3</sup> Erklärung siehe Unterabschnitt 4.2.1.

<sup>4</sup> Unter der Annahme, dass von einer Entnahme beide Probenarten betroffen sind.

1. Der ursprüngliche Behälter wird noch mit Glasschnitten aufgefüllt. Dadurch tritt in weiterer Folge ein sog. “Versatz” auf. Das bedeutet, es ist nicht mehr gewährleistet, dass sich alle zu einer Histonummer gehörigen Proben im selben Behälter befinden und in weiterer Folge die Aufbewahrung der getrennten Variante entspricht.
2. Die Glasschnitte werden ebenfalls in den neuen Behälter, zu den entsprechenden Paraffinblöcken, eingeordnet. Somit bleibt die Zusammengehörigkeit beider Probenarten erhalten, das Volumen im vorigen Behälter jedoch ungenutzt, wodurch in Summe die Gesamtkapazität sinkt.

Es besteht also die Gefahr entweder das Prinzip, alle Proben einer Histonummer innerhalb eines Behälters zu lagern, zu verletzen oder auf Kapazität verzichten zu müssen.

### 5.2.3. Zugriffskonzept

Im Rahmen dieser Arbeit wurden zwei grundlegend unterschiedliche Zugriffsvarianten betrachtet: Entnahmemöglichkeit von oben (vertikaler Zugriff) oder von vorne (horizontaler Zugriff).

**Der Zugriff von oben** ist die intuitive Bedienung eines handelsüblichen Standardbehälters. Dieser besitzt eine Bodenplatte und vier Wände. Je nach Modell sind noch zusätzliche Verrippungen und Versteifungen angebracht. Für staubempfindliche Waren kann ein entsprechender Deckel das Behältnis verschließen. Dieses Konzept wäre somit sehr gut verträglich mit einer Adaption eines bestehenden Normbehälters. Je nach innerer Organisation ergeben sich hier unterschiedliche Möglichkeiten (siehe Unterabschnitt 5.3.4). Beim Zugriff von oben muss der Behälter zuerst aus dem Regal entnommen werden, wobei dieser dabei über die 2 cm-Hürde der Durchschubsicherung angehoben werden muss, um ihn anschließend auf die Tischplatte ziehen zu können. Erst ab diesem Zeitpunkt ist der Behälter bedienbar. Dieser Vorgang ist mit einem maximal beladenen Behälter aufgrund des Gewichtes nicht oder nur schwer möglich und auch arbeitsrechtlich reglementiert. Mit steigendem Gewicht sinkt somit die Erfüllung der Anforderung “Ergonomie”. Um dieses Problem zu umgehen, müssten Umbauten am Entnahmeplatz erfolgen.

Anstelle eines Tisches am Kommissionierplatz wären Rollen denkbar, mit deren Hilfe der Behälter ohne großem Aufwand aus dem Regal herausgezogen werden könnte. Trotzdem bleibt die Notwendigkeit einer Durchschubsicherung für eine fehlerfreie Aufnahme des Behälters mittels AiV weiterhin bestehen. Hierfür wäre ein zusätzlicher Stopper erforderlich, der z.B durch Betätigung eines Fusspedals kurzzeitig weggeschwenkt werden könnte.

Eine andere Lösungsmöglichkeit wäre die Entnahmestellen um Führungen zu erweitern, um sie zur Gänze, ähnlich wie Schubladen, aus dem Regal ziehen zu können. Hierbei entsteht die Notwendigkeit sicherzustellen, dass ein AiV einen Behälter nie an einem

Entnahmeplatz abliefern, der gerade auf der gegenüberliegenden Regalseite herausgezogen ist.

Alle Änderungen am Regal, besonders jene mit beweglichen Teilen, erhöhen die Wahrscheinlichkeit eines Defektes und somit den Wartungsaufwand sowie auch die Konstruktions-, Material- und Errichtungskosten.

**Der Zugriff von vorne** ist eine weitere Möglichkeit der Bedienung. Zur Umsetzung dieses Konzepts ist es zwingend erforderlich, dass sich die Proben in herausnehmbaren Aufbewahrungseinheiten befinden, also in handlichen Einschüben oder Laden. Diese sollten dann wie Schubladen von der Vorderseite in den Behälter eingeführt werden können. Der Vorteil dieses Ansatzes ist, dass nur eine Handhabung der relativ kleinen und somit leichten Laden zu bewerkstelligen ist und nicht der gesamte Behälter bewegt werden muss. Dadurch entfällt auch die Einschränkung, dass nur jene Behälter zugreifbar sind, vor denen sich eine Arbeitsfläche befindet, wodurch sich die Anzahl der zugreifbaren Behälter vervielfacht. Die Kommissionierstellen werden somit um eine zusätzliche Dimension ergänzt. Dies erschließt weitere logistische Optimierungen (siehe Unterabschnitt 5.3.3) und senkt das Risiko eines Flaschenhalses, da der Puffer für das AiV wesentlich erweitert und in Folge dessen die Gefahr von Wartezeiten reduziert wird.

Durch das geplante Regallayout (siehe Abbildung 4.12) und den zu beiden Seiten angeordneten Kommissionierstellen ergibt sich die Anforderung, dass der Behälter entweder beidseitig offen oder seine Orientierung im Regal veränderbar ist. Die für Letzteres erforderlichen Umbauten am Regal (andere Kreuzungen,...) würden einen Kapazitätsverlust von mehr als 5% nach sich ziehen. Daher wurde diese Möglichkeit bereits früh ausgeschlossen und ein beidseitig offener Behälter in Betracht gezogen. Dieser stellt wiederum höhere Anforderungen an die Behälterkonstruktion, um die nötige Stabilität zu gewährleisten.

Eine weitere Möglichkeit wäre die Errichtung eines Kommissionierbereichs auf lediglich einer Regalseite, wodurch sich die Anzahl der Entnahmeplätze halbierte, aber einseitig offene Behälter genügten. Der Verlust ist angesichts des Zuwachs von mehreren zugreifbaren Ebenen zu verschmerzen. Es wird jedoch Potential vergeben, nicht nur, dass sich der Puffer wie zuvor beschrieben halbiert, auch die Möglichkeit für das AiV, eine günstige Kommissionierstelle zu finden, reduziert sich und erhöht dadurch die Wahrscheinlichkeit von Wartezeiten.

### 5.3. Rahmenbedingungen

Die Rahmenbedingungen legen den Spielraum des Behälter-Designs und zu erfüllende Vorgaben fest. Es handelt sich dabei einerseits um unveränderliche Vorschriften und andererseits um Einflüsse, die sich direkt oder indirekt auf die Anforderungen auswirken.

### 5.3.1. Vorgegebene Restriktionen

Darunter fallen baulich bedingte Einschränkungen und technische Vorgaben.

#### Restriktionen durch die Regalkonstruktion

Durch die Regalkonstruktion ergeben sich folgende zu beachtende Einschränkungen:

- *Das unterste und oberste Anfahrtsmaß* legen fest, in welcher Höhe die niedrigste bzw. höchste Ebene platziert werden kann. Nur innerhalb dieser beiden Werte können Ebenen im Regal genutzt werden.
- *Der Mindestebenenabstand* wird in Abbildung 5.2 veranschaulicht. Diese zeigt schematisch ein AiV, das sich auf den Fahrschienen im Regal bewegt, die wiederum für jede Ebene erforderlich sind. Damit das Shuttle jede Ebene befahren kann, muss also der Abstand von einer Ebene zur Unterkante der nächsten mindestens<sup>5</sup> der Höhe des AiVs entsprechen.

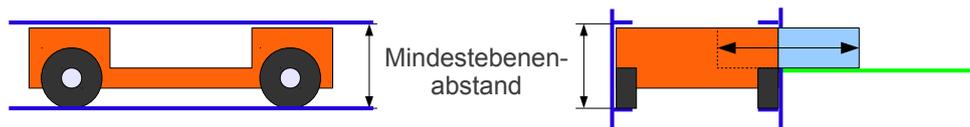


Abbildung 5.2.: Mindestebenenabstand im Regal: Links ist ein AiV in der Seitenansicht zu sehen, rechts die zugehörige Frontalansicht. Die grüne Linie symbolisiert den im Vergleich zu den Fahrschienen (dunkelblau) leicht erhöhten Regalboden, auf dem der Behälter abgestellt werden kann.

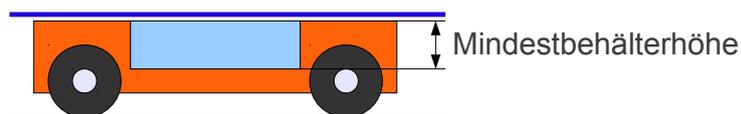


Abbildung 5.3.: Mindesthöhe eines Behälters: Ein beladenes AiV in der Seitenansicht. Die Fahrschienen sind dunkelblau eingezeichnet.

#### Das Behältermaß

Die Außenmaße der Grundfläche 600x400 mm werden durch die Wahl des AiV600 festgelegt. Die „optimale“ Behälterhöhe ergibt sich aus folgenden Einflüssen:

<sup>5</sup> Zusätzlich ist ein Luftpolster aus Sicherheitsgründen empfehlenswert.

- Ebenen können, wie bereits in Unterabschnitt 4.2.1 besprochen, im 50 mm-Raster angebracht werden.
- Bei der Mindesthöhe eines Behälters gilt es zwischen technisch machbarer und logistisch sinnvoller zu unterscheiden.
  - Erstere wird durch die Finger des AiVs beschränkt, die eine gewisse Mindestangriffsfläche benötigen, um den Behälter sicher auf- und abladen zu können. Dieser Wert liegt bei ungefähr 60 mm.

Sehr niedrige Behälter spielen insofern eine Rolle, als sie möglicherweise gestapelt auf einem Stellplatz gelagert werden könnten. Eine getrennte Aufbewahrung beider Probenarten in jeweils einlagigen Behältern würde die interne Organisation der Proben sehr vereinfachen. Zusätzlich könnte die Stapelung der Behälter an das aktuell hergestellte Verhältnis der Probenarten zueinander abgestimmt werden und wäre somit langfristig flexibel. Mittels Zugriff von vorne wäre auch der unterste Behälter des Stapels gut bedienbar. Bei dieser Lösung ist wichtig zu beachten, dass das Gefüge während des Transports nicht verrutschen kann und seine Höhe geringer als der gewählte Ebenenabstand bleibt.

- Die logistisch sinnvolle Mindesthöhe eines Behälters oder Behälterstapels ist jene, die die Oberkante des AiVs im beladenen Zustand nicht wesentlich unterschreitet (siehe Abbildung 5.3). Sinkt die Behälterhöhe unter diesen Wert von ca. 120 mm, bleibt Regalvolumen ungenutzt, da, wie zuvor beschrieben, der Abstand zweier Ebenen nicht beliebig reduziert werden kann.

$$120 + n * 50$$

Abbildung 5.4.: Formel zur Berechnung, der ans Regal angepassten Behälterhöhen

Unter Berücksichtigung dieser Umstände wurde die Behälterhöhe mit der in Abbildung 5.4 angegebenen Formel approximiert.

### Das Gewicht

Dieses hat, wie schon mehrmals angesprochen, großen Einfluss auf die Ergonomie, sofern nicht Mechanismen angewendet werden, die eine Handhabung des gesamten Behälters vermeiden. Zusätzlich relevant bleibt die technische Einschränkung der maximalen Nutzlast der AiVs von 40 kg.

Es ist davon auszugehen, dass die Behälter vorwiegend intern im Archiv als Lagereinheiten Verwendung finden, jedoch ist nicht auszuschließen, dass sie auch außerhalb als Transportbehältnisse eingesetzt werden. So wäre es möglich, die neu erstellten Proben bereits im Rahmen der Probenherstellung in die Behälter einzusortieren und anschließend

im beladenen Zustand ins Archiv zu bringen. Dieses Szenario basiert auf einem besonders leichten und handlichen Behälter.

### 5.3.2. Variables Produktionsverhältnis beider Probenarten zueinander

Wie in Unterabschnitt 4.1.5 beschrieben, werden beide Probenarten vom selben Präparat in stark variierendem Verhältnis produziert. Diese Schwankungen erschweren eine logistische Optimierung, da nicht mit konstanten Stückzahlen pro Flächeneinheit gerechnet werden kann. Durch den grundlegenden Charakter dieser Problematik reichen ihre Auswirkungen in alle anderen Teilbereiche der Behälterkonstruktion, wie auf den folgenden Seiten genauer erläutert wird.

### 5.3.3. Gesamteffizienz des Regals

Jede zusätzliche Ebene im Regal bedeutet einen Verlust an nutzbarem Raum. Betrachtet man das Regal im Querschnitt, definiert sich ein Overhead als nicht zur Lagerung nutzbare Höhe.

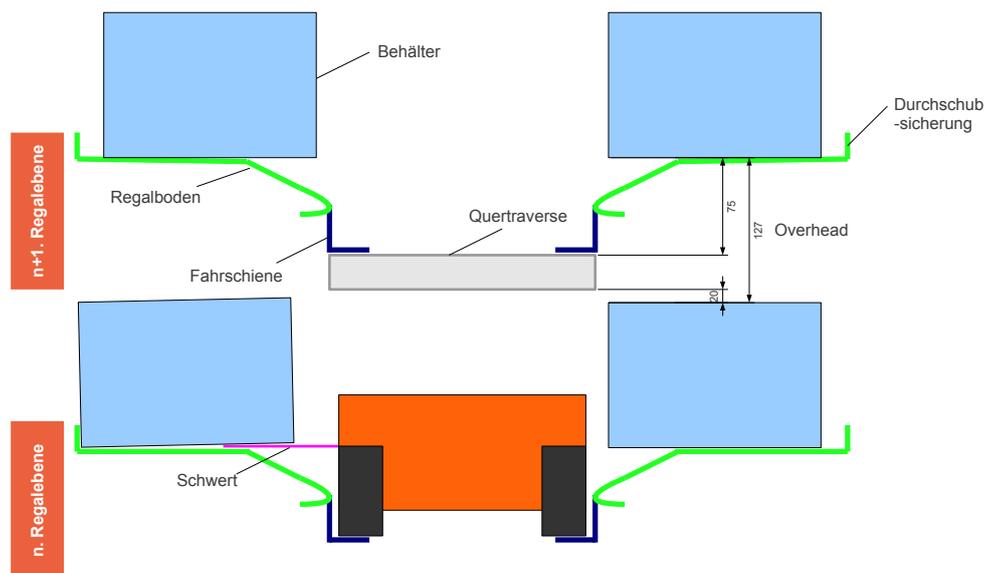


Abbildung 5.5.: Das Regal im Querschnitt zeigt die verschiedenen Komponenten, die für eine Ebene benötigt werden und nutzbare Höhe im Regal belegen.

Abbildung 5.5 veranschaulicht graphisch den minimalen Overhead von 95 mm, der aus der Dicke des Regalbodens (grün), der Tiefe der Fahrschiene (blau) und einem Mindest-

luftpolster<sup>6</sup> von 20 mm zwischen Behälteroberkante und der nächsten Ebene resultiert. Zusätzlich sind in manchen Ebenen sog. „Quertraversen“ notwendig. Dabei handelt es sich um massive Metallträger zur horizontalen Verbindung der Regalsteher, wodurch sich ein Gesamtoverhead von 127 mm ergibt. Unter Berücksichtigung, dass sie jedoch nicht in jeder Ebene, sondern in regelmäßigen Abständen erforderlich sind, kann ein Durchschnittswert pro Regalhöhe errechnet werden.

Je niedriger die Behälterhöhe gewählt wird, umso schlechter fällt das Nutzungsverhältnis aus. Bei der geringsten in Betracht gezogenen Behälterhöhe von 120 mm Außenhöhe, geht durch den Gesamtoverhead bereits mehr Volumen verloren, als für die Lagerung der Waren zur Verfügung steht.

Zur effizienteren Nutzung des Regalvolumens sind somit möglichst wenig Ebenen anzustreben und in weiterer Folge die Behälterhöhe zu erhöhen. Dadurch ergibt sich die Gefahr, dass die oberste Ebene nicht mehr befüllt werden kann und somit der zwischen den Ebenen eingesparte Platz am oberen Ende leer steht. So ist im folgenden Beispiel<sup>7</sup> die geringere Höhe in der Gesamtbetrachtung vorzuziehen:

Bei einer Regalhöhe von 13 Höheneinheiten und einem Verlust von einer Einheit pro Ebene sind bei einer gewählten Behälterhöhe von vier Einheiten insgesamt 2 Lagen möglich. Wählt man eine Behälterhöhe von drei Einheiten können drei Ebenen installiert werden. Im zweiten Fall entstehen neun Einheiten Nutzvolumen, im ersten nur acht. Unter der Annahme, dass der kleinere Behälter die Proben in Relation zu seinem Volumen genauso effizient speichern kann wie der große, ist somit der niedrigere Behälter zu wählen. Abbildung 5.6 veranschaulicht dieses Beispiel graphisch.

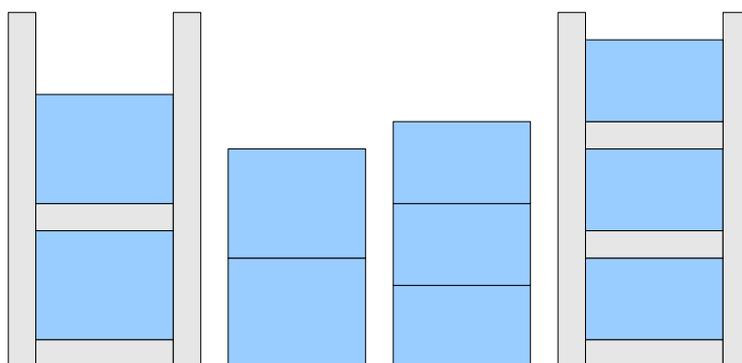


Abbildung 5.6.: Wahl der richtigen Behälterhöhe in der Gesamtbetrachtung

<sup>6</sup> Der Abstand soll ein reibungsloses Auf- und Abladen gewährleisten. Für offene Behälter, also ohne Deckel, ist dieser zu vergrößern, da durch Überfüllung Waren über die Oberkante ragen können.

<sup>7</sup> Die Wahl der Zahlen erfolgte willkürlich.

Diese Problematik lässt sich mit einer *getrennten* Lagerung der Proben leichter bewältigen, da hier in der Regel zwei unterschiedliche Behälterhöhen zur Verfügung stehen. Dieses Szenario könnte unter den selben Bedingungen des vorigen Beispiels mit Ausnahme der Wahl zweier unterschiedlicher Behälterhöhen von 3 HE und 2 HE eine in Abbildung 5.7 gezeigte Konstellation ergeben. Hierbei ist darauf zu achten, dass das Probenverhältnis im Gesamtregal berücksichtigt wird. Sollte dies nicht gewährleistet sein, sind die Kapazitäten für eine Probenart schneller erschöpft als die der jeweils anderen. Sollte hierbei jene Probenart betroffen sein, die in den niedrigeren Behältern gelagert wird, kann dieser Behältertyp einen Teil der noch unbefüllten hohen Behälter ersetzen und dadurch das angestrebte Verhältnis wieder herstellen. Diese Maßnahme verursacht zusätzliche Produktionskosten, lässt die Frage entstehen, was mit den ersetzten Behältern passieren soll, erhöht den Verwaltungsaufwand, weil in jenen Ebenen mit hohem Ebenenabstand beide Behältertypen auftreten können, und minimiert die Auslastung des Regals, da die zusätzlichen niedrigen Behältern im Regal an Positionen stehen, die für die hohen vorgesehen waren. All diese Gründe sprechen dafür, das zu erwartende Probenverhältnis frühzeitig in die Planung mit einzubeziehen.

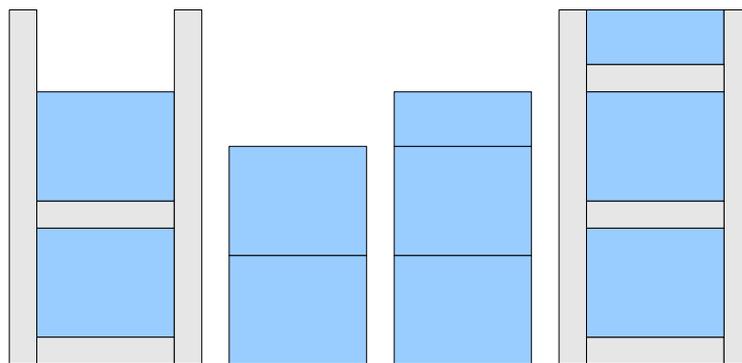


Abbildung 5.7.: Wahl der richtigen Behälterhöhe bei zwei verschiedenen Behälterformaten in der Gesamtbetrachtung

Zusätzlich ist die Behälterhöhe möglichst an das 50 mm-Raster des Regals anzupassen. Im schlimmsten Fall geht neben dem Ebenenoverhead noch zusätzlich eine Höhe von 49 mm pro Ebene verloren. Dieser Fall tritt ein, wenn die gewählte Behälterhöhe nicht an das nächste 50 mm-Intervall angenähert wurde, sondern das vorige 50 mm-Intervall geringfügig überschritten hat. Rechnerisch zeigt sich dieser ungünstige Fall durch einen sehr kleinen Restbetrag bei einer ganzzahligen Division der Behälterhöhe durch 50. Je größer dieser Restbetrag ist, umso besser wurde die Behälterhöhe an den Raster angepasst.

Neben der Kapazitätsoptimierung spricht auch eine Optimierung der Logistik für eine

geringere Ebenenanzahl, da sich dadurch die Wahrscheinlichkeit einer Liftfahrt reduziert. Ein Ebenenwechsel beansprucht Zeit, da zuerst der Weg zum Lift, die eigentliche Liftfahrt und anschließend der endgültige Weg zum Ziel zurückgelegt werden müssen.

#### 5.3.4. Interne Organisation des Behälters

Die im vorigen Unterabschnitt (Gesamteffizienz des Regals) angestellten Überlegungen zum Regal gelten auch in geringerem Maßstab innerhalb des Behälters:

Wird ein Behälter in kleinere Einheiten geteilt, so nimmt mit zunehmender Unterteilung das Verhältnis von Nutzvolumen zu Trennmaterial ab, d.h. es wird zunehmend Platz für die Unterteilungen verwendet, der nicht mehr für die eigentliche Lagerung der Proben zur Verfügung steht. Hier gilt es, einen Mittelweg zwischen handhabbaren Einheiten zur Befriedigung der ergonomischen Anforderungen und geringem Verwaltungsoverhead, um die Kapazität nicht in Mitleidenschaft zu ziehen, zu finden. Außerdem steht die interne Organisation eines Behälters in engem Zusammenhang mit dem Zugriffskonzept und erfordert für eine reibungslose Bedienung eine enge Abstimmung aufeinander.

In Analogie zum Regal wurde eine *ebenenbasierende* Organisationsform, also mehrere Lagen von Proben innerhalb eines Behälters, frühzeitig in Betracht gezogen.

Bei einem Zugriff von oben könnten für eine besonders dichte Lagerung, ähnlich dem Lagerungsprinzip mehrerer Eierkartons, siehe Abbildung 5.8, die Lagen direkt aufeinander gestapelt werden. Diese Variante ermöglicht die Verwendung eines beliebigen Normbehälters, der nur um ein zu konstruierendes Innenleben ergänzt werden müsste. Die Kosten bleiben dabei überschaubar. Der Nachteil macht sich bei Benutzung mehrerer Ebenen bemerkbar, da bei einem Zugriff auf die unteren immer die oberen entnommen werden müssen. Somit sind viele Arbeitsschritte und Platz zur Zwischenlagerung der nicht verwendeten Lagen erforderlich.

Fällt die Wahl auf die kombinierte Behältervariante, ist es empfehlenswert, die Glasschnitte in der untersten Ebene aufzubewahren<sup>8</sup>. Ein Zugriff darauf erzwingt somit jedoch eine Entnahme aller darüber liegenden Lagen mit Paraffinproben. Dadurch wird die Wahrscheinlichkeit, im Arbeitsalltag viele Schichten regelmäßig bewegen zu müssen, weiter erhöht<sup>9</sup>.

Die Umsetzung desselben Ansatzes mit einer Bedienung von vorne weist große Ähnlichkeit zur aktuellen Lagerung in den Archivschränken auf. Die Probenlagen sind wie die Schrankladen herausziehbar oder gänzlich entnehmbar. Hierbei wäre das Einziehen eines Bodens pro Lage sinnvoll, um die unterschiedlichen Schichten unabhängig voneinander entnehmen zu können. Sonst stünden die Einheiten unmittelbar aufeinander, wodurch

<sup>8</sup> Das ergibt einen besseren Schwerpunkt, belastet das Material der untersten Schichten weniger und vermeidet, das schwere Glas bewegen zu müssen.

<sup>9</sup> Der ursprüngliche worst case, ein Zugriff auf die unterste Lage, wird dadurch zum average case, also dem Normalfall, da der Zugriff auf Glasschnitte in etwa gleich wahrscheinlich ist wie jener auf Paraffinblöcke.



Abbildung 5.8.: Stapelbare Verpackung am Beispiel eines Eierkartons

der Zugriff auf die unteren Lagen mühsam wäre<sup>10</sup>. Davon abgesehen scheitert dieser Ansatz an der Handhabung der Glasschnitte, da eine volle Lage ca. 27 kg wiegt und somit nur mit sehr großem Kraftaufwand aus dem Behälter gezogen werden könnte.

Als logische Konsequenz des zu hohen Gewichtes der gesamten Lagen ergibt sich eine Aufteilung in noch kleinere Einheiten. Es würde sich somit eine *matrixartige Untergliederung* (“Zeilen” und “Spalten”) ergeben, die wiederum vertikal oder horizontal bedient werden könnte.

**Matrixartige Organisation mit Zugriff von vorne:** Hier entsprechen die “Zeilen” den Lagen im Behälter und die “Spalten” der weiteren Unterteilung. Diese darf nur auf der Behälterstirnseite erfolgen. Es entstehen dadurch Einheiten in der vollen Länge des Behälters, die, ähnlich wie Schubladen, an beiden Seiten des Behälter herausgezogen bzw. entnommen werden können. An der aktuellen Lagerung der Proben orientierend, könnten diese Einheiten die Form von U-Profil-Schienen besitzen, die zur besseren Stabilität und, wie in Abbildung 5.9 veranschaulicht, um Platz zu sparen zu sog. “Einschieben” zusammengefasst werden könnten. Die Anzahl der Schienen pro Einschub resultiert aus der Abwägung zwischen Strukturoverhead und Handhabbarkeit. Weiters muss die Gliederung auf die verfügbare Breite des Behälters abgestimmt werden. In Analogie zur Gesamtbeurteilung des Regals<sup>11</sup> gilt auch hier: größere Einschübe erhöhen die Wahrscheinlichkeit, dass ein nicht nutzbares Restvolumen zurückbleibt, kleinere verringern das Nutzvolumen.

<sup>10</sup> Das wäre vergleichbar mit dem Wunsch, das unterste Buch eines Bücherstapels lesen zu wollen. Entweder man entfernt die darüber liegenden Exemplare oder man zieht das gewünschte unter den anderen weg. Zweiter Fall würde im übertragenen Sinne Proben und Material auf Dauer sehr beanspruchen.

<sup>11</sup> In Abbildung 5.6 dargestellt.

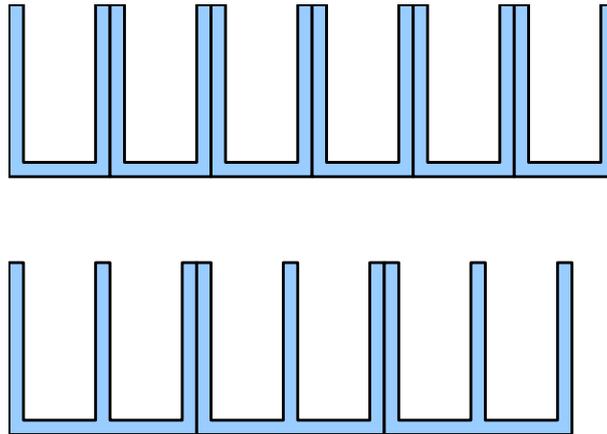


Abbildung 5.9.: Platzersparnis durch Zusammenfassen mehrerer Schienen zu Einschüben

Auf zusätzliche vertikale Trennwände kann verzichtet werden, insbesondere dann, wenn sichergestellt ist, dass der Behälter immer mit vollständiger Anzahl an Einschüben bewegt wird. In diesem Fall halten sich die Einschübe gegenseitig an Ort und Stelle.

**Matrixartige Organisation mit Zugriff von oben:** Hier werden die Einschübe nicht horizontal in den Behälter, sondern vertikal in ein entsprechendes Fachwerk geschoben. Durch die geänderte Orientierung der Einschübe benötigen sie einen Deckel, um zu verhindern, dass Proben herausfallen oder sich verkeilen, während der Einschub ins Fachwerk gesteckt oder davon entnommen wird. Im Gegensatz dazu lagern die Proben liegend, ein vertretbarer Zustand, sofern nicht zu viel Gewicht auf ihnen lastet. Somit benötigen die Einschübe neben den bereits angesprochenen Unterteilungen in Längs- (Schienen) auch einige in Querrichtung (Zwischenstege). Dadurch wird die maximale Anzahl aufeinander liegender Proben auf einen Bruchteil reduziert.

**Vergleich des Overheads:** Die liegende Variante erfordert keine horizontalen Unterteilungen im Behälter, Böden für die vertikale Unterteilung reichen aus. Diese müssen jedoch sehr stabil sein, damit sie sich nicht auf Dauer durchbiegen und auf dem Lagergut der Ebene unterhalb aufliegen.

Die stehende Variante benötigt grundsätzlich ein Fachwerk, damit bei der Entnahme eines Einschubs nicht die benachbarten umfallen. Wenn jeder Einschub, wie in Abbildung 5.10 dargestellt, mit einem Nut- und Federsystem, das ineinander greift, ausgestattet ist, könnte auf das Fachwerk bei einem hohen Befüllungsgrad<sup>12</sup> verzichtet werden. Außerdem erhöhen sich dadurch zwingend die Wandstärken und reduzieren somit die Platzersparnis. Unter der bereits zuvor erwähnten Annahme, dass der Behälter nur bewegt

<sup>12</sup> Bei einer Befüllung in Form eines Schachbrettmusters versagt dieser Mechanismus, da hier keinerlei Einschübe miteinander verbunden werden können.

wird, wenn sich alle Einschübe darin befinden, könnte bei vorsichtiger Entnahme von nur wenigen Einschüben auch das Nut-Feder-System entfallen.

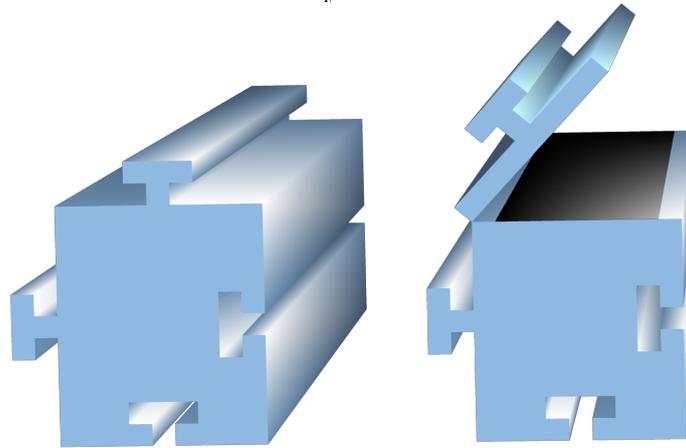


Abbildung 5.10.: Nut und Feder bei stehenden Einschüben. Links geschlossen, rechts mit geöffnetem Deckel.

Alle Unterteilungsvarianten sind sowohl für die getrennte, als auch für die kombinierte Varianten gültig. Gegebenenfalls sind unterschiedliche Einschübe für die beiden Probenarten zu berücksichtigen, deren verschiedene Abmaße die Kombinationsmöglichkeiten vervielfachen und somit Potential für weitere Optimierungen bieten.

### 5.3.5. Orientierung der Proben

Nach der Betrachtung des Regals und des Behälters folgt abschließend noch jene zur Orientierung der Proben innerhalb der Einschübe.

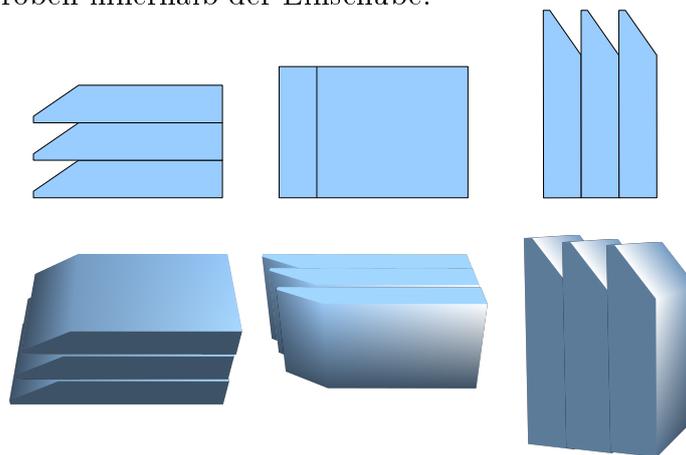


Abbildung 5.11.: Die drei möglichen Ausrichtungen von Proben am Beispiel von Blöcken: aufeinander liegend, hintereinander liegend, stehend

Bisher wurden die Proben stehend gelagert, obwohl grundsätzlich die anderen Ausrichtungen wie in Abbildung 5.11 dargestellt, ebenfalls möglich wären. Wichtig ist, dass die Beschriftung an die letztendlich gewählte Form angepasst wird, damit ein einfaches Auffinden der gesuchten Probe gewährleistet bleibt. Eine solche Anpassung ist sehr aufwendig, da entweder die Druckausrichtung oder die Platzierung des Etiketts verändert werden müsste. Um trotzdem die aufrechte Lagerung beibehalten zu können, wäre, wie zuvor beschrieben, ein geschlossener Einschub notwendig, der in beliebiger Orientierung in die Behälter eingelagert werden könnte.

## 5.4. Berechnungen

Im Rahmen der Konzeption wurden Hochrechnungen zu jedem Ansatz erstellt. Diese sind im Anhang ab Seite 162 zu finden und dienen

- einer Einschätzung der zu erwartenden Kapazität,
- einer Abschätzung des zu erwartenden Gesamtgewichts,
- einer Optimierung des variablen Probenverhältnisses,
- dem Schaffen einer Grundlage für quantitative Vergleiche.

## 5.5. Der Konstruktionsverlauf und die dabei durchlaufenen Meilensteine

Zu Beginn wurden verschiedene Kataloge diverser Hersteller studiert, um einen Überblick über das vorhandene Sortiment zu erhalten und abwägen zu können, in wie weit das Angebot die Anforderungen erfüllen kann, wo deren Mängel liegen und wie eine eventuelle Adaption aussehen könnte.

Es wurde mit dem Archiv der Pathologie Kontakt aufgenommen, um durch einen Lokalausgang einen Eindruck vom zu lagernden Gut zu bekommen und somit die Anforderungen besser konkretisieren zu können. Die dabei erhaltenen Daten ermöglichten grobe Hochrechnung eines ersten Entwurfes und dessen mögliche Kapazitäten.

Dabei handelt es sich um einen Normbehälter mit einer Außenhöhe von 120 mm je Probenart. Der Zugriff erfolgt von oben, auf ein an die unterschiedlichen Probenarten angepasstes Innenleben. Die Glasschnitte werden einlagig stehend und die Paraffinblöcke zweilagig stehend in Schienen<sup>13</sup> gelagert, die sich zur besseren Platzausnutzung über die gesamte Grundfläche erstrecken. Es werden somit keine Einschübe gebildet, sondern nur

<sup>13</sup> Die Schienen sind entweder längs oder quer über den gesamten Behälter angeordnet, je nach höherer Kapazität.

Lagen, die im Falle der Paraffinblöcke direkt aufeinander liegen (siehe Eierkarton, Abbildung 5.8).

Dieses Konzept ist eine direkte Überführung der aktuellen Gegebenheiten im Archiv von den Archivschränken auf die Behälter. Trotz der Schlichtheit bietet es folgende Vorteile:

- Günstige Herstellung, da Standardbehälter verwendet werden können und nur die Einsätze erzeugt werden müssen.
- Geringer Umgewöhnungsaufwand durch die Ähnlichkeit mit dem aktuellen System.

Dem widerspricht der sehr geringe Innovationsgrad, die mäßige Gesamteffizienz, da durch die geringe Behälterhöhe viele Ebenen erforderlich wären, und der relativ schwere Glasbehälter, der durch den Zugriff von oben aus dem Regal genommen werden müsste.

Um einen Maßstab zu erhalten und ein Mindestniveau zu definieren, diente dieser Ansatz anschließend als Referenzmodell.

In weiterer Folge wurden davon verschiedenen Variationen berechnet, um einen ersten Eindruck der verschiedenen Einflussfaktoren und deren Auswirkungen zu erhalten. Die eingangs beschriebenen Rahmenbedingungen nahmen Form an und wurden weiter konkretisiert. Von der anfänglich getrennten Aufbewahrung wurden kombinierte Alternativen mit unterschiedlichen Behälterhöhen und der Kombination verschiedener Probenorientierungen abgeleitet. Nur das Zugriffskonzept von oben und der Versuch einer Adaption wurden beibehalten.

Der Höhepunkt der Optimierung dieses Ansatzes war eine Variante mit den stehenden Einschüben, in Kombination mit einer Ergänzung des Regals durch Rollen oder Ähnlichem. Diese Version zeichnete sich durch hervorragende Lagerdichte und gut handhabbare Einschübe aus. Die benötigten Umbauten am Regal stellten sich jedoch als K.o.-Kriterium heraus.

Das immer wiederkehrende Problem bei allen Entwürfen mit Zugriff von oben war das Gewicht und die Erschwernis den Behälter vom Regal auf die Arbeitsfläche zu heben, um dort mit der Bearbeitung seines Inhalts beginnen zu können. Aus diesem Grund wurde nach und nach die Bedienung von vorne in Betracht gezogen und schrittweise verfeinert. Auch hier wurde zu Beginn eine Adaption und eine Trennung beider Probenarten ins Auge gefasst.

Den Ausgangspunkt hierfür stellte das Produkt "Tablo Fix" der Firma SSI Schäfer [SSI Schäfer-Shop AG 2011] dar. Dabei handelt es sich um einen Behälter mit offener Längsseite in Kombination mit einem modularen Ladensystem. Der Hersteller stellt hierfür Laden in unterschiedlichen Bauhöhen zur Verfügung. Der erhoffte Ansatz war, ein vorhandenes Behältnis ohne große Änderungen mit einem Zugriff von vorne erhalten zu können. Bei genauerer Betrachtung stellte sich dieses Modell aber als unbrauchbar heraus. Durch die offene Behälterbreite ergibt sich ein Zugriff von der Seite, wodurch der Behälter wieder aus dem Regal entnommen werden muss. Zusätzlich war der voll ausgebaute Ladenme-

chanismus sehr teuer und ließ nur eine mäßige Raumausnutzung zu, wodurch die effektive Lagerkapazität in etwa jener des zuvor beschriebenen Referenzmodells entsprach.

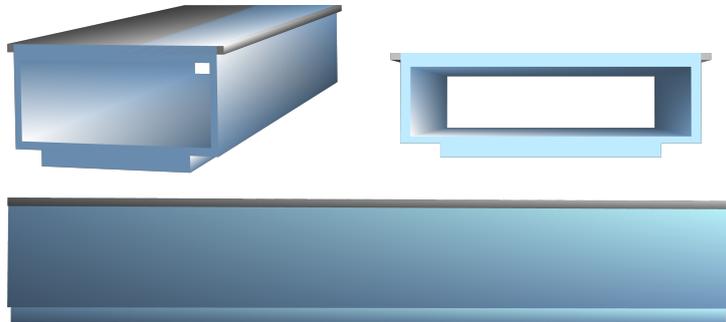


Abbildung 5.12.: Schematische Darstellung des ersten Prototyps

Als Alternative wurde ein erster Prototyp in Eigenregie angefertigt (siehe Abbildung 5.12). Hierfür wurde ein Behälter mit einer Außenhöhe von 120 mm verwendet. Zuerst wurden beiden Stirnseiten mit Hilfe eines Handfräsers entfernt und anschließend ein Standarddeckel mit Schrauben fixiert. Dieser Prototyp sollte zeigen, ob eine Adaption für die Bedienung von vorne sinnvoll ist und die nötige Stabilität, trotz fehlender Flächen erhalten bleibt. Die Ergebnisse waren zufriedenstellend, jedoch schwer auf andere Behälterhöhen übertragbar.

Somit wurde darauf aufbauend ein weiterer Behälter konstruiert, der jedoch nur an einer Stirnseite offen ist. Dieser sollte beide Probenarten beherbergen und eine auf die Vorgaben des Regals abgestimmte Behälterhöhe aufweisen. Hierfür wurde ein Fachwerk entworfen, in das die Einschübe beider Probenarten horizontal eingeführt werden können. Dies bildete die Grundlage für einen weiteren Prototyp (siehe Abbildung 5.13). Er wurde außer Haus angefertigt und eröffnete somit einen ersten Einblick in die Fertigungsqualität und zu erwartenden Preisregionen für eine Adaption eines Normbehälters.

Mit den bisher gesammelten Erkenntnissen wurde die Hauptverhandlung zwischen der YLOG-GmbH und dem LKH-Univ. Klinikum Graz zur endgültigen Festlegung der Behältervariante geführt. Ab diesem Zeitpunkt wurde die Menge der möglichen Kombinationen durch folgende Vorgaben eingeschränkt:

- der Behälter ist beidseitig offen und wird von vorne bedient,
- es handelt sich um eine Neuentwicklung,
- beide Probenarten befinden sich im selben Behälter,
- dieser hat eine maximale Außenhöhe von 240 mm und ist in drei Lagen unterteilt, die unterste beherbergt die Glasschnitte, die beiden oberen die Paraffinblöcke,
- für beide Probenarten wird der selbe Einschub verwendet.



Abbildung 5.13.: Zweiter Prototyp, der die entscheidenden Erkenntnisse für die letztendlich gewählte Variante lieferte.

- Außerdem wurde ein Preis vereinbart, wodurch die vage Vorgabe, “innerhalb eines wirtschaftlich sinnvollen Rahmens” zu bleiben, konkretisiert werden konnte.

Unter diesen Vorgaben konnte die Konzentration auf den neu zu entwerfenden Behälter gelegt werden. Es wurde errechnet, welche Mindestabstände zwischen den Lagen für einen reibungslosen Zugriff benötigt werden und wie sich sowohl die Wandstärken des Behälters bzw. der Einschübe, als auch die Anzahl der Schienen pro Einschübe auf die Kapazität auswirken. Um den optischen Erfordernissen nachzukommen, wurde zusätzlich eine Frontabdeckung entwickelt. Diese schützt den Inhalt des Behälters zusätzlich vor Staub, schließt ihn physisch ab und wirkt dadurch auch fehlerminimierend im Gebrauch. Für den Transport eines Behälters sind überstehende Teile sehr gefährlich, da diese an den Regalstehern anschlagen und dadurch Lagergut, AiV, Regal oder Behälter beschädigen oder zerstören können. Genau diese Situationen sollen durch die Frontabdeckung vermieden werden. Hierfür ist es wichtig, dass der Verschlussmechanismus sowohl robust und intuitiv ist, als auch wenig Spielraum für fehlerhafte Anwendung bietet.

Auf Basis dieses Entwurfs wurde erneut ein Prototyp erzeugt, der das Gesamtkonzept bereits sehr anschaulich vorstellt. Er war das Ergebnis einer von Grund auf neu entworfenen Konstruktion und wurde in Ausführungen mit 6 mm und 8 mm Wandstärke geliefert. Durch eine dünnere Wandstärke konnten statt fünf nun sechs Einschübe pro Lage untergebracht werden. Der Prototyp wurde in einem mehrtägigen Test (aufladen, bewegen,

abladen) auf seine Praxistauglichkeit überprüft. Dabei traten weder im beladenen (simuliert durch entsprechende Gewichte), noch leeren Zustand Probleme auf. Das AiV konnte den Behälter einwandfrei transportieren. Nur im Zusammenhang mit der Blende entstand weiterer Verbesserungsbedarf. Sie bildete den Abschluss des Behälters und war dadurch der Angriffspunkt der Finger des AiVs. Um das dünne Material zu schonen, sollte in der nachfolgenden Variante die Blende leicht in die Behälterfront versenkt werden.



Abbildung 5.14.: Vierter Prototyp: zweite Neukonstruktion mit verbesserter Blende.

Das Ergebnis dieser Erkenntnisse war ein neuer Prototyp, wie in Abbildung 5.14 zu sehen ist. Die Blende war bei diesem Modell gut geschützt, jedoch schwer zu bedienen. Durch den Verschlussmechanismus verkeilte sich die Abdeckung beim Abnehmen, wodurch sowohl Öffnen, als auch Schließen des Behälters sehr mühsam verliefen. Außerdem stellten die glatten Behälteraußenwände ein Problem für das *“recovern”*, ein automatisches Fehlerbehebungsverfahren, dar. Dies ist erforderlich, wenn ein Behälter nicht ordnungsgemäß auf- oder abgeladen werden konnte. Hierbei *“greift”* das AiV mit beiden Fingern in die Vertiefungen und Verstrebungen an den Behälterlängsseiten und kann dadurch dessen Position in Zusammenarbeit mit Vor- und Rückwärtsbewegungen des Schwertes korrigieren.

## 5.6. Der fertige Behälter

Nach zahlreichen zuvor beschriebenen Iterationen kann an dieser Stelle das finale Konzept vorgestellt werden, die zugehörigen Konstruktionsskizzen sind im Anhang ab Seite 170 zu finden. Der Entwurf baut auf die Erkenntnisse der zuvor angeführten Prototypen auf, wird im Folgenden noch einmal kurz zusammengefasst und ist in Abbildung 5.15 zu sehen:

Beim Behälter handelt es sich dabei um eine Neuentwicklung, bestehend aus Kunststoff, der ein Fassungsvermögen von insgesamt 18 Einschüben, je sechs zu drei Lagen, besitzt.

Das Glas wird in der untersten Ebene gelagert, um die Stabilität der Konstruktion nicht über Gebühr zu strapazieren. Der Kunststoffboden jeder Lage wird an beiden Seiten gekantet, wodurch eine "Arretierung" entsteht, die die Einschübe vor einem ungewollten Herausrutschen bewahrt. Eine Längseinteilung der Ebenen, z.B. Führungen für die Einschübe, ist nicht vorgesehen. Um ein Verrutschen der Einschübe innerhalb der Ebene zu verhindern, wird im Falle eines Transports des Behälters empfohlen, Ebenen entweder leer (ohne Einschübe) zu lassen oder vollständig zu beladen. Selbst ein einzelner fehlender Einschub bewirkt, dass der Halt der anderen aus der selben Ebene verloren geht und diese durch Beschleunigungskräfte verrutschen, wodurch die beinhaltenden Proben beschädigt werden könnten.

Die letztendlich festgelegte Behälteraußenhöhe beträgt 240 mm, damit besteht etwas mehr als zwei Zentimeter Luftabstand von der Behälteroberkante zur darüber liegenden Regalebene. Somit wurde das nicht nutzbare Volumen im Regal auf ein Minimum reduziert. Der aktuelle Abstand ist unter anderem erforderlich, weil beim Aufladevorgang die Dicke des Schwertes, das unter den Behälter fährt, noch zusätzlich mitberücksichtigt werden muss. Durch die gewählte Behälterhöhe sind insgesamt sieben Regalebenen möglich und ergeben, auf die Regalhöhe bezogen, eine sehr gute Gesamtraumausnutzung.

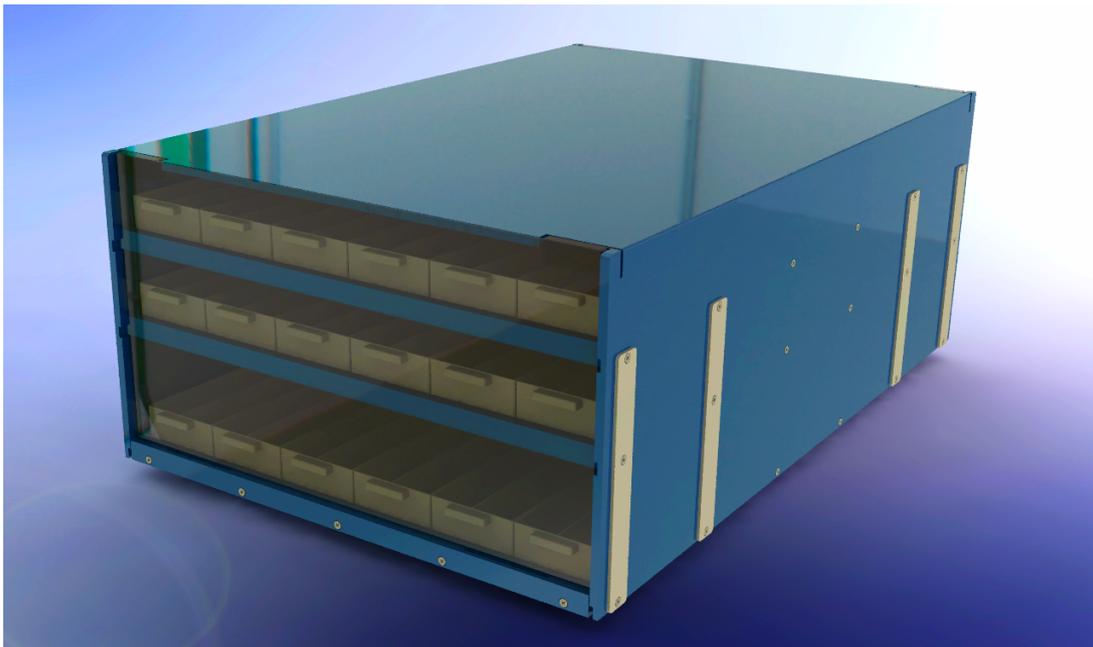


Abbildung 5.15.: Der endgültige Behälterentwurf [Konstruktionsabteilung YLOG]

Die Blende wurde ein letztes Mal überarbeitet. Die Konstruktion<sup>14</sup> gewährleistet eine einfache Bedienung und einen sorglosen Verschlussmechanismus, um die Wahrscheinlich-

<sup>14</sup> Durchgeführt von den Konstrukteuren der Fa. Ylog: DI Milos Vaclav, Alexander Holweg.

keit eines unzureichend oder fehlerhaft verschlossenen Behälters zu minimieren.

Die massive Bodenplatte sorgt zum einen für eine sichere und zentrale Aufnahme auf das Schwert durch das AiV und erhöht zum anderen die mechanische Haltbarkeit. An den Behältermantel werden Stege angebracht, die ein “recover” eines fehlerhaft aufgenommenen Behälters ermöglichen, indem sie den Fingern Halt geben.

Das hohe Gesamtgewicht lässt die Wahrscheinlichkeit, dass ein Behälter manuell aus dem Regal genommen wird und daraus Inkonsistenzen in der Behälterverwaltung entstehen, sinken. Jedoch ist die Belastung des AiVs über die Jahre womöglich höher als in anderen Anlagen.

## 5.7. Die Einschübe

Die Einschübe wurden bis zur Findung eines endgültigen Behälters als Aneinanderreihung mehrerer Schienen mit einer Wandstärke von 2 mm angenommen. Sobald die Maße des Behälters festgelegt waren, wurden die Einschübe daran angepasst. Der erste Entwurf war in Form von Einzelschienen, die einerseits einen sehr instabilen Stand bei voller Beladung mit stehenden Glasproben aufweisen<sup>15</sup>, andererseits ein zusätzlicher Raumverlust durch die abgrenzenden Einschubwände verursachen (siehe Abbildung 5.9). Berechnungen ergaben eine maximale Anzahl von elf Einschüben pro Ebene. Durch den Einsatz von Doppelschienen kann der Raum besser ausgenutzt werden, wodurch insgesamt sechs Doppelschienen pro Ebene möglich sind, einem Kapazitätzuwachs von ca. 9% entsprechend.

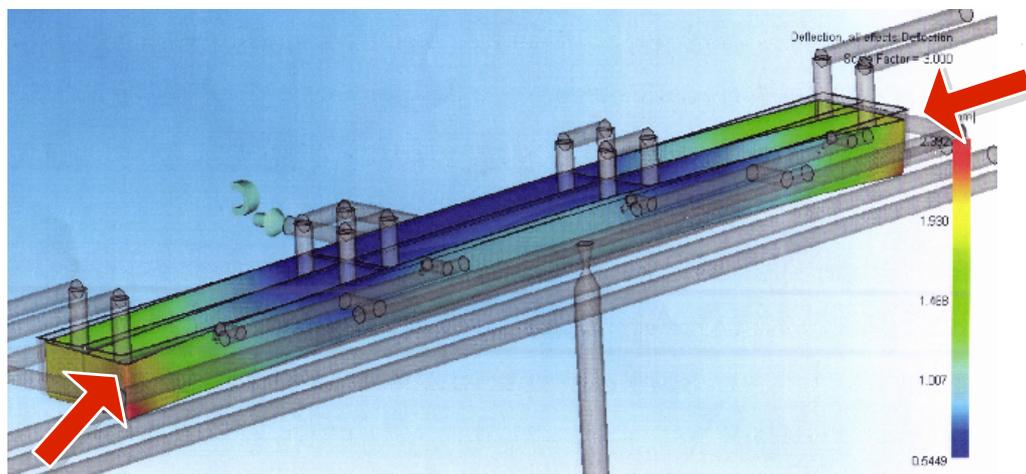


Abbildung 5.16.: Mouldflowstudie der Einschübe: Die roten Pfeile zeigen die Stellen mit zu erwartendem Verzug an. Um den Unterschied zu verdeutlichen, wurde der Verzug in dieser Darstellung in dreifachem Ausmaß dargestellt.

<sup>15</sup> Das Vorgängermodell der aktuell im Archiv verwendeten Doppelschiene bestand ebenfalls aus einer einzelnen Schiene. Der Umgang damit zeigte die Probleme der Standfestigkeit.

Ab diesem Zeitpunkt wurde der Entwurf in einer Mouldflow-Studie, einer Spritzgussimulation, auf seine Realisierbarkeit geprüft. Diese Studie sollte Aufschluss über mögliche Fertigungsrisiken und den zu erwartenden -kosten geben.

Das Ergebnis zeigte eine große Wahrscheinlichkeit eines geringen Verzugs. Es wurde je eine Variante mit vier und acht Anspritzpunkten in Betracht gezogen, wobei die Verwendung ersterer bessere Resultate erwarten ließ. Eine Garantie über die Art und letztendliche Ausprägung des Verzugs konnte trotz Studie nicht eingeholt werden. Die grafische Darstellung der Simulation ist unter Abbildung 5.16 zu sehen. Die roten Bereiche zeigen einen *positiven*<sup>16</sup> Verzug, die blauen einen *negativen*; grün bedeutet ohne Verzug. Durch den negativen Verzug in der Mitte und dem positiven von zwei der vier unteren Ecken ergibt sich eine Wölbung des Einschub nach oben, wobei die den Anspritzpunkten abgewandte Seite stärker betroffen ist als die andere. Durch die Wahl unterschiedlicher Anspritztemperaturen des Kunststoffes und der Kühlung der Form können diese Ergebnisse noch beeinflusst werden. Die ersten hundert Stück der Produktion werden somit mit unterschiedlichen Parametern hergestellt, um die bestmögliche Konfiguration zu finden. Höherwertige Spritzgusswerkzeuge (z.B mittiges Anspritzen in der Bodenplatte) verringern die Wahrscheinlichkeit eines Verzugs, kosten aber deutlich mehr. Nachträgliche Änderungen am Werkzeug können nur teilweise erfolgen (Material abtragen ist möglich, hinzufügen nicht) und erhöhen dann die Entwicklungskosten erneut.

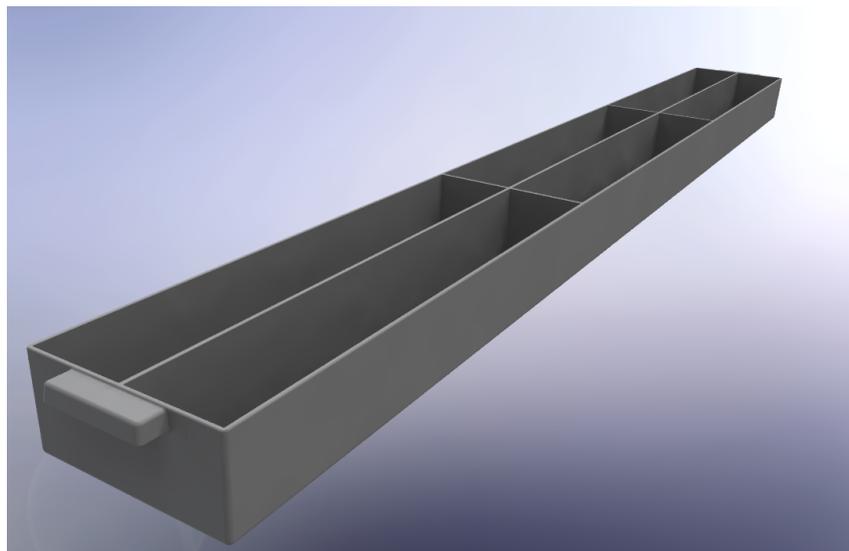


Abbildung 5.17.: Der endgültige Einschubentwurf [Konstruktionsabteilung YLOG]

Der endgültige Entwurf ist in Abbildung 5.17 dargestellt. Zur Erhöhung der Stabilität wurden noch zwei Querstege eingefügt. An beiden Enden befindet sich jeweils ein Griff, mit

<sup>16</sup> Die Begriffe *positiv* oder *negativ* beziehen sich auf die jeweils betrachtete Achse des Koordinatensystems, in das die zu simulierenden Teile eingebettet sind.

dessen Hilfe der Einschub über die Arretierung des Behälter gehoben und herausgezogen werden kann. Sie sind bewusst kurz gehalten, um möglichst wenig Platz zu verschwenden.

## 5.8. Behälterorganisation

Durch die einheitlichen Einschübe sind Proben nicht primär an eine Position im Behälter gebunden. Die Einschübe selber schreiben also nicht vor, an welchem Platz im Behälter welche Probenart zu lagern hat. Um eine dichte Lagerung zu ermöglichen, wurde auf diese Freiheit in den beiden oberen Ebenen des Behälters verzichtet. Diese sind exakt auf die Maße der Paraffinblöcke abgestimmt. Als Resultat können Glasschnitte nur in der untersten Ebene aufbewahrt und, wenn erforderlich, um weitere Paraffinblöcke ergänzt werden.

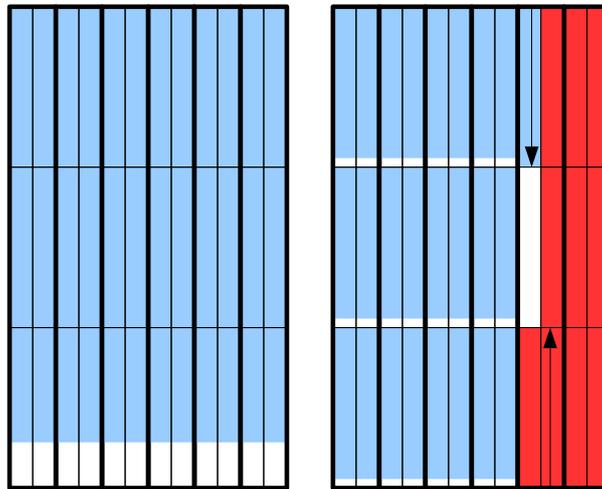


Abbildung 5.18.: Schematische Darstellung der Aufteilung beider Probenarten im Behälter. Blau – GS, Rot – PB, Weiß – Luft (Puffer)  
links: eine vollständig mit Glasschnitten befüllte Lage.  
rechts: eine wahrscheinliche Aufteilung der untersten Ebene. Die Pfeile zeigen die Richtung der Befüllung, beide Probenarten “wachsen aufeinander zu”.

Die Berechnungen <sup>17</sup> ergeben, bezogen auf das Referenzverhältnis (1,91 GS/PB) eine Aufteilung der untersten Lage in vier Einschübe befüllt mit GS und zwei mit PB (siehe Abbildung 5.18 rechts).

Nun stellt sich die Frage, wie flexibel sich der Behälter an das variable Verhältnis der Probenarten anpasst. Um dies zu beantworten, wird zunächst der Fall mit maximaler GS-Beladung betrachtet.

<sup>17</sup> Zu finden im Anhang ab Seite 168.

Wird die unterste Lage des Behälters ausschließlich zur Lagerung von GS verwendet, ergibt sich ein Verhältnis von 3,6. Ein höherer Wert ist nur durch Reduktion der Anzahl von Paraffinblöcken möglich<sup>18</sup>. Das Resultat entspricht jedoch fast dem Doppelten des Jahresdurchschnitts und sollte somit genug Puffer für allfälligen produktionsbedingten GS-Überschuss bieten.

Im anderen Extrem ist der Behälter ausschließlich mit Paraffinblöcken bestückt. Hier kann kein sinnvolles Verhältnis angegeben werden, da durch das gänzliche Fehlen der Glasschnitte eine Division durch Null die Folge wäre. Hierbei ist zu beachten, dass jeder Paraffinblock durch seine geringere Höhe das zur Verfügung stehende Volumen nur in den oberen beiden Lagen bestmöglich ausnutzt. Durch jeden PB in der untersten Lage sinkt somit die Gesamteffizienz der Lagerung.

---

<sup>18</sup> Der Extremwert bestünde in einem kompletten Verzicht auf Paraffinblöcken. Dabei blieben die beiden oberen Ebenen leer. Dieser Fall tritt vermutlich bei sog. *“fragmentierten Behältern”* ein (siehe Abschnitt 6.5.7).

# 6. Prozessdokumentation und -analyse

## 6.1. Die Archivumgebung

Die Wertschöpfung des Archivs besteht aus der Bereitstellung und Organisation von Information in Form von Proben. Wie in Abbildung 6.1 zu sehen ist, werden diese Dienstleistungen von den Bereichen Diagnostik, Forschung und Lehre am LKH-Univ. Klinikum Graz in Anspruch genommen. Vor einem Probeneingang erfolgt immer auch eine Diagnose (Befundung) der erstellten Proben, da dieses Erfordernis der Auslöser für deren Erstellung gewesen ist.

Zusätzlich können externe Ärzte ihre Proben im Archiv einlagern, es werden jedoch keine Proben des eigenen Bestandes verliehen oder verkauft. PatientInnen haben das Recht alle aus ihrem eigenen Gewebe erstellten Proben mitzunehmen. Die restliche Rollenaufteilung lässt zwischen Angestellten der Stmk. Krankenanstaltenges.mbH und der MedUni Graz nicht immer eindeutig unterscheiden, darum wird an dieser Stelle darauf verzichtet.

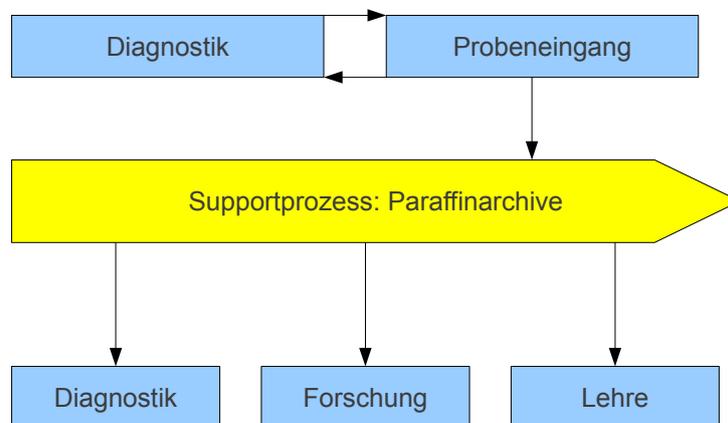


Abbildung 6.1.: Die Rolle des Archivs in seiner Umgebung

## 6.2. Makromodellierung

Wie in Unterunterabschnitt 3.2.2.1 beschrieben, steht das Makromodell im Kontext der strategischen Ausrichtung einer Organisation und geht von einer Neugestaltung der Geschäftsprozesse aus. Da beides jedoch nicht Teil der Aufgabenstellung dieser Arbeit ist und die Automatisierung des Probenarchivs grundsätzlich eher dem Prinzip einer GPO als einem BPR<sup>1</sup> entspricht, liegt der Schwerpunkt in einer detaillierten Auseinandersetzung mit den Abläufen auf der Mikroebene. Die in diesem Abschnitt bereitgestellten Informationen dienen der Vermittlung eines Überblicks der Geschäftsprozesse des Archivs.

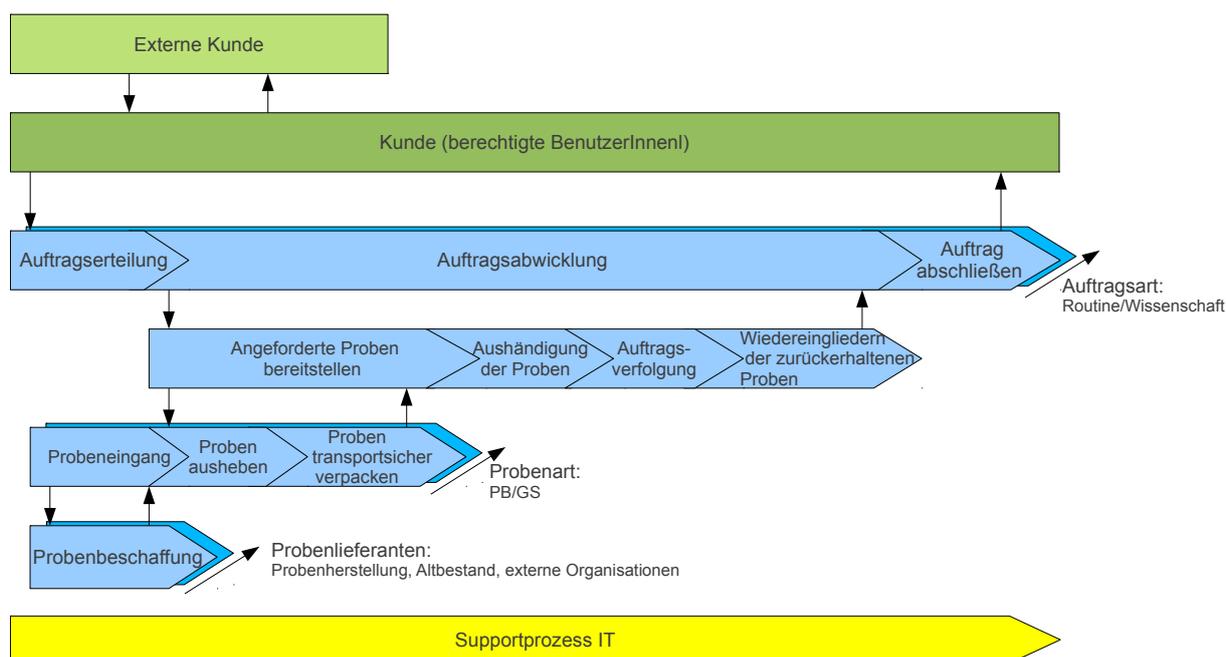


Abbildung 6.2.: Das Makromodell für das Paraffinarchiv der Pathologie

Das Modell wird anhand Abbildung 6.2 erklärt: Der (dunkel-)grüne Balken symbolisiert die Kundschaft des Archivs. Dabei handelt es sich um einen kleinen Kreis von Personen, die von zentraler Stelle berechtigt wurden, eine Entnahme anzufordern. Sollten Externe (hellgrüner Balken) auf Proben zugreifen wollen, erfolgt dies ausschließlich über die zuvor als berechtigt definierten Personen.

Der oberste Prozess der Kaskade dient der Kundenbetreuung, von der Auftragserteilung bis zu deren Abschluss in Form der Bereitstellung der angeforderten Proben. Die dargestellte Segmentierung beruht auf zwei unterschiedlichen Arten von Entnahmeaufträgen entsprechend der Nutzungsszenarien<sup>2</sup>. Routineaufträge umfassen meist wenige Proben,

<sup>1</sup> Siehe Abschnitt 3.3.

<sup>2</sup> Vgl. Unterabschnitt 4.1.4.

sind aber oftmals dringend und somit in kurzer Zeit bereitzustellen. Entnahmen zu Forschungszwecken betreffen in der Regel eine größere Anzahl von Proben, werden jedoch frühzeitig in Auftrag gegeben und stellen dadurch keinen hohen Anspruch an die Abarbeitungsgeschwindigkeit.

Die Auftragsabwicklung als nächste Kaskade ist zuständig für die Bereitstellung der angeforderten Proben und deren Übergaben an die AuftraggeberInnen. Ab diesem Zeitpunkt ist die eigentliche Entnahme beendet, der Auftrag wird jedoch erst mit der Retournierung der Proben abgeschlossen. Die Auftragsverfolgung ist für die Einhaltung von Rückgabefristen etc. verantwortlich. Erst wenn alle Proben des Auftrags wieder vom Archiv übernommen worden sind, kann der Auftrag endgültig abgeschlossen werden.

Die Bereitstellung der Proben beginnt mit der Entnahme aus dem Archiv. Hierbei werden sie einerseits physisch aus dem Lager genommen und andererseits in der zugehörigen Software als entliehen vermerkt. Anschließend werden die Proben noch transportsicher verpackt. Dem vorgelagert befindet sich zwingenderweise der Probeneingang, ohne den kein Probenbestand im Archiv vorhanden wäre. Dieser Prozess wird nach Probenart segmentiert, da Glasschnitte aus anderen Schränken entnommen bzw. in anderen Transportbehältnissen verpackt werden als Paraffinblöcke.

Die letzte Kaskade dient der Probenbeschaffung. Diese ist in den meisten Fällen deckungsgleich mit der Probenherstellung. Ebenso betrifft dies Altbestände oder Proben von externen Organisationen. In der Regel muss hierbei kein Aufwand betrieben werden, da die späteren KundInnen auch die ursprünglichen LieferantInnen sind.

## 6.3. Mikromodellierung – Allgemeines

Nachdem zuvor in der Makromodellierung die strategische Ausrichtung – das “Was” – besprochen wurde, wird in diesem Abschnitt auf die Umsetzung – das “Wie” – erläutert.

### 6.3.1. Die Diagramme

Die Prozesse wurden zuerst graphisch mit Hilfe der EPK-Notation<sup>3</sup> dargestellt. Hierfür wurde der Gesamtprozess zur besseren Darstellung auf mehreren Seiten<sup>4</sup> in Teilprozesse mittels Prozesswegweiser horizontal segmentiert. Ein Teilprozess entspricht hierbei einer thematischen Gruppierung in logisch zusammenhängende Teilbereiche.

Neben dieser horizontalen Segmentierung wurde an manchen Stellen im Diagramm zusätzlich eine vertikale Segmentierung eingeführt. Die betroffenen Funktionen sind, wie im theoretischen Abschnitt<sup>5</sup> behandelt, mit einem Symbol markiert und zusätzlich zur besseren Unterscheidung orange eingefärbt. Die Verfeinerungen werden aufgrund ihres

---

<sup>3</sup> Siehe Unterunterabschnitt 3.2.5.1.

<sup>4</sup> Aufgrund seines Umfangs ist eine Darstellung auf einer einzelnen Seite nicht zielführend.

<sup>5</sup> Siehe Abbildung 3.20.

Umfanges nicht direkt neben der Funktion, sondern auf einer separaten Seite dargestellt, wobei der Name der Funktion mit dem der Verfeinerung übereinstimmt.

Durch die Aufteilung auf mehrere Seiten, sowohl aufgrund der horizontalen Sementierung mittels Teilprozesse als auch der vertikalen in Form der Prozessverfeinerung, wurde zur Wahrung des Überblicks eine “Landkarte”<sup>6</sup> aller beteiligten Komponenten erstellt.

Zu diesem Zweck wurden Elemente der (e)EPK verwendet und adaptiert. Jede Komponente wird als Prozesswegweiser abgebildet und mittels Verbinder und logischen Operatoren in Beziehung zu seinen Vorgänger und Nachfolger gesetzt.

Da die Verfeinerungen *innerhalb* eines Teilprozesses stattfinden, wäre eine Darstellung mit den bisher beschriebenen Mitteln in der Übersicht nicht möglich. Um dort dennoch andeuten zu können wo die verfeinernden Prozesse zum Einsatz kommen und somit einen vollständigen Überblick *aller* Teilkomponenten zu ermöglichen wurde hierfür folgende Konvention eingeführt: Innerhalb der Übersicht sind die Verfeinerungen als orange eingefärbte Prozesswegweiser abgebildet, die mittels neu eingeführten strichlierten Verbindern angebunden werden. Der Pfeil zeigt vom verfeinernden Prozess auf den Teilprozess, in dem sich die zu verfeinernde Funktion befindet. Die beschriebenen Erweiterungen sind in Abbildung 6.3 im linken Feld zu sehen.

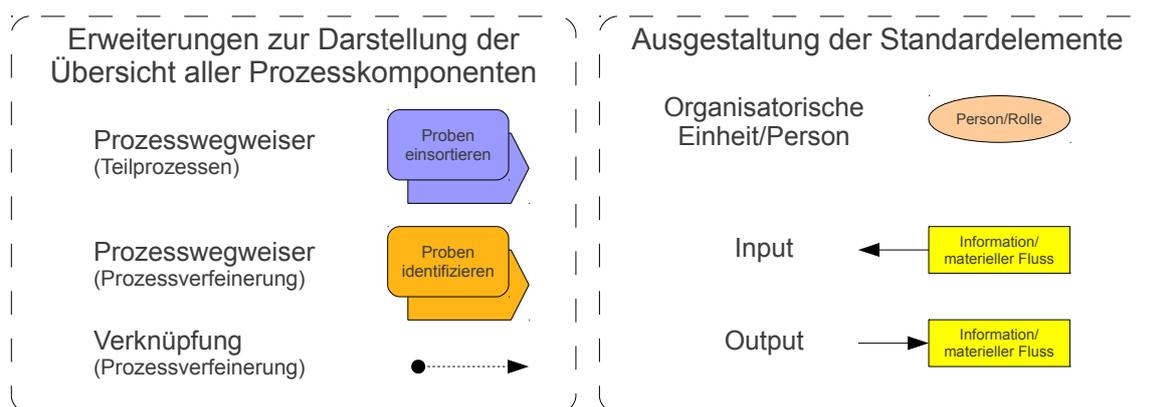


Abbildung 6.3.: Aktuelle Blocktrackingkomponenten

Bei der Erstellung der Diagramme wurde auf eine möglichst vollständige Darstellung Wert gelegt, sodass sie für sich, auch ohne weitere Erläuterungen, verwendbar und verständlich sein sollten. Sie wurden in mehreren Zyklen erstellt und dabei jeweils sowohl erweitert als auch optimiert. Inhaltlich erfolgte in regelmäßigen kurzen Abständen ein Abgleich mit den zuständigen AnsprechpartnerInnen.

Zusätzlich zu den Diagrammen werden die Abläufe im Anschluss textuell erläutert, um neben dem dargestellten Sachverhalt auch Begründungen, Hintergründe und mögliche

<sup>6</sup> Abbildung 6.6 zeigt die Übersicht der Istprozesse und Abbildung D.22 bzw. Abbildung D.21 jene der Sollprozesse.

Alternativen oder weiterführende Optimierungen behandeln zu können. Eine Darstellung letzterer hätte die Abbildungen unnötig verkompliziert und somit die Übersichtlichkeit beeinträchtigt. Zudem hat sich das Einbinden der Grafiken in voller Größe in den Fließtext als den Lesefluss behindernd herausgestellt. Aus diesem Grund wurde in den Fließtext eine Miniaturform der Grafik als Referenz zum zugehörigen Original im Anhang eingebunden.

Zur besseren Unterscheidbarkeit wurden die unterschiedlichen Symbole verschieden eingefärbt (siehe Abbildung 6.3 rechts). Die gelb gekennzeichneten Informationsfelder zeigen an, welcher Input für die Abarbeitung der Funktion erforderlich ist bzw. welcher Output dabei entsteht. In den meisten Fällen wird aus der Formulierung der Funktion ersichtlich, welcher Input benötigt und welcher Output erstellt wird. Da in erster Linie die auszuführenden Tätigkeiten Gegenstand der Modellierungen waren und nicht der Informationsfluss, wurde diese Art von Elementen nur an Stellen eingesetzt, wo sie einen offensichtlichen Informationsgewinn im Diagramm eröffnen. Somit bleibt eine Signalwirkung bestehen und die wesentlichen Informationen können rascher erfasst werden. Um klare Zuständigkeiten zu schaffen bzw. anschließend zu veranschaulichen, wurden alle Funktionen um die betreffenden Rollen in Form von roten Ovalen erweitert.

### 6.3.2. Der Detaillierungsgrad

In Anlehnung an die GoM Unterabschnitt 3.2.6 wurden die Prozesse generell so abstrakt wie möglich und so konkret wie nötig veranschaulicht. Mit anderen Worten: ausgehend vom Groben wurden die Schritte erst verfeinert, wenn dazu Bedarf bestand. Der gewählte Detaillierungsgrad soll sicherstellen, dass

- implizites Wissen der aktuellen Prozesse verdeutlicht wird.
- eine möglichst genaue Vorstellung von den zukünftigen Abläufen entsteht, um mögliche Stolpersteine zu finden. Diese Abläufe sind als Use-Cases für die GUI-Konzeption und bei der Erstellung eines Pflichtenheftes zur Definition der Schnittstellen hilfreich.
- Feinheiten zwischen den Prozessen herausgearbeitet werden können. Dies ist wichtig für einen Soll-Ist-Vergleich.

Um den Rahmen des sinnvoll Darstellbaren nicht zu strapazieren, wurde bewusst auf sehr selten auftretende Spezialfälle verzichtet. Diese werden textuell als Ausnahmen oder Varianten beschrieben. Auf generelle Ausnahmefälle wie Brand, Stromausfall, Systemabsturz usw. wird ebenfalls nicht eingegangen.

## 6.4. Mikromodellierung – Istprozesse

In diesem Abschnitt wurden die momentan stattfindenden Abläufe im Archiv dokumentiert. Sie beherbergen das aktuelle Prozess-Know-How und waren hilfreich, einen Überblick der aktuellen Situation mit allen systemischen Einschränkungen zu erhalten. Die in Abschnitt 6.5 beschriebenen Sollprozesse haben von diesen Informationen profitiert. Die modellierten Abläufe sind:

- die Probenherstellung
- der Probeneingang
- die Entnahme von Proben

Bevor diese im Detail beschrieben werden, folgen Informationen zur aktuellen Verwaltung des Probenbestandes per Software.

### 6.4.1. Blocktracking

Noch bis vor einigen Jahren fand die gesamte Verwaltung der Proben mittels Entnahmescheine in Papierform statt. Dieser Weg ist in Ausnahmefällen auch heute noch gangbar, wird aber, sofern möglich, vermieden, da durch diese Zweigleisigkeit ein Mehraufwand verursacht wird. Die bevorzugte Alternative dazu stellt das *“Blocktracking”* dar. Dabei handelt es sich um eine von der MedUni Graz selbst entwickelte Softwarelösung mit den in Abbildung 6.4 abgebildeten Komponenten. Den Kern bildet eine Datenbank, die Daten über den aktuellen Probenbestand und die erstellten Entnahmeanfragen beinhaltet. Diese Datenbank besteht seit Mitte 2006 und hat alle digital beauftragten Entnahmen seither *“getrackt”*, also erfasst und überwacht. Das hat zum einen den Vorteil, einen Überblick über aktuell entlehnte Proben zu haben und wenn nötig eine Erinnerung aussenden zu können, falls eine vereinbarte Frist zur Retournierung verstrichen ist, und andererseits kann somit eine *“on demand”* Bestandsaufnahme erfolgen. Die Aufträge in Papierform erhalten eine eigene Auftragsnummer und werden in einem Ordner abgelegt, aber nicht mit dem Blocktracking synchronisiert. Bisher gab es keine Überprüfung des Probeneingangs, also keine Dokumentation über den tatsächlich vorhandenen Probenbestand. Im Rahmen einer Probenentnahme erfolgt die Bestandsaufnahme automatisch on demand. Wurde eine noch nicht erfasste Probe *“erfolgreich”* entnommen, ist sie ab diesem Zeitpunkt dem System bekannt. Im Rahmen der kürzlich erfolgten Einführung von Blocktracking II erfolgt eine laufende Inventur aller Parffinblöcke beim Probeneingang. Hierfür werden alle im Archiv entgegengenommenen Blöcke im Blocktracking mittels Blocktracking-Client erfasst. Dieser zeigt eine Liste der erzeugten, noch nicht bestätigten Blöcke an und bietet die Möglichkeit, per Mausklick eine Auswahl der tatsächlich eingegangenen zu treffen. Somit soll mit Blocktracking II eine lückenlose Erfassung aller angelieferten Blöcke erfolgen. Für Schnitte ist dieses Prozedere aktuell nicht vorgesehen.

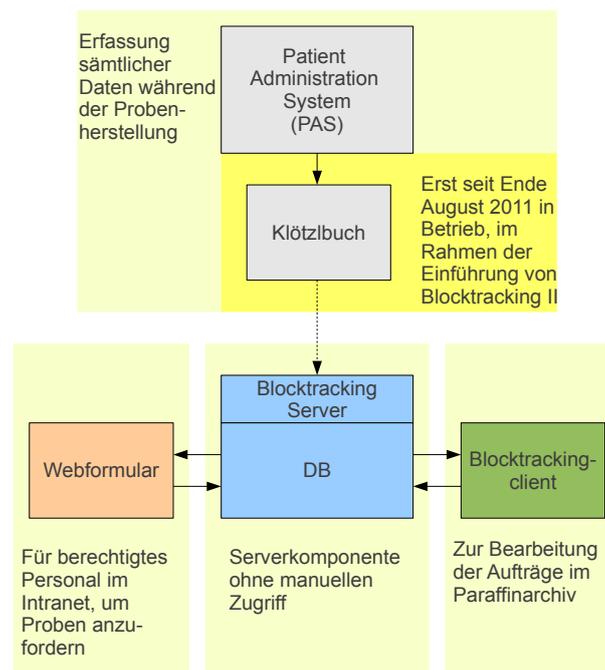


Abbildung 6.4.: Aktuelle Blocktrackingkomponenten

Die Liste aller erstellten Blöcke stellt das sogenannte “Klötzlbuch” dar. Es handelt sich dabei um eine CSV-Datei, die täglich aus dem *Patient Administration System* – kurz PAS – exportiert wird. Das PAS beinhaltet alle während der Herstellung der Probe anfallenden Daten, so auch Diktate der PathologInnen, die bspw. ihre Auswahl der Makroproben dokumentieren und begründen. Aus dieser Summe an Informationen werden die relevanten einmal täglich ins Klötzlbuch geschrieben. Dieses wird daraufhin durch einen Cron-Job vom Blocktracking-Server eingelesen und in die Datenbank übernommen.

Eine Probe wird im Blocktracking durch ihre Histonummer identifiziert, eine genauere Untergliederung erfolgt nicht. Zusätzlich wird noch die Anzahl der entnommenen Proben angegeben. Es kann also nicht eindeutig festgestellt werden, welcher Block oder welche Schnitte einer angeforderten Histonummer entliehen wurden, nur wieviele davon. Neben den Proben werden auch die Entnahmeanträge im Blocktracking erfasst und verwaltet.

Zur Erstellung dieser Aufträge wird ein Webformular, wie es in Abbildung 6.5 zu sehen ist, im Intranet angeboten. Auf dieses kann nur von berechtigten Personen zugegriffen werden. Die Verifizierung erfolgt mittels des Benutzeraccounts des Arbeitsplatzrechners. Es erfolgt also keine Anmeldung am Webformular, sondern nur am Rechner per Windowsdomäne. Das Formular ermöglicht die Eingabe der erwünschten Proben (genauer, deren Histonummern) und den Zweck der Entnahme. Der Zweck kann entweder wissenschaftlicher oder routinemäßiger Natur sein. Im ersten Fall sind meist größere Mengen erforderlich, diese sind jedoch selten sehr zeitkritisch zu bearbeiten. Im zweiten Fall sind



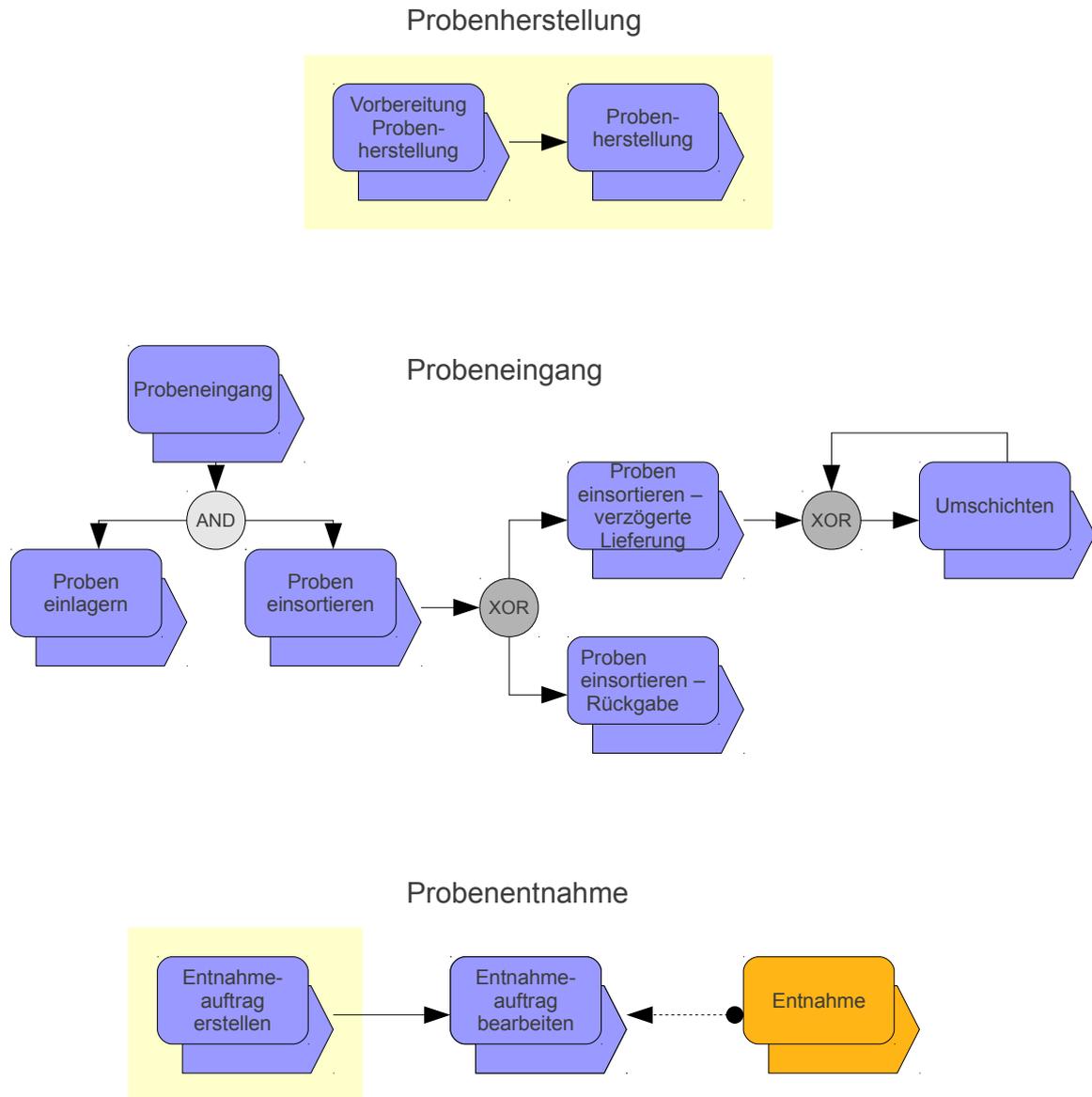


Abbildung 6.6.: Übersicht aller Komponenten der aktuellen Istprozesse: Probenherstellung, Probeneingang, Entnahme

- Probenherstellung
  - Vorbereitung Probenherstellung: zeigt welche Schritte notwendig sind, um überhaupt mit der Erstellung der Probe beginnen zu können.
  - Probenherstellung: behandelt die eigentliche Herstellung der beiden Probenarten.
- Probeneingang
  - Probeneingang: beschreibt, wie die verschiedenen Proben ins Archiv gelangen.
  - Proben einlagern: erklärt das Vorgehen zur Einlagerung neu angelieferter Proben.
  - Proben einsortieren – verzögerte Lieferung: behandelt die Situation, wenn die Proben aus verschiedenen Gründen Proben erst verspätet, also nicht in nach Herstellungsdatum chronologisch richtiger Reihenfolge im Archiv ankommen. Da der Zeitpunkt der Erzeugung auch indirekt die Histonummer festlegt, müssen diese Proben, um die Sortierung aufrecht zu erhalten, zu den entsprechenden zuvor erzeugten Proben einsortiert werden. Dabei können Platzprobleme auftreten, die im folgenden Punkt “Umschichten” behandelt werden.
  - Umschichten: erläutert, wie beim Lösen eines Platzproblems vorgegangen wird.
  - Proben einsortieren – Rückgabe: bezieht sich auf entnommene Proben, die zurückgegeben wurden und wieder an ihren ursprünglichen Platz einsortiert werden müssen.
- Entnahme von Proben
  - Entnahmeantrag erstellen: Dieser Schritt ist die Voraussetzung für eine Entnahme, da hier der zugehörige Auftrag durch berechtigtes Personal erst erstellt wird. Aus Gründen der Nachvollziehbarkeit erfolgt keine Entnahme ohne zugehörigem Auftrag.
  - Entnahmeantrag erhalten: leitet die eigentliche Entnahme ein
  - Entnahme: zeigt die physische Probenentnahme.

### 6.4.3. Die Probenherstellung

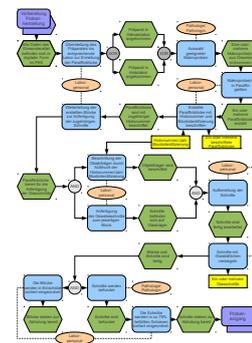
Sie ist der Ausgangspunkt und sowohl für das Verständnis der weiteren Abläufe wichtig, als auch im Rahmen einer ganzheitlichen Betrachtung notwendig.

### Vorbereitung Probenherstellung:

Dieser Prozess beginnt schon vor der Entnahme des Gewebes. In bestimmten Fällen ist es erforderlich, während der Operation eine Überprüfung des entfernten Gewebes durchzuführen, weil währenddessen z.B. metastasierendes Gewebe nicht immer eindeutig von gesundem zu unterscheiden ist. Da jedoch der Eingriff nur langfristig erfolgreich sein kann wenn das gesamte Geschwür entfernt wird, muss dies im Sinne des Patienten bzw. der Patientin sichergestellt werden. Um nicht prophylaktisch mehr zu entfernen als nötig ist und dadurch den Genesungsprozess zu erschweren, wird das entnommene Gewebe noch während der Operation am Institut für Pathologie untersucht und Rückmeldung erstattet. So kann gegebenenfalls noch weiteres krankes Gewebe entfernt werden. Zur Durchführung dieser Untersuchungen werden Proben angelegt, die als *“Schnellschnitt”* bezeichnet werden. Aufgrund der Dringlichkeit werden diese Proben bevorzugt behandelt. Da diese Operationen bereits im Voraus bekannt sind, wird die Pathologie zuvor benachrichtigt, um die Untersuchung zum vereinbarten Zeitpunkt möglichst rasch durchführen zu können.

Abgesehen von den Schnellschnitten wird auch jedes routinemäßig entnommene Gewebe in die Pathologie geliefert, im Normalfall bereits in Formalin<sup>7</sup> eingelegt.

Nach der Gewebeentnahme wird ein Einsendezettel ausgefüllt, der Auskunft über das Gewebe, die erwünschten Untersuchungen und über PatientInnen Daten gibt. Beide werden am Institut für Pathologie abgegeben, wo das Präparat seine Histonummer zugewiesen bekommt. Bei aufwendigeren Operationen kann es auch vorkommen, dass mehrere Histonummern für einen Fall vergeben werden. Die Histonummer wird in barcodierter Form auf den Einsendezettel geklebt und somit die Verbindung zur PatientInnenakte hergestellt. Schnellschnitt-Aufträge werden an dieser Stelle bevorzugt behandelt, also auf schnellstem Wege erstellt und sofort befundet. Je nach Resultat muss entweder noch eine Iteration durchlaufen werden, von der Gewebenentnahme bis zum Befund des nächsten Schnellschnittes, oder das Ausmaß war in Ordnung und die Operation wird abgeschlossen. Da durch die Dringlichkeit keine ausreichende Konservierung des Gewebes erfolgen konnte, wird es vor einer weiteren Verarbeitung noch für mindestens acht Stunden in Formalin eingelegt werden. Routineentnahmen werden meist in Formalin eingelegt geliefert und anschließend ebenfalls für dieselbe Dauer zwischengelagert. Danach kann davon ausgegangen werden, dass das zu verarbeitende Gewebe ausreichend konserviert, desinfiziert und bereit zur Anfertigung der Blöcke und Schnitte ist. Alle relevanten Daten vom Einsendezettel müssen noch in das PAS übernommen werden. Dies erfolgt im Sekretariat. Das PAS speichert alle während der Probenherstellung anfallenden Daten in Form von Ein-



Siehe Anhang  
Abbildung D.2

<sup>7</sup> Formalin ist eine Flüssigkeit zur Desinfektion und zeitweiligen Konservierung von Gewebe.

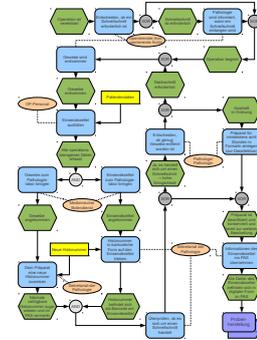
gaben, Diktaten und sonstigen Dokumenten. Es dient der Dokumentation und verknüpft personenbezogene Daten mit den Proben – es beinhaltet also sensible Daten.

### Probenherstellung:

Zur Erstellung der Paraffinblöcke wird das Präparat in die entsprechenden Labore überstellt. Im Normalfall findet eine Bearbeitung im histologischen Labor statt. Knochenpräparate werden im hämatologischen verarbeitet.<sup>8</sup>

Zu Beginn wird das Präparat makroskopisch untersucht und eine Vorauswahl des zur weiteren Untersuchung notwendigen Gewebes getroffen. Diese werden als kleine Würfelchen mit einer ungefähren Kantenlänge von 5 mm aus dem Gewebe entnommen. Sie werden im nächsten Schritt zusammen mit der Kunststoffkapsel in Wachs gegossen und stellen so einen fertigen Paraffinblock dar. Für ein Präparat können mehrere Makroproben entnommen werden und so in weiterer Folge zu einer Histonummer mehrere Blöcke entstehen. Nach der Fertigstellung werden sie noch mit Histonummer, Jahr und Blockkürzel bedruckt. Das Kürzel besteht aus einer alphanumerischen Kombination, die jeden Block eindeutig identifiziert und Aufschluss über das Präparat gibt: z.B. bedeutet *TU1*: erster Block eines Tumorgewebes. Ist das Wachs ausgehärtet, werden die Blöcke zur Anfertigung der Objektträger weitergeleitet.

Die Objektträger werden mit der Histonummer, dem Jahr und dem Blockkürzel bedruckt. Es kann also eine eindeutige Zuordnung eines Schnittes zu einem Block erfolgen. Die Schnitte werden ebenfalls durchnummeriert und sind somit voneinander unterscheidbar. Zur Anfertigung der Schnitte wird der Paraffinblock gekühlt und in eine Vorrichtung eingespannt, die anschließend in hauchdünnen Scheiben Schicht für Schicht vom Block abträgt. Zu Beginn bestehen diese Schichten noch großteils aus Wachs, bis nach mehreren Durchläufen das Gewebe zum Vorschein kommt. Ab diesem Zeitpunkt werden die abgeschnittenen Gewebeschnitte in einem Wasserbad aufgefangen und von dort auf den Objektträger übertragen. Anschließend wird der Objektträger zur Finalisierung weitergeleitet, die vollautomatisch erfolgt. Dabei wird das Präparat eingefärbt und von Paraffinresten befreit. Den Abschluss bildet die Versiegelung durch ein dünnes Glasblättchen. Ab diesem Zeitpunkt sind die Glasschnitte fertig und zur Befundung bereit. Dies kann von Fall zu Fall unterschiedlich lange dauern und erklärt den häufigsten Fall von verzögerten Lieferungen, bei denen es sich also fast ausschließlich um Glasschnitte handelt. Nach der Befundung werden sie in Doppelschienen einsortiert und stehen zur Abholung durch das Archivpersonal bereit.



Siehe Anhang  
Abbildung D.3

<sup>8</sup> In beiden Laboren finden die selben Abläufe statt, sie werden lediglich mit unterschiedlichen Instrumenten durchgeführt, weshalb im Diagramm der weitere Verlauf wieder zusammengeführt wird.

Die Paraffinblöcke werden nach der Herstellung der Glasschnitte in die zugehörigen Fünferschienen einsortiert, werden also nicht mehr benötigt und können daher vom Archivpersonal abgeholt werden. Beim Einsortieren wird immer etwas Platz gelassen, um dem Problem der nachträglich einzusortierenden Proben frühzeitig zu begegnen.

Das Ausgangsgewebe wird zur Sicherheit noch einige Wochen in Formalin aufbewahrt. Sollte sich bei den Untersuchungen herausstellen, dass noch weitere Proben erforderlich sind, kann in dieser Zeit noch darauf zugegriffen und neue Blöcke erstellt werden.

#### 6.4.4. Der Probeneingang

Dieser essentielle Prozess im Archiv ist das logische Zwischenglied von Probenherstellung und -entnahme.

##### Probeneingang:

In regelmäßigen Abständen werden die produzierten Proben vom Archivpersonal in den jeweiligen Labors abgeholt. Der Großteil fällt hierbei beim Histologischen an, dieser wird im Anschluss “eingelagert”. Die terminologische Differenzierung zwischen “einlagern” und “einsortieren” wurde im Rahmen dieser Arbeit willkürlich gewählt. Sie soll die Unterscheidung verdeutlichen, ob die einzulagernden Proben in leere Behältnisse kommen oder ob sie in einen bereits vorhandenen Bestand einsortiert werden müssen.

Zusätzlich zu den neu hergestellten Proben werden auch die zurückzugebenden eingesammelt. Der Ort der Abholung wird meist zuvor telefonisch bekannt gegeben.

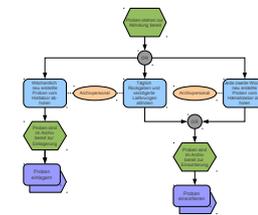
Die Zeitintervalle variieren dabei. Die Routineproduktion wird einmal pro Woche abgearbeitet. Die des Hämatolabors durch die wesentlich geringeren Stückzahlen nur alle zwei Wochen. Die einzusortierenden Proben aus Rückgaben und die verzögerten Fertigstellungen werden täglich bearbeitet.

##### Proben einlagern:

Dieser Fall behandelt den Großteil des Probeneingangs, jenen der Neuproben aus dem Histolabor. Diese wurden bereits vor Ort vom Laborpersonal vorsortiert in die Schienen eingeordnet, wobei speziell bei den Schnitten der Füllgrad eine Marke von ungefähr 75% nicht überschreitet.

Mit dem Start von Blocktracking II wurde eine laufende Inventur der Blöcke eingeführt. Somit ist jeder Block mit seiner Ankunft im Archiv als “eingegangen” zu bestätigen.

Sind alle Blöcke im System erfasst, wird jene Lade gesucht, in die die neuen Proben einzulagern sind. Die Archivierung erfolgt nach Jahren sortiert von einem Archivschrank



Siehe Anhang  
Abbildung D.4



**Proben einsortieren:**

Sind Proben im Archiv einzusortieren, ist die dafür benötigte Lade an den darauf vermerkten Intervall der Histonummern beinhaltenden Proben erkennbar.

Wurde die entsprechende Lade gefunden und geöffnet, wird ein sog. *“Platzhalterzettel”* gesucht. Dieser wird bei einer Entnahme hergestellt und dient als Substitut der entnommenen Proben. Darauf ist vermerkt

- welche Proben (Histonummer und – bei Altbestand – ggf. Anzahl ohne eindeutiger Identifizierung der Blöcke/Schnitte)
- wann
- an wen

vergeben wurden. Ein Auffinden eines solchen Zettels an Stelle der erwarteten Probe bedeutet, dass sie entlehnt war und wieder eingeordnet wird. Ist kein Zettel vorhanden, handelt es sich bei der Probe um eine verzögerte Lieferung.

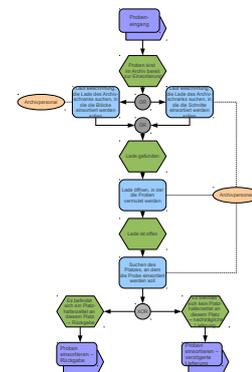
**Proben einsortieren – verzögerte Lieferung:**

Wie erwähnt, ist die unterschiedlich lange Befundung der Schnitte der Hauptgrund, warum Glasschnitte nach ihrer Erzeugung erst nach mehreren Wochen und teilweise nicht entsprechend der Chronologie ihrer Produktion ins Archiv gelangen.

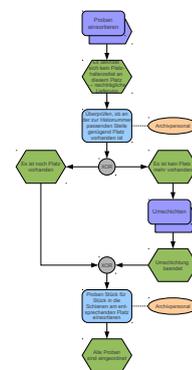
Es kann auch vorkommen, dass ein mehrere Jahre alter Block aus den Archivbestand entnommen wird, um daraus weitere Schnitte anfertigen zu lassen. Die Gründe dafür sind vielfältig:

- es werden quantitativ mehr Schnitte zu Forschungszwecken benötigt,
- die Schnitte werden anders aufbereitet (z.B. Färbung), um durch neuere Verfahren bessere Ergebnisse erzielen zu können oder
- sie sind zuvor zu Bruch gegangen und müssen reproduziert werden.

Die erstellten Schnitte werden anschließend, nach deren Gebrauch wieder im Archiv untergebracht. Sie erhalten bei ihrer Erzeugung dieselbe Histonummer bzw. dasselbe Jahr



Siehe Anhang  
Abbildung D.6



Siehe Anhang  
Abbildung D.7

zugeordnet, wie der Block aus dem sie erzeugt wurden, da sie diesem Fall zugehörig sind. Für das Archiv bedeutet das: diese Schnitte müssen, um die Sortierung aufrecht erhalten zu können, zu den bereits bestehenden Schnitten dieses Blocks einsortiert werden und entsprechen somit einer “verzögerten Lieferung”. Je nach Anzahl der Neuanfertigungen kann dies zu Platzmangel führen.

Ähnliches gilt für die Blöcke aus dem Hämatolabor. Auch diese kommen aufgrund des längeren Abholintervall verspätet zu den übrigen Blöcken. Nachdem das ursprüngliche Gewebe entsorgt wurde, können jedoch keine weiteren Blöcke mehr erstellt werden, womit bei dieser Probenart die Wahrscheinlichkeit einer verzögerten Lieferung nach einigen Wochen sehr gering ist.

Wurde kein Platzhalterzettel gefunden, handelt es sich um einen der eben beschriebenen Fälle. Sofern genügend Raum vorhanden ist, werden die Proben am ihren Histonummern entsprechenden Platz einsortiert. Ist dies nicht möglich, müssen nachgelagerte Proben in eine der nächsten Schienen umgeschichtet werden.

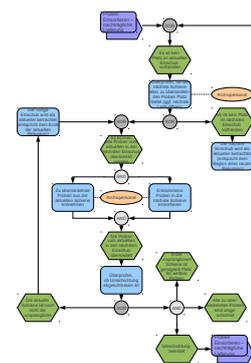
### Umschichten:

Beim Umschichten werden alle Proben zwischen der betroffenen Stelle, an der die einzusortierenden Proben mehr Platz benötigen, bis zu der Schiene, die genügend davon bietet, nachgereiht.

Zur Veranschaulichung wurde ein rekursiver Ansatz gewählt. Mit den formalen Mitteln der (e)EPK ist eine rekursive Darstellung eines Prozesses nicht oder nur schwer möglich. Aus diesem Grund wurde der rekursive Ansatz nur schematisch dargestellt, wodurch der Syntax der EPK nicht vollständig entsprochen wird (siehe Anhang Abbildung D.8). Eine syntaktisch richtige (iterative) Modellierung ist auf der darauf folgenden Seite des Anhangs zu finden: Abbildung D.9. Der (rekursive) Ablauf umfasst folgende Schritte:

Es wird eine Schiene mit genügend Platz für alle einzusortierenden Proben gesucht. Solange die nächste diese Forderung nicht erfüllt, wird eine neue Rekursionsebene aufgebaut. Das Rekursionsende ist erreicht, wenn eine entsprechende Schiene gefunden wurde. Mit dem Abbauen der Rekursionsebenen erfolgt abschließend das eigentliche Umschichten der Proben.

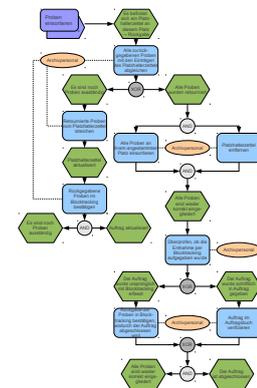
Die Rekursionstiefe beträgt meist nur eins, da die Proben in keiner Schiene zu 100% dicht gelagert werden und eine Verdichtung der Proben im aktuellen Einschub im Normalfall ausreichend ist.



Siehe Anhang  
Abbildung D.9

### Proben einsortieren – Rückgabe:

Wurde ein Platzhalterzettel am vermuteten Platz gefunden, werden darauf als entnommen vermerkte Proben mit jenen abgeglichen, die wieder einsortiert werden sollen. Sind alle retourniert worden, kann der Platzhalterzettel entfernt und entsorgt werden. Wurde nur ein Teil zurückgegeben, bleibt er bestehen, wird aber durch das Streichen der retournierten Proben aktualisiert. Da der Platz bereits vor der Entnahme der Proben von ihnen belegt war, sollten sich hier beim Einsortieren keine Platzprobleme ergeben<sup>9</sup>. Die zurückgegebenen Proben werden im Blocktracking als “retourniert” vermerkt.



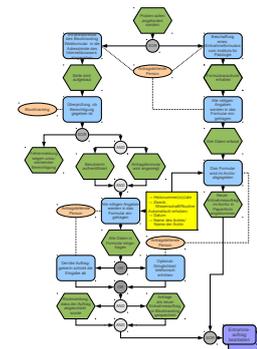
Siehe Anhang  
Abbildung D.10

### 6.4.5. Die Probenentnahme

Sie stellt die eigentliche Kundeninteraktion dar. Hier findet die primäre Leistungserbringung, die Bereitstellung der Information in Form von Proben, statt.

#### Entnahmeauftrag erstellen:

Es bestehen zwei Möglichkeiten, Proben aus dem Archiv anzufordern. Die gängigere Variante ist, wie bereits in Unterabschnitt 6.4.1 beschrieben, mittels eines Webformulars im Intranet (siehe Abbildung 6.5). Neben den erwünschten Proben, durch Histonnummer und Jahr gekennzeichnet, kann auch der Zweck der Entnahme angegeben werden (siehe Nutzungsszenarien unter Unterabschnitt 4.1.4). Zusätzlich wird das Auftragsdatum und die Identität der anfordernden Person automatisch erhoben. Werden diese Daten vom Benutzer oder der Benutzerin abgesendet, wird im Blocktracking ein neuer entsprechender Entnahmeauftrag erstellt. Ein zusätzlicher Telefonanruf kann erfolgen, um die Dringlichkeit der Bearbeitung zu erhöhen oder um die benötigten Proben einzuschränken. Denn durch das grobe Auswahlkriterium “Histonnummer” würden sonst alle ihr zugehörigen Proben entnommen werden, oftmals reichen jedoch z.B. die Glasschnitte aus.



Siehe Anhang  
Abbildung D.11

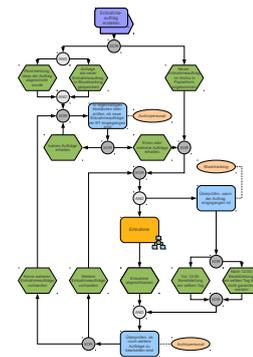
<sup>9</sup> Es kann natürlich passieren, dass durch ein zuvor durchgeführtes Umschichten der bisher zur Verfügung stehende Platz zugunsten einer verzögerten Lieferung verringert wurde. Durch die am Platzhalterzettel vermerkte Anzahl ist es für das routinierte Archivpersonal jedoch abschätzbar, wieviel Volumen die entnommenen Proben brauchen. Um spätere Probleme zu vermeiden, bleibt die entsprechende Lücke unangetastet.

Neben der digitalen Variante gibt es auch die Möglichkeit eines Entnahmeantrags in Papierform. Es werden damit dieselben Daten erfasst und wird von Personen ohne NutzerInnenaccount für das Webformular verwendet. Diese Zweigleisigkeit verursacht doppelten Aufwand.

### Entnahmeauftrag bearbeiten:

Um eine Entnahme durchzuführen, muss der entsprechende Auftrag im Archiv einlangen. Wurde dieser auf digitalem Weg erstellt, kann er mittels Blocktracking-Client abgerufen werden – eine automatische Zustellung erfolgt nicht. Darum ist es notwendig, in regelmäßigen Abständen zu überprüfen, ob neue Aufträge angekommen sind. Diese Notwendigkeit besteht bei einem Antrag in Papierform nicht, da dieser direkt beim Archiv abgegeben wird.

Wurde der Auftrag entgegengenommen, kann dessen Abarbeitung beginnen. Dabei wurde eine Regelung zur Fälligkeit eines Auftrags eingeführt. Ist der Auftrag vor 12:00 Uhr im Archiv eingegangen, findet unter Garantie eine Bereitstellung am selben Tag statt. Danach kann dies nicht mehr gewährleistet werden und ist vom noch zu verrichtenden Arbeitspensum abhängig. Die Zeitnahme erfolgt bei Eingang des Auftrags. Liegt er in digitaler Form vor, ist das Eingelangen und Speichern im Blocktracking ausschlaggebend und nicht wann er im Archiv abgerufen wurde. Zur einfacheren Handhabung werden die Aufträge direkt im Blocktracking-Client getrennt angezeigt. Nach der eigentlichen Entnahme der Proben werden diese im Blocktracking als “entliehen” vermerkt. Diesem Schema folgend werden allenfalls vorhandene weitere Aufträge abgearbeitet.

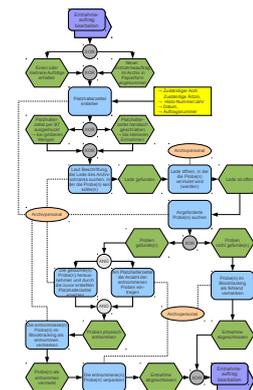


Siehe Anhang  
Abbildung D.12

### Entnahme:

Als Vorbereitung der physischen Entnahme einer Probe, werden die entsprechenden Platzhalterzettel erstellt. Dies erfolgt ebenso wie bei der Auftragserstellung auf Basis der Histonummer und nicht pro Probe. Größere Mengen werden ausgedruckt – der Druckauftrag hierfür kann direkt mittels Blocktracking-Client erteilt werden. Für kleinere Mengen erstellt das Archivpersonal die entsprechenden Zettel handschriftlich, um Zeit und Papier zu sparen.

Die zu entnehmenden Proben werden Stück für Stück in den Archivschränken nach ihrer Histonummer gesucht. Sollte eine Probe nicht auffindbar sein, wird sie im Blocktracking als “fehlend” vermerkt. Andernfalls werden die entsprechenden Proben entnom-



Siehe Anhang  
Abbildung D.13

men und durch die zugehörigen Platzhalterzettel ersetzt. Dabei wird darauf die Anzahl der tatsächlich entnommenen Stück eingetragen. Anschließend werden alle tatsächlich entnommenen Proben im Blocktracking als “entnommen” vermerkt und für jeden Auftrag separat verpackt. Die Proben stehen bereit zur Abholung, in seltenen Fällen werden sie zugestellt.

## 6.5. Mikromodellierung – Sollprozesse

Die Erstellung der Sollprozesse stellte ebenfalls eine zeitkritische Teilaufgabe dar, da hier sehr viel Abstimmungsarbeit mit der zukünftigen Nutzerschaft, deren Management und den IT-Abteilungen der Biobank und der YLOG GmbH zu erwarten war. Deshalb wurden sie noch vor Abschluss der Dokumentation der Istprozesse begonnen. Obwohl das Vorgehen grundsätzlich einer GPO entsprach (siehe Abschnitt 3.3) wurde zu Beginn versucht die bis dato erhaltenen Ergebnisse der Istprozesse so weit wie möglich nicht in die Konzeption der Sollprozesse miteinzubeziehen. Dadurch konnten die ersten Ansätze unvoreingenommen von den aktuellen Abläufen entwickelt und besprochen werden. Nach der Erstellung der ersten Entwürfe fand schließlich ein Austausch zwischen Ist und Soll statt. Diese Vorgehensweise stellte sich als vorteilhaft heraus, da somit Erkenntnisse aus dem einen dem jeweils anderen Prozess in einem frühen Stadium zugute kamen. Einerseits war ein fundiertes Wissen über die aktuellen Abläufe notwendig, um sich bestehender und dauerhaft bleibender Einschränkungen bewusst zu werden. Andererseits wurden die in den Sollprozessen entwickelten Begriffsdefinitionen in die Modellierung der Istprozesse übernommen und dadurch die Einheitlichkeit und Wiedererkennbarkeit gesteigert.

Während bei den Istprozessen vorrangig eine formal korrekte Abbildung der Realität zu beachten war, galt es bei den Sollprozessen zusätzlich ein sinnvolles Bedienkonzept zu erarbeiten. Hierbei kristallisierte sich die graphische Darstellung zu einer sinnvollen Art der Modellentwicklung heraus, da rasch verschiedene Ansätze veranschaulicht und gleichzeitig flexibel unterschiedliche Konzepte auf ihre Tauglichkeit überprüft werden konnten. Die oberste inhaltliche Zielsetzung war das Schaffen einer effizienten Art der Bedienung, sowohl in Bezug auf die tatsächliche Interaktion mit dem Warenlager als auch im wirtschaftlich weiteren Sinne durch die Verwendung von vorhandenen Ressourcen. Alle Tätigkeiten sollen in möglichst kurzer Zeit, möglichst intuitiv bewältigbar sein.

### 6.5.1. Betrachtungen im Vorfeld

Um eine erste Vorstellung über einen möglichen Ablauf zu erhalten, wurde zu Beginn eine Interaktion anhand einer Probenentnahme modelliert. Parallel dazu wurde versucht, einen Überblick über alle weiteren zu erfüllenden Anwendungsfälle zu erhalten.

Dabei wurden folgende identifiziert:

- Einlagerung
- Entnahme
- Rückgabe
- Umschichten
- Entsorgung

Beim Erweitern des Entnahmefalls stellte sich heraus, dass der Use-Case-abhängige Teil sehr gering ausfiel und der Rest aus generell notwendiger Interaktion mit dem Warenlager bestand. Aus diesem Grund wurde die bereits modellierte Entnahme zu einem generischen Prozess umgewandelt, d.h. er wurde anwendungsfallneutral dargestellt. Hierfür wurde der spezielle Fall einer Entnahme in eine abstrahierte Bearbeitung der Proben geändert. Darauf aufbauend sollten die anwendungsspezifischen Details in weiterer Folge einfließen. Der generische Prozess stellt also nicht nur eine zusammenfassende abstrakte Übersicht der Abläufe dar, er ist auch der Ausgangspunkt für die im Anschluss entwickelten Sollprozesse mit der vollständigen Darstellung der einzelnen Use-Cases. Das hatte zusätzlich den Vorteil, eine Normierung der Abarbeitung der unterschiedlichen Anwendungsfälle zu erhalten, wodurch zum einen die Vielfalt der Sonderfälle und in weiterer Folge die Komplexität abnahm und sich letztendlich die Übersicht verbesserte, und zum anderen das Diagramm auch nahe an einer möglichen Umsetzung in Software blieb.

### 6.5.2. Die zugrunde liegende Software

Die Konzeption einer geeigneten Kundenanbindung per Software begann bereits während der Erstellung des generischen Prozesses, mit dem Ziel, eine klare Rollenzuteilung der unterschiedlichen Komponenten vornehmen zu können. Bei der Frage einer idealen Kundenanbindung wurde versucht, bestehende Komponenten, Datenbestand und Know-How weiterzuverwenden. Als Folge dieser Bemühungen wurden sämtliche erforderlichen Elemente und deren Beziehungen untereinander ermittelt. Mehrere Absprachen mit den IT-Abteilungen der YLOG GmbH und der MedUni führten zu einer Klärung der Zuständigkeiten für die Implementierung der Einzelteile und letztendlich der Schnittstellen dazwischen.

### 6.5.2.1. Die erforderlichen Softwarekomponenten

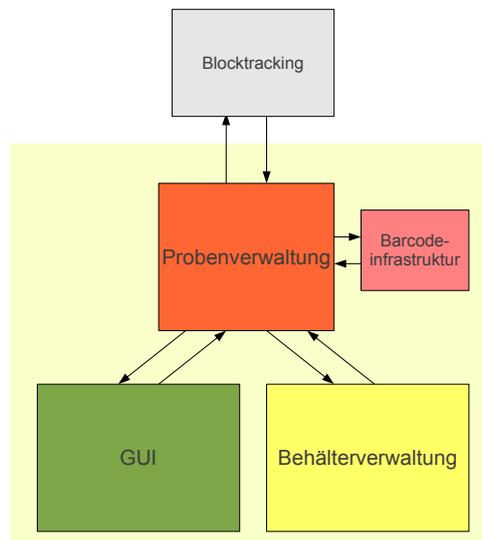


Abbildung 6.8.: Erster Entwurf der erforderlichen Softwarekomponenten und deren Zusammenspiel

Die zu Beginn identifizierten Bestandteile der Softwarelandschaft sind in Abbildung 6.8 zu sehen und werden in folgender Auflistung vorgestellt:

- Wie in Unterabschnitt 6.4.1 beschrieben, bietet Blocktracking bereits eine Möglichkeit, Entnahmeaufträge zu erstellen und zu verwalten. Die BenutzerInnenverwaltung stellt sicher, dass nur berechtigtes Personal Proben anfordern kann und die gespeicherten Aufträge bilden eine nachvollziehbare Dokumentation aller Probenentnahmen. Diese bereits erprobten Funktionalitäten bieten Potenzial für eine weitere Nutzung.
- Die Behälterverwaltung wurde bereits in Unterabschnitt 4.2.5.1 angesprochen. Sie behält den Überblick, welcher Behälter sich an welcher Stelle im Regal befindet, hat jedoch keine Informationen über dessen Inhalt.
- Die GUI (BenutzerInnenoberfläche) soll alle Tätigkeiten möglichst effizient unterstützen und alle notwendigen Visualisierungen für Eingaben (z.B. grafische Schaltflächen) und textuelle bzw. grafische Ausgaben (z.B. Textfelder) bereitstellen.
- Die Barcodeinfrastruktur: beinhaltet alle Notwendigkeiten, um Barcodes einlesen, dekodieren und, wenn erforderlich, auch drucken zu können. In diesem Kontext ist besonders die Ansteuerung per Software interessant.

- Die Probenverwaltung stellt die Relation zwischen Behälter, Einschub und Probe her, d.h. sie verwaltet, welche Proben sich in welchem Behälter bzw. Einschub befinden. Diese Initialisierung wird im Logistikjargon "verheiraten" genannt. Die Probenverwaltung wurde als eigenständige Komponente konzipiert, könnte jedoch auch in eine andere integriert werden (siehe nachfolgenden Abschnitt). Durch den Datenbestand, über den sie verfügt, nimmt sie eine zentrale Rolle ein. Sie nimmt Aufträge von Blocktracking entgegen und schickt die entsprechenden Transportjobs an die Behälterverwaltung. Außerdem stellt sie die BenutzerInnenschnittstellen für Eingaben (Anbindung an die Barcode-Infrastruktur) und Ausgaben (grafische Visualisierung mittels GUI) zur Verfügung.

Zwischen den unterschiedlichen Komponenten besteht eine logische Hierarchie hinsichtlich der Interaktionen. Berechtigte BenutzerInnen erstellen Entnahmeaufträge per Blocktracking. Dieses leitet sie weiter an die Probenverwaltung, welche daraus die benötigten Behälter ermittelt und diese bei der Behälterverwaltung anfordert. Es besteht in jedem Fall eine KundInnen-LieferantInnen-Beziehung mit der zugehörigen Auftragsabwicklung (siehe Unterabschnitt 3.1.3). Um Klarheit zu schaffen, wurde dies für jede Hierarchieebene durch einen eigenen Begriff explizit unterscheidbar gemacht.

- Der Ausdruck "Auftrag" wird auf der höchsten Ebene verwendet. Der Grund dafür ist, dass er bereits bisher in der Blocktracking-Umgebung verwendet wurde und damit dessen AnwenderInnen bereits vertraut ist. Ein Auftrag beginnt immer mit einer Entnahme und endet mit der Rückgabe der entlehnten Proben. Es gibt also nur eine Art von Auftrag, den Entnahmeauftrag.
- Eine Ebene unterhalb ist die Rede von "Aufgaben". Sie werden von der Probenverwaltung verwaltet und stellen im wesentlichen die Umsetzung der Use-Cases dar. Für jeden Anwendungsfall gibt es eine entsprechende Aufgabenart, die bei der Aufgabenerstellung festgelegt wird und anschließend den gesamten Ablauf des Prozesses bestimmt. So wie ein Auftrag beinhaltet eine Aufgabe meist mehrere zu bearbeitende Proben, die nach verschiedenen Kriterien, meist nach Behältern, gruppiert und nach Histonummer sortiert sind. Um einen Auftrag abbilden zu können, sind zwei Aufgaben nötig: eine Entnahmeaufgabe und eine abschließende Aufgabe für die Rückgabe.
- Auch die Behälterverwaltung, die für die Bereitstellung der Behälter zuständig ist, arbeitet auftragsbasierend. In diesem Zusammenhang wird im Folgenden von "Transportjobs" gesprochen.

Tabelle 6.1 zeigt eine tabellarische Zusammenfassung der festgelegten Begriffe.

Terminus	AnwenderInnen	Systemkomponente	Beschreibung
Auftrag	ArchivkundInnen	Blocktracking	Beginnt mit einer Entnahme und endet mit der entsprechenden Rückgabe von Proben.
Aufgabe	Archivpersonal	Probenverwaltung	Es existieren verschiedenen Aufgaben: Entnahme, Probeneingang, Einsortierung.
Transportjobs	AiVs	Behälterverwaltung	Queue zur Abarbeitung von Behältertransfers innerhalb des Regals mittels AiV(s).

Tabelle 6.1.: Angewandte Terminologie zur Unterscheidung der unterschiedlichen Auftragsgattungen

### 6.5.2.2. Mögliche Varianten der Umsetzung

Nachdem die essentiellen Bestandteile ermittelt worden waren, wurden verschiedene Varianten möglicher Umsetzungen entwickelt, die sowohl im Anschluss erklärt, als auch in Tabelle 6.2 mit den jeweiligen Vor- und Nachteilen zusammengefasst werden.

Die Lösung hatte folgende Mussziele zu erfüllen:

- Realisierbarkeit: Allem voran muss die Lösung unter den gegebenen Bedingungen realisierbar sein.
- Fertigstellung bis zur Inbetriebnahme: Alle Komponenten sowie deren Zusammenspiel müssen im vorgegebenen Zeitrahmen vollständig funktionsfähig und getestet sein.
- Kosteneffiziente Umsetzung: Die Lösung muss in einem vorgegebenen preislichen Rahmen bleiben.
- Qualitätsansprüchen der Softwareentwicklung genügen: Die entwickelten Komponenten sollen u.a. erweiterbar, einfach wartbar und robust sein.

In Anbetracht der ersten beiden Punkte wurde eine Lösung gesucht, die mit den momentanen Mitteln zu bewerkstelligen ist und dadurch (nahezu) keine zusätzlichen Entwicklungskosten erfordert. Ein erster Ansatz bestand darin, die aktuelle Blocktracking-DB um die zusätzlichen Relationen zu erweitern. Dies entspricht einer Integration der Probenverwaltung in Blocktracking. Laut Auskunft des zuständigen Entwicklers der Biobank,

Beschreibung	Vorteile	Nachteile
Erweiterung: Die Blocktracking-DB wird um die erforderliche Positionsverwaltung ergänzt und dadurch zu einer vollwertigen Probenverwaltung	Ein einheitlicher Datenbestand, keine Datenredundanz	Vollständige Implementierung durch die MedUni wegen fehlender Personalkapazitäten nicht durchführbar – hoher Einarbeitungsaufwand und ev. Zuständigkeitskonflikte bei einer Realisierung von YLOG.
Neuentwicklung: Blocktracking wird zur Gänze von einer eigenständigen Probenverwaltung ersetzt	Keine Altlasten, "saubere" Lösung	Sehr großer Entwicklungsaufwand, dadurch zeitaufwendig und teuer; zu Beginn ist zur Verwaltung des Probenaltbestandes in den Archivschränken ein Parallelbetrieb erforderlich
Hybrid-Implementierung I: Eine eigenständige Probenverwaltung, kommuniziert per API* mit Blocktracking-"Server", dieser ist für den Altbestand und die Auftragsverwaltung zuständig	Klare Trennung der Zuständigkeiten	Blocktracking-"Server" stellt die erforderlichen Dienste noch nicht bereit, diese und die zugehörige API müssen erstellt werden
Hybrid-Implementierung II: Der Blocktracking-Client agiert zusätzlich zu seiner bisherigen Funktion als Mediator zwischen beiden Systemen	Geringer Entwicklungs- und Abstimmungsaufwand	Parallelbetrieb zweier Systeme mit überschneidendem Funktionsumfang

\* Kurzform zur *Application Programming Interface*: Dies ist eine Softwareschnittstelle, um Funktionalität oder Daten anderen Anwendungen bereitstellen zu können.

Tabelle 6.2.: Unterschiedliche Varianten der Kundenanbindung unter den gegebenen Umständen

Robert Primschitz, wäre eine Adaption von Blocktracking jedoch sehr schwer zu bewerkstelligen, da das System unter der Regie mehrerer Vorgänger genau für die zu erfüllende Aufgabe geschaffen worden, durch ständig neue Anforderungen inhomogen gewachsen und somit nicht leicht adaptierbar oder erweiterbar sei. Diese Variante ist nur sinnvoll, wenn die Umsetzung durch die MedUni erfolgt, da diese bereits über das Wissen der Interna von Blocktracking verfügen. Durch die fehlenden personellen Ressourcen seitens der MedUni wurde dieser Ansatz früh verworfen.

Eine zweite Variante bestand in Form einer kompletten Neukonstruktion einer Probenverwaltung, die in Zukunft auch die Aufgaben von Blocktracking (Auftragsverwaltung,

Dokumentation, u.ä.) erfüllen soll. Der Vorteil wäre, dass keine Altlasten zu berücksichtigen sind und softwaretechnisch eine “saubere” Lösung erzielbar ist. Gegen diese Lösung spricht zum einen der Kostenfaktor und durch den gänzlichen Verzicht auf Blocktracking wäre der Altbestand der Proben in den Archivschränken nicht mehr erfassbar.

Die dritte Variante beschreibt einen Hybrid-Betrieb beider Systeme. Blocktracking behält (nahezu) unverändert die aktuellen Aufgabenbereiche, wie Bestands-, Auftrags- und Benutzerverwaltung. Alle lagerungsspezifischen Informationen werden in eine eigene Probenverwaltung in Form einer Serverinstanz ausgelagert. Der Austausch der notwendigen Daten erfolgt bidirektional zwischen Blocktracking- und Probenverwaltungsserver. Hierbei ist auf eine wohldefinierte Schnittstelle zu achten, um die gegenseitigen Abhängigkeiten so gering wie möglich zu halten. Für die Umsetzung dieser Lösungsoption müssten die erforderlichen Dienste für den Datenaustausch und die eigentliche Softwareschnittstelle im Blocktrackingserver bzw. der komplette Probenverwaltungsserver implementiert werden. Die Erweiterung des Blocktrackingservers stellte sich auch in diesem Zusammenhang als schwierig heraus. Der Grund dafür ist, dass die Serverkomponente nur rudimentäre Aufgaben, wie den regelmäßigen Import des Klötzlbuches in die Datenbank, besitzt. Sie stellt keinerlei öffentliche API zur Interaktion mit der zugrunde liegenden Datenbank zur Verfügung. Somit konnte auch dieser Ansatz nicht mit den bestehenden personellen Ressourcen der MedUni umgesetzt werden.

Auf der vorigen Variante aufbauend wurde die letztendlich gewählte entwickelt. Hierbei erfolgt die Kommunikation zwischen der Probenverwaltung und dem Blocktracking-Client, da dort, laut Auskunft der zuständigen EntwicklerInnen, die erforderlichen Anpassungen einfacher durchgeführt werden können. Er ist bereits vollständig an die Datenbank angebunden, wodurch Änderungen an ihr auch unverzüglich im Client Berücksichtigung finden. Eine zusätzliche Adaption einer Schnittstelle, wie sie etwa im vorigen Ansatz notwendig geworden wäre, entfällt. Abbildung 6.9 zeigt das finale Konzept, wobei grün hinterlegte Komponenten bereits einsatzbereit sind, die gelbe eine Adaption erfordert und die ro-

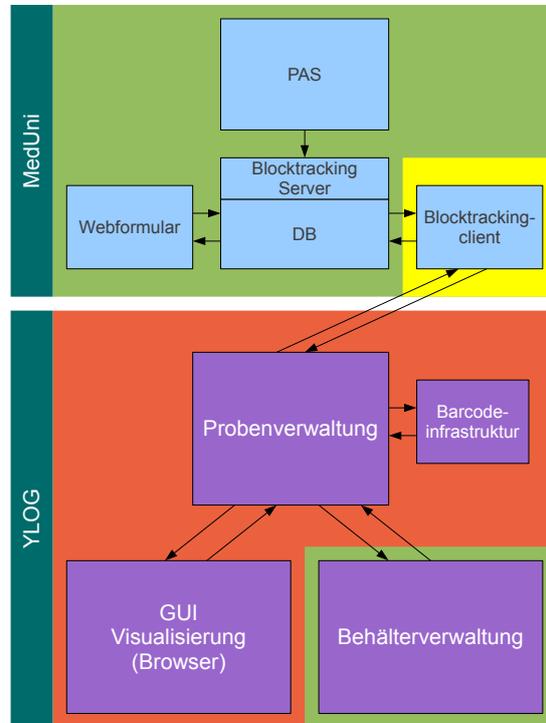


Abbildung 6.9.: Zuständigkeit und Fertigstellungsstatus der einzelnen Komponenten.

ten neu zu entwickeln sind. Die obere Hälfte fällt in die Zuständigkeit der MedUni, die untere in jene der Firma YLOG. Die Zuteilung der Komponenten erfolgte zum einen nach der Funktionalität, zum anderen abhängig von den jeweils zur Verfügung stehenden Ressourcen, die in Besprechungen ermittelt wurden. Die Teilung entspricht im wesentlichen Blocktracking auf der einen Seite und CIS auf der anderen. Bei deren Verbindung<sup>10</sup> agiert der Client in Zukunft als Mediator, d.h. die Entnahmeaufträge werden von der Blocktracking-DB ausgelesen und an die Probenverwaltung übermittelt. In umgekehrter Richtung erfolgt eine Bekanntgabe, welche Proben eingelagert bzw. entnommen wurden, um den Datenbestand der Blocktracking-DB aktuell und konsistent zu halten.

### 6.5.2.3. Datenaustausch zwischen den Komponenten

Der grundsätzliche Ablauf der Kommunikation zwischen den zuvor beschriebenen Komponenten wird in Form der Aufzählung im Anschluss zusammengefasst.

1. Eine berechtigte Person fordert Proben an,
2. die entsprechende Entnahme ist in der Blocktracking-DB gespeichert,
3. das Archivpersonal überprüft mittels Blocktracking-Client in regelmäßigen Abständen, ob neue Aufträge eingegangen sind<sup>11</sup>,
4. der Client schickt die neuen Aufträge an die Probenverwaltung,
5. die Bearbeitung des Auftrags wird durchgeführt,
6. die Probenverwaltung gibt dem Client die tatsächlich entnommenen Proben bekannt,
7. der Client schickt die erhaltenen Daten an die Datenbank, in der sie entsprechend verarbeitet und gespeichert werden.

Die Kommunikation vom Blocktracking-Client zur Probenverwaltung wird mittels JSON-RPC durchgeführt. Dabei handelt es sich um ein auf TCP aufbauendes Übertragungsprotokoll zum Austausch und zur einfachen weiteren Verarbeitung von strukturierten Daten. Konkret bedeutet das, dass der Client einen JASON-RPC-Request mit der zu entnehmenden Probe sendet und eine Rückmeldung über den (Miss-)Erfolg in Form des zugehörigen Responses erhält.

Die Kommunikation in die entgegengesetzte Richtung erfolgt, wenn Proben ein- oder ausgelagert wurden. Diese Informationen müssen an Blocktracking übermittelt werden um

<sup>10</sup> Jeglicher Intrasystem-Datenaustausch, wie beispielsweise zwischen Proben- und Behälterverwaltung (Erteilung der Transportjobs), wird in dieser Arbeit nicht behandelt.

<sup>11</sup> Eine sinnvolle Erweiterung dazu wäre ein selbstständiges Abrufen des Clients, ohne BenutzerInnen-Interaktion.

die Datenbank konsistent zu halten. Hierbei ist zu beachten, dass der Blocktracking-Client u.U. nicht erreichbar ist, z.B. weil die Software nicht gestartet ist. Es müssen somit Vorkehrungen getroffen werden, falls die Kommunikation entweder abbricht oder von vornherein nicht zustande kommt. Hierfür wurde aus den vielen verschiedenen Möglichkeiten eine Übertragung mithilfe eines Dateiaustausches über einen Dateiserver ausgewählt. Grund hierfür ist, dass die Umsetzung einfach implementierbar ist und die genannten Probleme mit wenig Aufwand löst. Informationen über erfolgte Statusänderungen innerhalb der Probenverwaltung werden somit in Dateien auf einem Netzlaufwerk gespeichert, von dem der Client sie zyklisch abrufen und anschließend verarbeitet. Sollte der Client nicht gestartet sein, gehen die übermittelten Daten nicht verloren.

Für den gegenseitigen Austausch probenbezogener Information, sei es in Form eines JSON-RPC-Requests oder des gerade beschriebenen Files, wurde ein *“Histoobjekt”* angedacht. Dieses beinhaltet voraussichtlich folgende Daten: eine Organisationskennung, Histonnummer, Jahr, Blockkürzel, Schnittnummer und Infotext. Einige Felder dienen zur leichteren Erweiterung potentieller zukünftiger Anforderungen und werden in näherer Zukunft noch keine Verwendung finden. Mit den geplanten Daten kann eine Probe auch einer bestimmten Institution zugewiesen werden, um auf eine Erweiterung und mögliche gesonderte Handhabung von Proben externer Organisationen vorbereitet zu sein.

#### 6.5.2.4. Konzeption der Benutzeroberfläche (GUI)

Sobald eine erste, grobe Rollenverteilung vorgenommen worden war, wurde die GUI näher betrachtet. Sie ist ein wichtiges Kriterium für die Kundenakzeptanz des Produktes und bestimmt im wesentlichen, wie intuitiv die erarbeiteten Prozesse angewendet werden können. Selbst wenn die Prozesse den Anspruch der effizienten Bedienung erfüllen, ist die Benutzeroberfläche als Mensch-Maschine-Schnittstelle und somit als direkte Anlaufstelle der Nutzerschaft zu einem Großteil für das Ausschöpfen des geschaffenen Potentials verantwortlich. Eine gute gegenseitige Abstimmung ist also zwingend erforderlich. Sobald die Entwicklung des generischen Prozesses begann, startete auch die Sammlung der für die GUI relevanten Ein- und Ausgabebefordernisse. Das Resultat daraus sind vier verschiedene Aufgabenbereiche, schematisch dargestellt in Abbildung 6.10.

1. Die Aufgabenerstellung (in der Abbildung in blau gehalten): Sie registriert neue Aufgaben entsprechend des gewählten Use-Cases in der Probenverwaltung. Vom Use-Case ist abhängig, welche Informationen erforderlich sind und wo diese zu beziehen sind. Bei einer Entnahmeanfrage werden die Daten automatisch mit den Blocktracking-Aufträgen abgeglichen und übernommen. Bei allen anderen muss dem System bekannt gegeben werden, welche Proben der Aufgabenart entsprechend bearbeitet werden sollen.
2. Die Aufgabenliste (gelber Bereich): Nachdem die Aufgabe erstellt worden ist erscheint sie in einer Aufgabenliste. Diese dient zum einen der Übersicht aller noch zu

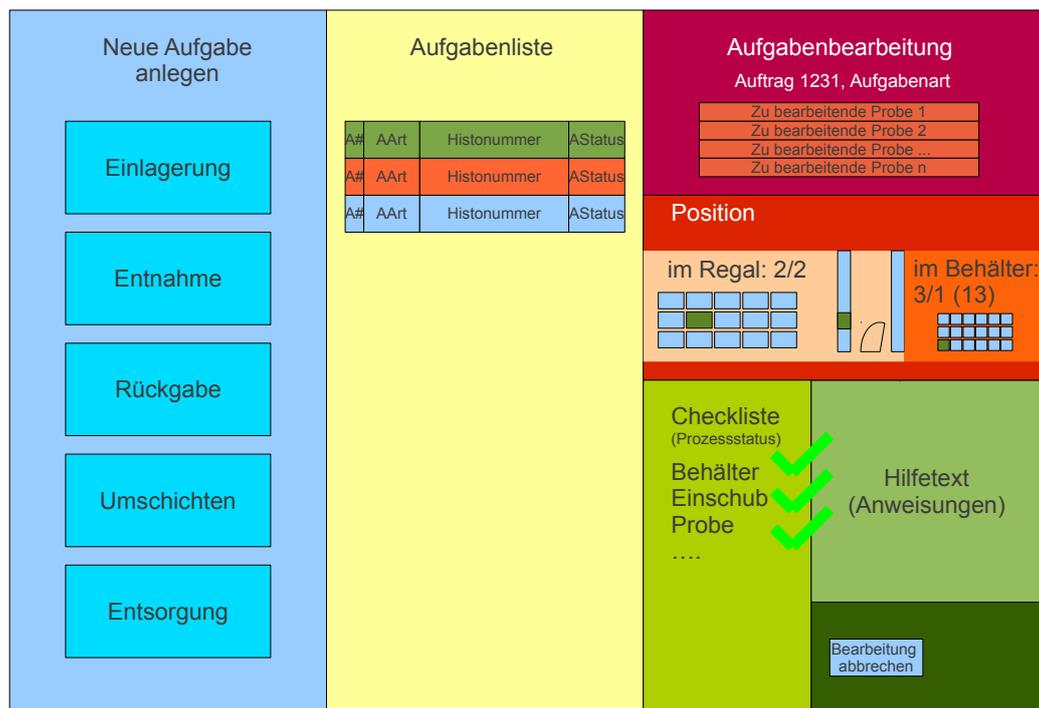


Abbildung 6.10.: Schema der erforderlichen Ein- und Ausgabeelemente

erledigenden Aufgaben, zum anderen der Auswahl der nächsten zu bearbeitenden. Die Einträge können dabei dem aktuellen Aufgabenstatus entsprechend einheitlich eingefärbt<sup>12</sup> werden. Des Weiteren wäre es denkbar, auch abgeschlossene Aufgaben unter Auswahl verschiedener Filter anzuführen. Die Anzeigekriterien hierbei sind vielfältig. Einige Möglichkeiten wären:

- eine konstante Zahl an abgeschlossenen Aufträgen, z.B. chronologisch, die letzten zehn abgeschlossenen. Diese Zahl könnte auch vom User je nach Anforderung selbst gewählt werden,
- eine benutzerdefinierte Selektion, ähnlich einem Favoritensystem<sup>13</sup>,
- ein zeitliches Intervall (z.B. die letzten 6 Wochen),
- nach Aufgabenart gruppiert/gefiltert,
- nach ihrem Aufgabenstatus: bereit, in Bearbeitung, abgeschlossen, abgebrochen, ...,
- alle Entnahmeanfragen, für die noch keine vollständige Rückgabe erfolgt ist,

<sup>12</sup> Ein Vorschlag diesbezüglich wäre grün für "bereit", rot für "in Bearbeitung", blau für "abgeschlossen".

<sup>13</sup> Der Mailclient "Thunderbird" bietet beispielsweise die Möglichkeit an, eMails als Favorit zu kennzeichnen, um diese schneller aufzufinden.

- keine Selektion (alle Aufträge),
  - Aufgabennummer.
3. Der Visualisierungsbereich (in rot gehalten): Hier wird angezeigt, in welcher Kommissionierstelle sich der Behälter zur Bearbeitung der aktuellen Aufgabe befindet und in welchen Einschub davon die Proben ein- oder ausgelagert werden. Zusätzlich zu der grafischen Darstellung wäre auch eine (alpha-)numerische Kennung der Kommissionierstelle denkbar. Der Vorteil davon zeigt sich besonders, wenn durch eine große Anzahl von Kommissionierplätzen eine rasche optische Zuteilung erschwert wird. Das Zusammenspiel einer grafischen Visualisierung und Aufklebern mit Kennung im Regal vor Ort zur endgültigen Identifizierung des richtigen Stellplatzes sollte die Suche effizienter gestalten.

Für die Einschübe wäre Ähnliches denkbar, sofern sie eine von Menschen lesbare Kennung besitzen. Dadurch, dass der Behälter seine Orientierung im Regal stets beibehält, erfolgt der Zugriff auf die Einschübe entweder auf dessen Stirnseite, oder bei den Kommissionierstellen der gegenüberliegenden Regalfront auf dessen Rückseite. Da er symmetrisch ist, fällt dies nicht auf den ersten Blick, sondern erst, wenn auf die Einschübe zugegriffen wird, auf. Während sie auf der einen Regalseite der westlichen Leseart entsprechend zeilenweise von links oben nach rechts unten einsortiert werden, befinden sie sich auf der gegenüber liegenden Seite in einer Sortierung von rechts oben nach links unten, also spiegelverkehrt.

4. Der Aufgabenbearbeitungsdialog (grüner Bereich): bildet Schritt für Schritt die Prozesse in Software ab und leitet die AnwenderInnen mittels Anweisungen und Hilfetexte durch sie hindurch. Zur besseren Übersicht wäre die Anzeige einer Checkliste möglich, bei der jeder erfolgreich absolvierte Schritt durch ein grünes Hackerl gekennzeichnet wird. Neben dem Prozessfortschritt können hier Fehlermeldungen angezeigt werden, sofern das System ein Problem festgestellt hat.

Da es sich hier um ein Konzept zur Ermittlung der notwendigen Komponenten handelt, wurden Aspekte des Usability-Engineerings nicht berücksichtigt. Die Farbwahl ist willkürlich und dient ausschließlich der besseren Abgrenzung der einzelnen Teilbereiche. Des Weiteren besteht große Freiheit in der Ausgestaltung folgender Punkte:

- Die einzelnen Aufgabenbereiche müssen nicht, wie die Darstellung suggeriert, in einer einzelnen Anwendung implementiert werden. So könnte z.B die Aufgabenerstellung von einer anderen Software ausgeführt werden als die anschließende Bearbeitung.
- Die Darstellung an sich ist ebenfalls nicht auf dieses Schema beschränkt. Jeder Bereich wäre als Reiter oder in Form eines Dialogs, der Schritt für Schritt durch den Prozess führt, umsetzbar.

- Weiters ist die Größe und Anordnung der Komponenten auf das endgültige Anzeigergerät anzupassen.
- Bei der Wahl der Technologie zur Umsetzung ist ebenfalls keinerlei Einschränkung gegeben. Neben einer klassischen Applikation wäre eine webbasierte Anwendung ebenso möglich wie eine Smartphone-App.

### 6.5.3. Herstellung der Relationen

Dieser Abschnitt beschreibt die wichtigste Aufgabe der Probenverwaltung, das In-Beziehung-Setzen von Proben mit ihren Einschüben und diese in weiterer Folge mit den Behältern.

#### 6.5.3.1. Identifizierungsmechanismen

Bezogen auf die Mengenlehre stellen Behälter, Einschübe und Proben je eine homogene Menge dar. Die Probenverwaltung stellt nun 1:n-Beziehungen zwischen diesen Mengen her. Ein Einschub kann also mehrere Proben fassen und ein Behälter mehrere Einschübe. Um eine eindeutige Zuordnung zu ermöglichen darf in jeder Menge ein Element nur ein einziges Mal vorkommen, es muss sich somit eindeutig von allen anderen unterscheiden, eine eindeutige Identifikation besitzen. Für Proben gibt es bereits einen Identifizierungsmechanismus in Form der Histonummer (siehe Unterabschnitt 4.1.3). Ein ähnliches Schema wäre auch für Behälter und Einschübe denkbar. Neben der identitätsstiftenden Information ist auch deren Repräsentation von entscheidender Bedeutung für eine automatisierte Verarbeitung der Daten. Die folgende Aufzählung gibt einen Überblick über eine Auswahl von verschiedenen Identifizierungsmechanismen:

- Die trivialste Form der Identifizierung ist eine (alpha-)numerische Kennung, z.B. von B1 - Bn für die Behälter bzw. E1 - En für Einschübe. Dabei werden die Daten im Normalfall nicht in einer Form bereitgestellt, in der sie auf einfachem Wege automatisiert weiter verarbeitet werden können, sondern sind nur meschenlesbar. Das erfordert in weiterer Folge eine manuelle Eingabe der Kennung durch das Archivpersonal.
- Das im vorigen Punkt erwähnte Problem kann umgangen werden, indem die Information in Form eines Barcodes kodiert wird. Durch einen Scan stehen die barcodierten Daten augenblicklich digital zur Verfügung. Zu beachten ist, dass es sehr viele unterschiedliche Standards gibt, die teilweise inkompatibel zueinander sind. Es wäre günstig, wenn sowohl Behälter, Einschübe als auch Proben mit einem einzigen Lesegerät bedient werden können, sonst wird die unterschiedliche Handhabung unnötig mühsam. Außerdem ist es je nach Standard möglich, die kodierten Daten zusätzlich als Klartext am Etikett zu hinterlegen. Dies ist sinnvoll falls der Barcode durch Kratzer oder sonstige Beschädigungen nicht mehr lesbar ist. Zusätzlich beschränkt

sich die Notwendigkeit von Umstellungen im Bereich der Probenhandhabung auf ein Minimum, da die Daten wie bisher durch das Personal direkt lesbar bleiben.

- Neben vielen anderen Identifizierungsmechanismen sei noch RFID erwähnt. Die Information wird hier nicht grafisch kodiert, sondern auf einem Chip, dem sog. *Transponder*, gespeichert. Mit einem entsprechenden Lesegerät, können die Daten kabel- und berührungslos ausgelesen werden. Der Chip ist ev. unkomplizierter an den jeweiligen Einheiten anzubringen und unempfindlicher gegenüber Beschädigungen. Im Falle eines Defektes sind die Daten jedoch unwiederbringlich<sup>14</sup> verloren und die Einheit nicht mehr identifizierbar. [Finkenzeller 2010, S. 3ff.]

Generell wäre für Behälter, Einschub und Proben eine Kombination verschiedener Methoden denkbar. Werden bspw. für Behälter Barcodes verwendet und für Einschübe RFID, sind zwei unterschiedliche “Lese”-Geräte vonnöten, wodurch Kosten und Gesamtsystemkomplexität ansteigen. Aus diesem Grund wird empfohlen eine Methode durchgehend in allen drei Bereichen anzuwenden.

Aus den erwähnten Möglichkeiten wurde jene des Barcodes bereits sehr früh als geeignetes Mittel in Betracht gezogen und letztendlich auch vom Management der Biobank ausgewählt. Der interne Terminplan der Biobank sieht vor, dass die Umstellung des Aufdrucks der Proben im Rahmen von Anpassungen in der Probenherstellung spätestens bis zur Inbetriebnahme des Warenlagers abgeschlossen und somit eine eindeutige Identifizierung von Neuproben gewährleistet ist. Diese erforderliche Änderung ist der Grund, warum die Nutzung des Prototypen im Kellergeschoss der Universitätsklinik für Strahlentherapie- Radioonkologie Graz vorerst auf neu erstellte Proben beschränkt ist. Der aktuelle Bestand der Archive der unterschiedlichen Institute wird in den nächsten Jahren im Rahmen seiner Zusammenlegung und Vereinheitlichung neu beschriftet werden. Hierbei kann eine Umstellung auf die Barcodes erfolgen, die somit diese Proben ebenfalls für die Einlagerung in das iSC erschließt.

### 6.5.3.2. Verheiratung von Behälter und Probe

Neben der grundsätzlichen Bedeutung der Identifizierung und der dafür sinnvollen und erforderlichen Infrastruktur wird nun beschrieben wie sie effizient umgesetzt werden kann.

Die “*Verheiratung*” zwischen Behälter und Probe benötigt im Worst-Case drei Barcodescans:

1. Scan: der Behälter wird bestimmt
2. Scan: der Einschub wird bestimmt
3. Scan: die Probe wird bestimmt

<sup>14</sup> Sofern die Einheit nicht zusätzlich beschriftet wurde oder andere Mittel zur Verfügung stehen.

Durch die drei Scans kann die Probe einem Behälter und einem Einschub zugeordnet werden. Drei Scans pro Probe bedeuten aber einen sehr großen Aufwand bei der Bearbeitung größerer Probenmengen. Zur Minimierung des Overheads wurde eine Zustandshierarchie eingerichtet. Wird ein Objekt (Behälter, Einschub oder Probe) “ausgewählt” beziehen sich alle weiteren Operationen auf dieses, bis der Zugriff wieder “beendet” wird. Das “Auswählen” und “Beenden” erfolgt mittels Identifikation des Objektes, konkret mittels Barcodescann. Bezogen auf Behälter, Einschübe und Proben bedeutet dies:

Sobald ein Behälter mittels Barcodescan ausgewählt wird, befindet sich dieser “in Zugriff”, das bedeutet, alle weiteren Interaktionen beziehen sich so lange auf diesen Behälter, bis der Zugriff darauf beendet wird.

Als nächstes wird ein Einschub ebenfalls per Barcodescan ausgewählt. Dadurch ändert sich der Status in “Einschub in Zugriff”, womit die Beziehung zwischen Behälter und Einschub hergestellt ist. Alle weiteren Interaktionen beziehen sich so lange auf den gewählten Einschub, bis der Zugriff darauf beendet wird, und der Status wieder eine Hierarchieebene höher auf “Behälter in Zugriff” zurückfällt.

Zuletzt findet die eigentliche Interaktion mit der oder den Proben statt. Dadurch, dass zuerst der Behälter und der Einschub identifiziert wurden, ist der Kontext, in dem sich die Bearbeitung abspielt, definiert. Wird z.B. eine Probe neu eingelagert, kann die Probenverwaltung mit einem Scan pro Probe die notwendigen Relationen herstellen. Es wurden somit zwei Drittel des Arbeitsaufwands im Vergleich zum Worst-Case eingespart<sup>15</sup>. Zu-

---

<sup>15</sup> Genau genommen handelt es sich dabei um eine Approximation für größere Mengen, da nur hier die jeweils zwei Scans von Behälter und Einschub zum “Öffnen” und “Abschließen” einen verhältnismäßig kleinen Overhead darstellen. Für sehr kleine Menge erhöht sich der Aufwand. Dies soll durch drei Rechenbeispiele untermauert werden.

- Beispiel 1: Es soll eine Probe eingelagert werden. Im vermeintlichen Worst-Case sind drei Scans erforderlich (Behälter – Einschub – Probe), im aktuell besprochenen fünf (Behälter – Einschub – Probe – Einschub – Behälter). Für kleine Mengen ist somit der die zweite Lösung also schlechter als die erste.
- Beispiel 2: Es sollen 30 Proben in denselben Einschub eingelagert werden: Im ersten Fall sind 90 Scans erforderlich (Behälter – Einschub – Probe) \* 30, im zweiten 34 (Behälter – Einschub – Probe \* 30 – Einschub – Behälter).
- Beispiel 3: Es sollen 30 Proben in drei verschiedene Behälter und pro Behälter in einen Einschub eingelagert werden: Im ersten Fall sind unverändert 90 Scans erforderlich (Behälter – Einschub – Probe) \* 30. Im zweiten Fall sind es 42 (Behälter – Einschub – Probe \* x – Einschub – Behälter) + (Behälter – Einschub – Probe \* y – Einschub – Behälter) + (Behälter – Einschub – Probe \* z – Einschub – Behälter), wobei  $x + y + z = 30$  ergeben muss. Also für jeden Behälter bzw. Einschub zwei Scans und für jede Probe einen weiteren:  $2 * 3$  (Behälter) +  $2 * 3$  (Einschübe) + 30 (Proben) = 42.

Es ist zu erkennen, dass sich die Zustandshierarchie für große Probenmengen, die zur Bearbeitung möglichst wenige Behältnisse erfordern, bewährt. Bei geringen Stückzahlen oder wenn die Proben sehr verstreut auf verschiedene Behälter/Einschübe verteilt sind, wirkt sich der Overhead stärker aus und die Einsparmöglichkeiten in Bezug auf notwendige Interaktionen sinkt.

sätzlich ermöglicht das Zustandskonzept eine Vielzahl von Fehler zu erkennen und zu vermeiden (siehe nächster Abschnitt).

Bezieht man die Stati auf die zu erledigende Aufgabe und bildet damit ihren Lebenszyklus ab, erhält man einen gerichteten Graphen, der die Zustandsübergänge im Prozess darstellt. Der Graph für eine vollständige Abarbeitung einer Aufgabe, unabhängig ihrer Art, ist in Abbildung 6.11 dargestellt.

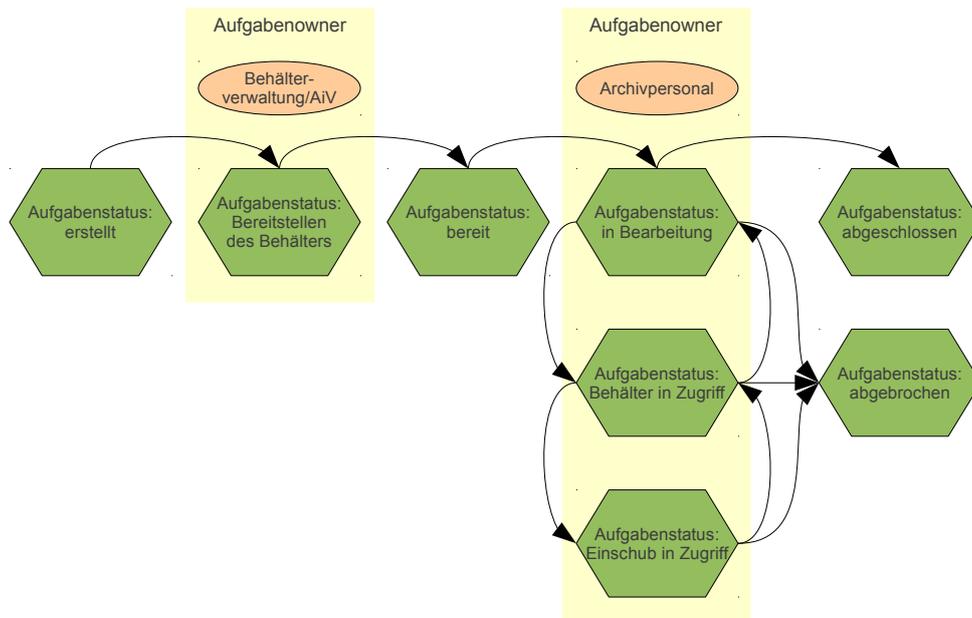


Abbildung 6.11.: Übersicht aller Stati einer Aufgabe

### 6.5.3.3. Fehlererkennung

Durch die unterschiedlichen Stati erkennt das System, in welchem Abschnitt des Prozesses sich die Bearbeitung gerade befindet. Daraus kann es Rückschlüsse auf zu erwartende Eingaben ziehen und erhält somit eine Kontrollfunktion, die Bedienfehler vorbeugen kann. Wird der in Tabelle 6.3 beschriebene Ablauf<sup>16</sup> eingehalten, ist sichergestellt, dass pro in Bearbeitung befindlicher Aufgabe nur ein Einschub bzw. Behälter in Zugriff ist. Diese Exklusivität reduziert einerseits die Möglichkeit einer Verwechslung und verringert andererseits die Anzahl der möglichen Eingaben. Diese Einschränkungen sind auf jeder Ebene möglich<sup>17</sup>:

<sup>16</sup> Die Inhalte dieser Tabelle beziehen sich bereits auf die endgültigen Sollprozesse. Im aktuellen Abschnitt wird noch Bezug auf den generischen Prozess genommen, der anwendungsfallneutral ist. Daher sind die Schritte 1a - 1c zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht relevant und daher außer Acht zu lassen.

<sup>17</sup> Sofern jede Kennung, unabhängig ob sie von einem Behälter, einem Einschub oder einer Probe stammt, systemweit eindeutig ist. Dies kann beispielsweise mittels Präfix (z.B.: B für Box, T für Tray, P für

- Status “Einschub in Zugriff”: Es wird entweder eine Probenkennung oder jene des aktuellen Einschubs selbst erwartet, um den Zugriff zu beenden. Sollte eine andere Kennung erhalten werden, z.B. die eines anderen Einschubs oder eines Behälters, könnte eine Warn- und/oder Fehlermeldung ausgegeben werden, in der darauf hingewiesen wird, dass zuerst der Zugriff auf den aktuellen Einschub abgeschlossen werden muss.
- Status “Behälter in Zugriff”: Gleiches gilt für die Handhabung eines Behälters. Wird im Status “Behälter in Zugriff” eine Probe eingescannt, könnte ein ähnlicher Hinweis, zuerst den betreffenden Einschub zu identifizieren, erscheinen. Wird ein Einschub eines anderen Behälters angegeben, muss eine Fehlermeldung erfolgen, dass der gewählte Einschub nicht Teil des aktuellen Behälters ist.
- Vor der Auswahl eines Behälters: Da die Aufgabe festlegt, welcher Behälter zu bearbeiten ist, muss der erste Barcodescan die geforderte Behälterkennung beinhalten. Ist dies nicht der Fall, wird ebenfalls mit einer Fehlermeldung auf die korrekte Position des Behälters im Regal verwiesen.

Der in Tabelle 6.3 beschriebene Ablauf stellt sicher, dass keine Verwechslung von Einschüben passieren kann. Da immer nur ein Einschub aus einem Behälter entnommen wird, kann es zu keiner Verwechslung von Einschüben innerhalb des Behälters kommen. Beim Abschluss eines Einschubs kann überprüft werden, ob dieser zu dem Behälter gehört, der sich eine Hierarchieebene höher in Zugriff befindet. Somit kann eine Warnung erfolgen, die ein Vertauschen von Einschüben zwischen mehreren Behältern verhindern soll. Wurde diese missachtet oder übersehen, befindet sich zu einem späteren Zeitpunkt der gewünschte Einschub nicht an seinem ihm angestammten Platz, wodurch Nachforschungen angestellt werden müssen. Hierfür bietet sich die Filterfunktion der Aufgabenliste in der GUI an, mit deren Hilfe Behälter und Einschübe aufgespürt werden können, mit denen eine Verwechslung möglicherweise stattgefunden hat, also beispielsweise jene, die sich zur selben Zeit innerhalb eines definierbaren Zeitfensters<sup>18</sup> in Zugriff befunden haben. Daraus lassen sich Rückschlüsse ziehen, in welchem Behälter sich der fragliche Einschub eventuell befindet.

Sollte sich eine Fehlermeldung als ungerechtfertigt herausstellen, weil tatsächlich der Behälter an der angezeigten Kommissionierstelle ausgewählt wurde, kann es mehrere Gründe dafür geben. Entweder wurden Behälter manuell aus dem Regal genommen und anschließend an einem anderen Stellplatz zurückgestellt (Inkonsistenzen in der Behälterverwaltung), es ist ein Fehler in der zugrunde liegenden Software (Behälterverwaltung/Probenverwaltung) aufgetreten oder ein Bedienungsfehler ist die Ursache. Auf jeden Fall sind Nachforschungen anzustellen und ev. eine Kontaktaufnahme mit dem YLOG-Service-Team notwendig.

---

probe) oder per Definition nicht überlappende Nummernkreise realisiert werden.

<sup>18</sup> Z.B. 10 min vor Zugriff auf den Behälter, in dem sich der Einschub befinden sollte, bis 20 min, nachdem der Zugriff auf diesen Behälter abgeschlossen wurde.

All diese Überprüfungen sind nur möglich, wenn die Kennungen der Behälter, Einschübe und Proben disjunkte Menge sind, kein Element in einer anderen Menge vorkommt und die Probenverwaltung auf bereits bestehende Relationen zurückgreifen kann. Letzteres fehlt beim Anlegen neuer Relationen. In diesem Fall könnte ein rudimentärer Check erfolgen indem die Zugehörigkeit zur erwarteten Menge überprüft wird. Im Falle "Einschub in Zugriff" sind z.B. nur neue Relationen zu Proben erlaubt. Eine zwingende BenutzerInneneingabe zur Bestätigung, dass eine neue Relation angelegt werden soll, gäbe hier Sicherheit. Dies erscheint für die Zuordnung von Einschub zu Behälter sinnvoll, für die von Probe zu Einschub jedoch zu aufwendig.

#### 6.5.3.4. Weitere Optimierungen

In der Zwischenbilanz der notwendigen Interaktionen ist zu verzeichnen:

- je ein Scan, um den Zugriff auf einen Behälter zu beginnen bzw. zu beenden,
- je ein Scan, um den Zugriff auf einen Einschub zu beginnen bzw. zu beenden,
- je ein Scan pro zu bearbeitender Probe.

In Summe ergibt dies jeweils zwei Scans Overhead pro Behälter oder Einschub, somit im Minimalfall vier.

Theoretisch kann die Anzahl der Interaktionen folgendermaßen noch weiter gesenkt werden:

- Auf die erste Identifizierung des Behälters kann verzichtet werden, wenn der Einschub bereits mit ihm verheiratet ist. Wurde der Einschub noch nicht benutzt und hat dadurch noch keine Relation zum Behälter, kann diese Optimierung nicht angewendet werden. Um sicherzustellen, dass diese Relation immer vorhanden ist, müssten alle Einschübe vor der Inbetriebnahme des Warenlagers mit den jeweiligen Behältern verheiratet werden. Der dabei entstehende Aufwand ist unverhältnismäßig hoch im Vergleich zum gewonnenen Nutzen,
- Selbiges gilt auch für die Beendigung des Zugriffs auf einen Einschub. Wird der zugehörige Behälter eingescannt, können beide Schritte auf einmal durchgeführt werden.
- Es gäbe die Möglichkeit, noch einen Schritt weiter zu gehen und diese beiden Scans ebenfalls entfallen zu lassen. Nachdem der Behälter bereit steht, würden bei einer Entnahme und Einsortierung alle weiteren Probenscans auf den angeforderten Behälter bzw. dem zugehörigen Einschub bezogen werden. Dies ist nur möglich, sofern bereits eine Relation zwischen Proben und Einschub besteht, also z.B. bei der Entnahme oder Rückgabe von Proben. Bei der Einlagerung von neuen Proben ist es

notwendig, dem System bekannt zu geben, in welchem Einschub diese eingelagert werden. Das System erhält dabei das Minimum der erforderlichen Eingaben und kann mit den erhaltenen Informationen keinerlei Validierungen durchführen. Es werden somit alle impliziten Kontrollmöglichkeiten aufgegeben.

Zusätzlich stellt sich die Frage, ob Kontrollpunkte gesetzt werden sollen, an denen eine manuelle Eingabe erzwungen wird. Prädestinierte Gelegenheiten hierfür sind die Zustandswechsel bzw. das Bestätigen von Warn- oder Fehlermeldungen, um sicherzustellen, dass diese wahrgenommen wurden. Es gilt ein Maß zu finden, das die Fehleranfälligkeit soweit reduziert, dass die Wahrscheinlichkeit von Bedienfehlern ausreichend gering ist und trotzdem die Anzahl der Eingaben so überschaubar bleibt, dass sie den Arbeitsfluss nicht behindern und störend wirken. Zur Findung einer geeigneten Abwägung ist vermutlich ein Probetrieb notwendig und somit an dieser Stelle nicht abschließend zu beantworten.

Eine Vorgehensweise wäre, in der Anfangsphase auf mehr Interaktion zu bestehen und an den jeweiligen Stellen zu reduzieren, sobald sich diese als überflüssig herausstellen. Beim Abschluss des Zugriffs auf einen Einschub wäre eine Bestätigung wünschenswert, beim Abschluss eines Behälters ist sie nahezu Pflicht.

#### 6.5.4. Überlegungen zur zugrunde liegenden Hardware

Nachdem bisher die Notwendigkeit, der schematische Ablauf bzw. das Ausmaß der Interaktionen betrachtet wurden, werden an dieser Stelle Realisierungsmöglichkeiten mittels geeigneter Hardware behandelt.

In einem frühen Stadium der Entwicklung der Sollprozesse wurde von einer klassischen Interaktion zwischen Mensch und Maschine ausgegangen, d.h. der Arbeitsplatz besteht aus einem Rechner mit Bildschirm für die Ausgabe und die Visualisierung bzw. Maus und Tastatur für die Eingabe.

Der nächste Schritt bestand darin, alle Komponenten in einem Touchpanel zusammenzufassen. Durch das Paraffin der Blöcke werden die Hände schnell fettig, insofern ist ein gewöhnlicher Touchscreen nicht zu empfehlen, ev. sind Industrienorm-zertifizierte Geräte in dieser Hinsicht weniger anfällig oder leichter zu reinigen.

In Folge des entwickelten Konzeptes, das anhand der eingelesenen Barcodes den Kontrollfluss bestimmt, wurden herkömmliche Eingaben nahezu überflüssig. Mit Ausnahme bewusst eingeführter Kontrolleingaben und Bestätigungen gibt es nur sehr wenig Bedarf an Eingaben.

An das Ausgabegerät werden auch keinerlei große Anforderungen gestellt. Je nach Größe muss eventuell die Darstellung der Software angepasst werden. Wichtig ist, dass etwaige Fehler- und Warnmeldungen oder Hinweise auch aus einiger Entfernung lesbar sind. Hierfür gibt es verschiedene Lösungsansätze wie Popups, Overlays oder die Aufteilung auf verschiedene Reiter. Zusätzlich empfiehlt sich ein akustisches Signal als Warnung.

Weiters wäre es denkbar diese Anwendung in Form einer Smartphone-App zu realisieren. Jeder der vier Bereiche würde somit einen Teilbereich der App darstellen. Der Vorteil dieses Ansatzes wäre, dass der Barcode gleich mit der Handy-Kamera fotografiert werden kann, dieser intern durch ein Modul<sup>19</sup> verarbeitet wird und die entschlüsselten Daten der App direkt zur weiteren Bearbeitung zur Verfügung stehen. Diese Herangehensweise würde sowohl ein Barcodelesegerät ersparen, als auch die weitere Verarbeitung der barcodierten Daten erheblich vereinfachen. Der Vorteil dabei wäre, eine Integration von Eingabe-, Anzeige-, und Barcodelesegerät in einer Lösung, ohne Treiber- oder Kompatibilitätsproblemen.

### 6.5.5. Schematische Darstellung des generischen Prozesses

Nach Bereitstellung aller erforderlichen Informationen wird im Folgenden der prinzipielle Ablauf des generischen Prozesses erläutert. Es ist im Wesentlichen eine Zusammenfassung der verschiedenen bisher betrachteten Aspekte und eine rudimentäre Beschreibung der in Abbildung 6.12 dargestellten Schritte. Der vollständige generische Prozess befindet sich im Anhang.

- Zu Beginn wird eine neue (generische) Aufgabe mittels GUI angelegt. Das System ermittelt, welche Behälter zur Erfüllung der Aufgabe benötigt werden, stellt diese an den Kommissionierstellen bereit und visualisiert deren Position im Regal.
- Das Archivpersonal bestätigt, dass die besagten Behälter gefunden wurden.
- Als nächstes wird die Position des Einschubs innerhalb des Behälters per GUI visualisiert.
- Das Archivpersonal bestätigt, dass die besagten Einschübe gefunden und entnommen wurden.
- Anschließend erfolgt das Ein- oder Auslagern der Proben. Dabei wird nach jeder Probe überprüft, ob für eine weitere Bearbeitung der Aufgabe der aktuelle Einschub geeignet ist, ein anderer Einschub aus demselben Behälter benötigt wird oder ein neuer Behälter erforderlich ist.

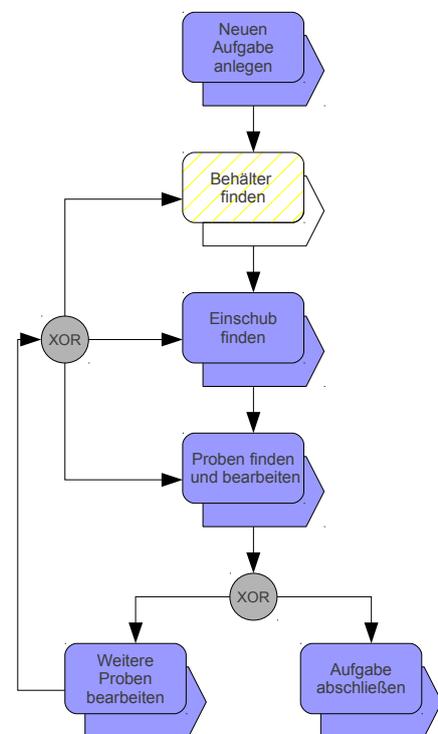


Abbildung 6.12.: Generischer Prozess:  
Übersicht

<sup>19</sup> Eine entsprechende App ist bereits im Android-Market erhältlich: ZXing Team 2011

- Zum Abschluss der Aufgabe wird dem System mitgeteilt, dass alle Einschübe wieder im Behälter sind und dieser sich nicht mehr im Zugriff befindet. Ab diesem Zeitpunkt kann der Behälter wieder ins Regalinnere transportiert werden.

### 6.5.6. Vom generischen Prozess zum Sollprozess

Mit Fortlauf der Modellierung wurden die Use-Cases nach und nach zusammengefasst bzw. neu gruppiert.

“Rückgabe” wurde zu “Einsortierung” umbenannt, um zu zeigen, dass hier nicht nur bereits erfasste entlehene Proben wieder eingegliedert werden, sondern auch verzögert ins Archiv gelieferte neu einzulagernde Proben. Der Begriff fasst also alle Fälle zusammen, in denen Proben in einen bereits zuvor befüllten Behälter *einsortiert* werden sollen. Im Gegensatz dazu blieb die Bezeichnung “Einlagern” für die initiale Einlagerung der neuen Proben in noch nicht befüllte Behälter bestehen.

In weiterer Folge wurde auf den Use-Case “Entsorgung” verzichtet, da keine Proben aus dem Bestand ausgegliedert werden<sup>20</sup>. Der Fall würde nur eine Rolle spielen, wenn Proben zu Bruch gehen oder aus sonstigem Grund unbrauchbar werden. Doch auch dieser Fall wurde vom Archivpersonal als nicht sehr wahrscheinlich eingeschätzt. Es besteht also aktuell kein Bedarf an dieser Funktionalität. Sollte sich das in Zukunft ändern, kann sie mit wenig Aufwand nachträglich ergänzt werden. Im Wesentlichen muss nur eine Möglichkeit bereitstehen dem System mitzuteilen, dass Proben aus dem Bestand “gelöscht” werden sollen. Das könnte entweder als Spezialfall der Entnahme zu sehen sein oder durch einen gänzlich eigenen Use-Case.

Die “Umschichtung” wurde zu Beginn als eine effiziente Möglichkeit, Proben von einem Einschub in einen anderen zu übersiedeln, angedacht. Dies tritt z.B. ein wenn der vorhandene Platz für die nachträglich einzusortierenden Proben nicht mehr ausreichend ist. Dieser Use-Case wurde zunächst beibehalten, jedoch wanderte der Trigger in Form eines Buttons zur Auswahl der Aufgabenart zur manuellen Auswahl in den Prozess des Einsortierens, wurde somit in diesen integriert.

Durch die Wahl einer optimierten Behälterorganisation wurde versucht, den Fall des zeitraubenden Umschichtens auf ein Minimum zu reduzieren. Sollte jetzt der Platz innerhalb eines Einschubs nicht mehr ausreichen, wird zuerst versucht, die restlichen Proben in einem Stück, nicht fragmentiert, in einen anderen Einschub des betroffenen Behälters einzulagern. Sollte dies auch nicht erfolgreich sein, tritt der überarbeitete Umschichten-Use-Case in Kraft. Hierfür wird ein Behälter angeliefert, der jene Proben aufnimmt, die in ihrem ursprünglichen Behältern keinen Platz mehr hatten.

Abschließend wurden “Einlagern” und “Einsortieren” zu “Probeneingang” zusammengefasst, um dem Archivpersonal die Entscheidung abzunehmen, ob es sich um eine neue

---

<sup>20</sup> Es besteht eine gesetzliche Vorhaltezeit von 30 Jahren. Da der Wert des Probenbestands mit Vielfalt und Menge steigt, werden auch danach keine Proben entsorgt werden.

Probe oder um eine bereits erfasste handelt. Nach reiflicher Überlegung wurde der Probeneingang wieder in “Probeneingang” und “Einsortierung” aufgesplittet. Grund dafür ist der für das automatische Erkennen der Aufgabenart zusätzlich erforderliche Scan jeder einzelnen Probe, der sie entweder einer Einlagerungs- oder einer Einsortierungsaufgabe zuweist, damit in weiterer Folge die notwendigen Behälter bereitgestellt werden können. Der zweite Scan verheiratet wie bisher die Probe mit dem jeweiligen Einschub. Diese zweimalige Bearbeitung derselben Probe gilt es zu vermeiden. Hierfür wurden zwei Möglichkeiten in Betracht gezogen:

- Das erste Scannen wird eingespart.

Dadurch ist keine automatische Aufgabenzuordnung mehr möglich. Das heißt, der/die BenutzerIn muss festlegen, ob die Probe einzulagern ist (neu erstellte Probe) oder ob sie in einen bereits befüllten Behälter einsortiert werden soll (Rückgaben und verzögerte Lieferung).

- Einlagern neuer Proben: Der überwiegende Teil der Proben, die Eingang ins Archiv finden, sind neu angefertigte, also jene, die frisch erzeugt und befundet wurden und in den letzten zu befüllenden Behälter eingeschichtet werden sollen. Diese Proben haben einen definierten Herkunftsort (Histolabor) und sind grundsätzlich nicht mit Rückgaben und verzögert gelieferten Proben vermischt. Daher ist eine automatische Bestimmung dieser Proben nicht notwendig, auch der betreffende Behälter ist in diesem Fall immer der aktuell zu befüllende. Somit kann beim Einlagern auf das erste Scannen verzichtet werden, das zweite bleibt wie gehabt.
- Rückgaben/verzögerte Lieferungen: Hier ist das erste Einscannen auf jeden Fall erforderlich, da zuerst herausgefunden werden muss, in welchen Behälter/Einschub die betreffende Probe zu gelangen hat.

- Das zweite Scannen wird eingespart.

Wenn die Probe bereits das erste Mal gescannt und einer Einsortiertaufgabe zugeordnet wurde, weiß das System, dass diese Probe in Kürze einsortiert wird und stellt den zugehörigen Behälter bereit, d.h. die Relation zwischen Probe/Einschub/Behälter ist bereits gegeben. Somit wäre es eine Möglichkeit, dass die Proben in den betreffenden Einschub einsortiert werden und anschließend ein manuelles OK bestätigt, dass alle im vorgesehenen Einschub sind. Sollte zu wenig Platz vorhanden sein, ist wie gehabt ein Umschichten notwendig. Bei dieser Variante gilt es, die Vorteile der eingesparten Scans mit dem Nachteil des Verlusts an Sicherheit, die Schritte durch das System überwachen zu können, abzuwägen. Hierbei muss sich das System darauf verlassen, dass alle zuvor erfassten Proben auch tatsächlich einsortiert wurden. Im Sinne einer lückenlosen Dokumentation kaum tragbar. Andererseits kann auch

nicht mit Sicherheit gesagt werden, dass die Proben nach einem zweiten Scan, dem konformen Verheiraten, auch wirklich im entsprechenden Einschub landen<sup>21</sup>.

Die zuerst beschriebene Variante, die Aufspaltung der Einlagerung und der Einsortierung, wird an dieser Stelle empfohlen, da kein nennenswerter Verlust an Kontrolle entsteht und trotzdem die Anzahl der erforderlichen Scans halbiert wird. Die weitere Optimierung, den zweiten einzusparen, ist mit Vorsicht zu genießen und sollte, sofern die Personalkapazitäten ausreichend sind, nicht zur Anwendung kommen.

Der generische Prozess wurde nach Abschluss der Sollprozesse noch einmal mit diesen synchronisiert, beinhaltet somit aktuelle Termine und kann daher nach wie vor als valide und vereinfachte Zusammenfassung der Sollprozesse verwendet werden. Dabei wird ausschließlich die Interaktion mit dem Warenlager, nicht dessen Umwelt betrachtet. Aus diesem Grund sind die Probenherstellung sowie die Erstellung eines Entnahmeauftrags mittels Blocktracking nicht enthalten. Diese Bereiche wurden erst später den Soll- und Istprozessen hinzugefügt. Sie stellen den kleinsten gemeinsamen Nenner dar, bieten also die meisten Überschneidungen zwischen Soll und Ist.

### 6.5.7. Die resultierenden Sollprozesse

Letztendlich sind drei Anwendungsfälle verblieben:

- Probeneingang: Neue Proben werden sequentiell eingelagert. Die Relation Probe – Einschub wird erstellt. Die Einlagerung erfolgt in einem leeren Behälter.
- Einsortierung: Sie betrifft bereits erfasste Proben (Rückgabe) oder verzögert gelieferte noch nicht erfasste. Die Einlagerung erfolgt in einem bereits zuvor befüllten Behälter. Die zusätzlichen Proben müssen also in einen vorhandenen Bestand einsortiert werden.
- Entnahme: Proben werden aus ein oder mehreren Behältern entnommen und in der Probenverwaltung als entlehnt vermerkt.

In Tabelle 6.3 sind alle erforderlichen Interaktionen mit dem System zusammengefasst, die für eine Bearbeitung einer Aufgabe erforderlich sind.

Die Vorstellung der Sollprozesse beginnt mit einem Überblick über die einzelnen Teilprozesse, um die Zusammenhänge zu verdeutlichen. Die Teilbereiche werden anschließend detailliert erklärt ausgehend von der Umwelt des Archivs, der Probenherstellung und der Anforderung von zu entnehmenden Proben. Diese Bereiche haben sich im Vergleich zu den Istprozessen nur marginal geändert. Im Anschluss erfolgt die Erläuterung der restlichen

---

<sup>21</sup> Mögliches Szenario: Ein Anruf erfolgt zwischen dem zweiten Scan und dem Einsortieren. Nach dem Telefonat wird die Probe irrtümlich in einen anderen Einschub gegeben.

n	Vorgang	I/O	Interaktion
1	Es wird ein Auftrag erstellt:	in	Eingabe der Auftragsart per GUI
1a	– Bei einer Entnahme erhält die Probenverwaltung vom Blocktracking die Information, welche Proben benötigt werden, und stellt die zugehörige Behälter bereit.		
1b	– Beim Probeneingang kennt die Probenverwaltung den zuletzt unvollständig befüllten Behälter für neue Proben und stellt ihn bereit.		
1c	– Bei einer Einsortierung muss man die einzusortierenden Proben dem System bekannt geben.	in	Ein Barcodescan pro Probe
2	Ist der Behälter in einer Kommissionierstelle bereitgestellt, wird dessen Position visualisiert.	out	GUI zeigt Behälterposition im Regal an
3	Der Behälter wird identifiziert, wenn erfolgreich: <i>“Behälter in Zugriff”</i> .	in	Barcodescan des Behälters
4	Ist der Behälter in Zugriff, wird die Position des Einschubs darin visualisiert.	out	GUI zeigt Einschubposition im Behälter an
5	Der Einschub wird identifiziert, wenn erfolgreich: <i>“Einschub in Zugriff”</i> – Einschub wird aus Behälter entnommen.	in	Barcodescan des Einschubs
6	Die Proben werden bearbeitet (entweder aus Einschub genommen oder einsortiert/geschlichtet).	in	Barcodescan jeder einzelnen Probe
7	Der Einschub wird wieder in den zugehörigen Behälter gegeben und identifiziert, um Zugriff zu beenden, wenn erfolgreich: <i>“Behälter in Zugriff”</i> .	in	Barcodescan des Einschubs
8	Sollten noch weitere Proben in anderen Einschüben desselben Behälters zu bearbeiten sein: weiter bei Schritt 4.		
9	Der Behälter wird identifiziert um Zugriff zu beenden, wenn erfolgreich ist Zugriff auf den Behälter abgeschlossen.	in	Barcodescan des Behälters
10	Sollten noch weitere Proben in anderen Behältern zu bearbeiten sein: weiter bei Schritt 2.		

Tabelle 6.3.: Übersicht der anfallenden Interaktionen zwischen Mensch und Maschine

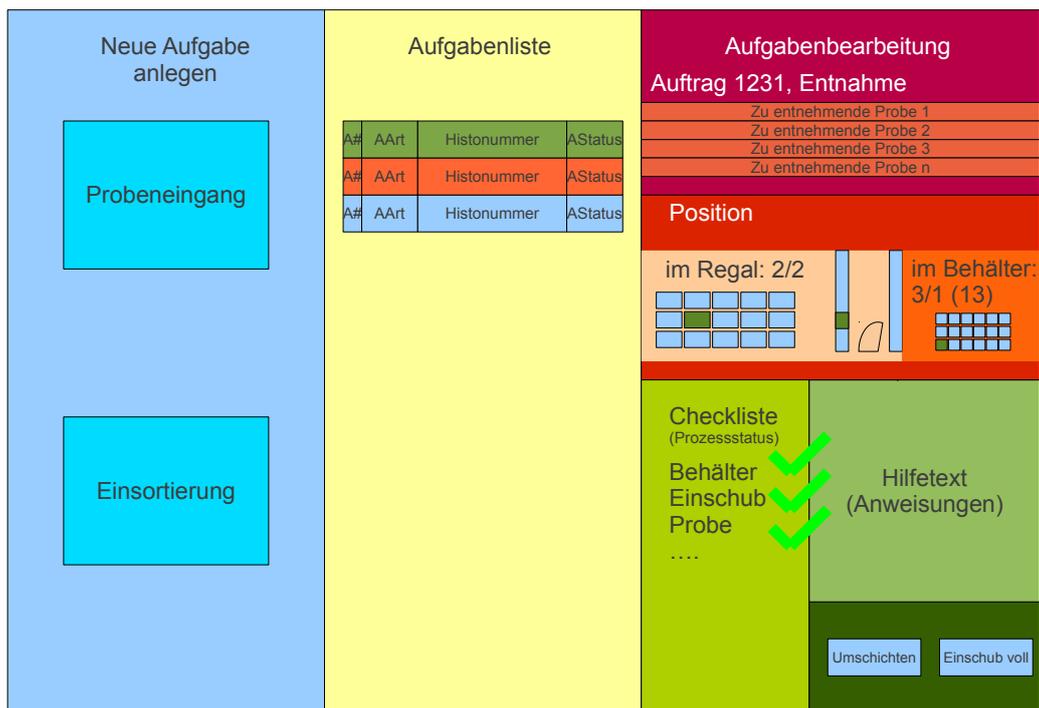


Abbildung 6.13.: Letzter Stand des GUI-Konzeptes, exemplarisch dargestellt an einer zu bearbeitenden Entnahme

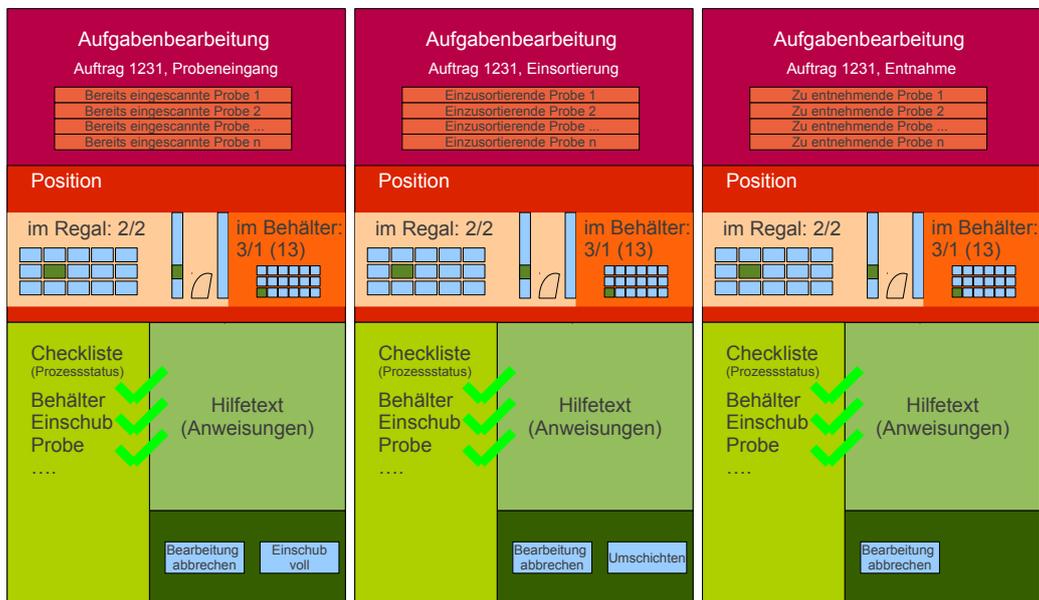
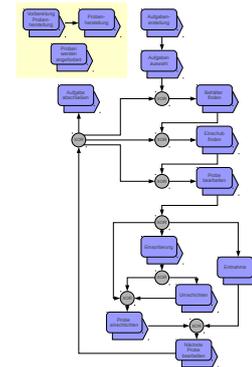


Abbildung 6.14.: Geringfügige Anpassungen der GUI an die unterschiedlichen Use-Cases: von links nach rechts: Probeneingang, Einsortierung, Entnahme

Komponenten, wobei erwartungsgemäß Parallelen mit dem generischen Prozess auftreten und darüber hinaus die anwendungsfallspezifischen Details erläutert werden. Hierfür mussten je nach Use-Case auch geringe Anpassungen an der GUI vorgenommen werden. Die jeweiligen Unterschiede sind in Abbildung 6.14 zu erkennen, die endgültige GUI am Beispiel einer Entnahme in Abbildung 6.13.

### Übersicht – Teilprozesse:

Die Übersicht zeigt die verschiedenen Teilbereiche des Gesamtprozesses. Die blassgelb hinterlegten Symbole stellen die Prozessumgebung dar, also jene Abläufe die indirekt Auswirkungen auf das Lager haben, aber nicht Teil des Warenlagers oder dessen Handhabung sind. Die Probenherstellung ist jener Vorgang der erfolgt, bevor die Proben eingelagert werden können. Um das Schema allgemein gültig zu halten, wurde die Probenherstellung nicht per Kontrollfluss mit dem Lagerungsprozess verbunden, da dieser auch mit dem Altbestand von Proben für den Probeneingang angewendet werden könnte. So wie der besprochene Teil zur Zulieferung von Proben führt, so ist die Anforderung von Proben für die Erzeugung von Entnahmeaufgaben und die Auftragsverwaltung zuständig. Der Gesamtprozess stellt eine anwendungsfallspezifische Erweiterung des generischen Prozesses dar.

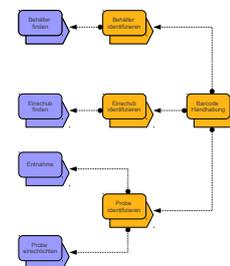


Siehe Anhang  
Abbildung D.22

### Übersicht – Prozessverfeinerungen:

In dieser Übersicht werden alle vorgenommenen Prozessverfeinerungen angeführt, um deren Beziehungen offenzulegen. Da sie einzelne Funktionen näher beschreiben, tauchen sie nicht in der vorigen Übersicht der Teilprozesse auf. Die dafür gewählte Form der Darstellung folgt den in Unterabschnitt 6.3.1 beschriebenen Überlegungen.

“Behälter/Einschub/Probe identifizieren” sind die Teilprozesse hinter den jeweiligen verfeinerten Funktionen. Sie wiederum beinhalten ebenfalls eine vertikale Segmentierung indem die Funktion “Barcode Handhabung” in einen eigenen Prozess zur detaillierteren Beschreibung ausgelagert wurde.



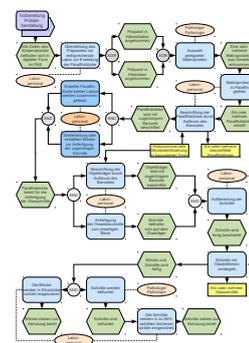
Siehe Anhang  
Abbildung D.21

### Vorbereitung Probenherstellung:

In diesem Bereich hat sich im Vergleich zu den Istprozessen nichts geändert (siehe Abschnitt 6.4.3). Der Vollständigkeit halber befindet sich dennoch der gesamte Sollprozess inklusive dieses Teilprozesses im Anhang.

### Probenherstellung:

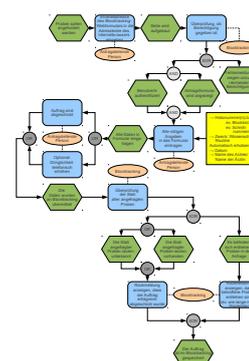
In diesem (Teil-)Prozess werden die Blöcke und Schnitte hergestellt. Je nach Art des Präparates werden die Blöcke entweder im Histolabor oder im Hämatolabor produziert. Gegenwärtig werden sie aus dem Hämatolabor nur im zweiwöchigen Intervall ins Archiv überstellt. Somit sind auch bei den Blöcken verzögerte Lieferungen zu erwarten, deren Ausmaß sehr unterschiedlich sein kann und die Platzplanung erschwert. In Zukunft sollen alle im Hämatolabor erstellten Blöcke bereits unmittelbar nach der Herstellung ins Histolabor überstellt werden, um dort, bereits nach ihrer Histonummer sortiert, den weiteren Herstellungsprozess durchlaufen zu können. Diese Vorgehensweise vermeidet verzögerte Lieferungen bei den Paraffinblöcken. Durch die unterschiedlich lange Befundung bleibt diese bei Glasschnitten erhalten. Zum besseren Erkennen der Unterschiede zum Istprozess sind die Gemeinsamkeiten in der Miniaturansicht ausgegraut.



Siehe Anhang  
Abbildung D.24

### Proben werden angefordert:

Vor der Entnahme werden die Proben wie gehabt per Webinterface angefordert. Die Softwareinfrastruktur im Hintergrund bleibt erhalten, die Aufträge werden also im Blocktracking gespeichert. Das Anfordern wird sich für die Endnutzerschaft nur geringfügig verändern. Im Gegensatz zur bisherigen Verwaltung mittels Histonummer und der vorhandenen Zahl zugehöriger Proben kann in Zukunft durch die Erfassung jeder einzelnen sehr genau festgelegt werden, welche entliehen werden soll, z.B. durch Nutzung des in Unterabschnitt 4.1.3 beschriebenen baumartigen Aufbaus der Histonummer. Weiters soll nun bereits nach dem Absenden eines Auftrages überprüft werden, welche der angeforderten Proben im Archiv verfügbar sind. Sollte eine Teilmenge bereits entliehen sein, könnte eine entsprechende Rückmeldung erfolgen, die zusätzlich noch Auskunft darüber gibt, seit wann die Proben bereits entliehen sind, wann mit einer Rückgabe zu rechnen sei und, sollten bereits mehrere zuvor diese Probe angefragt haben, an welcher Warteposition die eigene Anfrage gereiht wurde. Eine Auskunft über die Identität des bzw. der aktuellen InhaberIn sollte aus datenschutzrechtlichen Gründen und zur Vermeidung etwaiger informeller Abkürzungen, die sich somit den Aufzeichnungen entziehen, nicht erfolgen. Die Alternative einer Anforderung mittels Papierformular soll zur Gänze eingestellt werden. Dies ist für eine lückenlose digitale Dokumentation aller Entnahmen innerhalb eines Sys-



Siehe Anhang  
Abbildung D.25

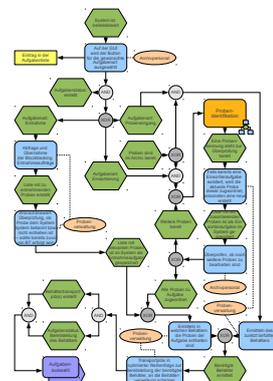
tems erforderlich.

### Aufgabenerstellung:

Zu Beginn jeder Interaktion mit dem Warenlager muss eine Aufgabe erstellt werden. Je nach Erfordernis wählt das Archivpersonal den, der gewünschten Aufgabenart entsprechenden Button auf der Benutzeroberfläche. Dadurch wird eine neue Aufgabe in der Probenverwaltung mit dem Status “erstellt” und der zuvor gewählten Aufgabenart angelegt. Diese bestimmt den weiteren Ablauf des Gesamtprozesses.

Im Falle einer Entnahme werden die Entnahmaufträge vom Blocktracking-Server mittels Client abgerufen und an die Probenverwaltung überstellt. Diese fasst die darin angeforderten Proben in Entnahmaufgaben zusammen<sup>22</sup>. Damit nur Proben in die Entnahmaufgabe übernommen werden, die sich auch tatsächlich im Warenlager befinden, führt die Probenverwaltung für jede Probe eine entsprechende Überprüfung durch und meldet das Ergebnis an den Blocktracking-Client zurück. Die resultierende Liste aller vorhandenen Proben dient in weiterer Folge zur Ermittlung der benötigten Behälter.

Wurde eine Einsortieraufgabe erstellt, so ist eine notwendige Voraussetzung, dass einzusortierende Proben physisch vorhanden sind. Um die benötigten Behälter, in die die Proben einsortiert werden sollen, bereitstellen zu können, müssen die Proben dem System bekannt gegeben werden (siehe Unterabschnitt 6.5.6). Dieser Vorgang beschreibt die Funktion “Probe identifizieren”, die durch eine Prozessverfeinerung im gleichnamigen Teilprozess detaillierter beschrieben wird. Dieser stellt sicher, dass das Ergebnis der Funktion in jedem Fall eine eindeutige Probenkennung ist. Diese Kennung wird einer vorhandenen Einsortieraufgabe zugewiesen. Es bietet sich an, alle aktuell einzusortierenden Proben in einer Aufgabe zusammenzufassen, um weitere logistische Optimierungen durchführen zu können<sup>23</sup>. Wurden alle Proben einer Einsortieraufgabe zugewiesen, kann wie zuvor bei der



Siehe Anhang  
Abbildung D.26

<sup>22</sup> Die Gruppierung erfolgt dabei in erster Linie nach Auftraggeber, in zweiter Ebene nach den beinhaltenden Behältern. Die Probenverwaltung kann pro Aufgabe die Proben nach dem erwarteten chronologischen Eintreffen der benötigten Behälter sortieren. Sollten 100 Proben angefordert werden, die über vier Behälter verteilt sind, wäre es sinnvoll den Behälter mit dem kürzesten Weg zuerst bereitzustellen. Somit kann die Bearbeitung bereits beginnen, während die weiteren Behälter angeliefert werden. Im Idealfall ist ein Behälter durch die Bearbeitung einer vorigen Aufgabe in einer Kommissionierstelle bereits verfügbar. Diese logistische Optimierung reduziert Wartezeiten und steigert damit die Effizienz. Abschließend müssen die pro Behälter entnommenen sortierten Fragmente in der richtigen Reihenfolge verpackt werden, um die Gesamtsortierung wiederherzustellen.

<sup>23</sup> Je größer die Menge der einzusortierenden Proben ist, umso wahrscheinlicher wird es, dass sich mehrere einen bestimmten Behälter teilen. Es erfolgt eine Gruppierung nach Behälter.

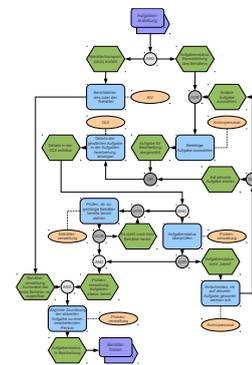
Erstellung der Entnahmeaufgabe ermittelt werden, welche Behälter benötigt werden<sup>24</sup>.

Die Aufgabenart "Probeneingang" benötigt nur die Ermittlung des zuletzt für den Probeneingang verwendeten Behälters. Dieser bietet in der Regel noch Platz für weitere neu einzulagernde Proben, da er sonst beim letzten Probeneingang als voll gekennzeichnet worden wäre. Das System muss also immer wissen, welche Behälter aktuell zur Befüllung bestimmt sind. Da die Menge der Proben, die ein Behälter aufnehmen kann, durch das variable Probenverhältnis schwankt, kann diese Aufgabe nicht parallelisiert werden. Es müssen die Proben seriell, ihrer Sortierung nach, Behälter für Behälter initial eingelagert werden.

Würden die entsprechenden Behälter ermittelt, kann die Probenverwaltung die erforderlichen Transportjobs an die Behälterverwaltung schicken, wodurch der Aufgabenstatus in "Bereitstellung des Behälters" wechselt. Sind zur Erfüllung einer Aufgabe mehrere Behälter nötig, werden mehrere Transportjobs erstellt und in einer Queue innerhalb der Behälterverwaltung gespeichert. Tritt der Fall ein, dass mehr Behälter angefordert werden als freie Kommissionierplätze zur Verfügung stehen, ist somit sicher gestellt, dass zusätzliche Transportjobs nicht verloren gehen oder ignoriert werden, sondern solange vorgehalten bleiben, bis ein Behälter abgeschlossen wird und somit automatisch vom AiV ins Regalinnenleben befördert wird.

### Aufgabenauswahl:

Nachdem die Aufgabe angelegt worden ist, erscheint sie ihrem Status entsprechend in einer Aufgabenliste (siehe Unterunterabschnitt 6.5.2.4). Um sie bearbeiten zu können, muss sie an dieser Stelle ausgewählt werden, es sich nicht zwangsläufig um die unmittelbar zuvor erstellte Aufgabe handeln muss. Sobald ein Eintrag selektiert wurde, werden die der Aufgabe zugehörigen Details angezeigt. Dazu gehören z.B. der Aufgabenstatus, die Aufgabenart, die Auflistung der betreffenden Proben und möglicherweise eine eindeutige Aufgabennummer. Die weiteren Handlungsmöglichkeiten hängen vom aktuellen Aufgabenstatus ab. Die Aufgabe kann nur bearbeitet werden, wenn sie sich im Status "bereit" befindet. Wird eine ausgewählt, die noch im Status "Bereitstellung des Behälters" ist, kann entweder gewartet werden, bis der erste Behälter bereit steht, oder eine andere ausgewählt werden. Sollte diese bereits in Bearbeitung sein, ist sie so lange nicht zugreifbar, bis der Zugriff



Siehe Anhang  
Abbildung D.27

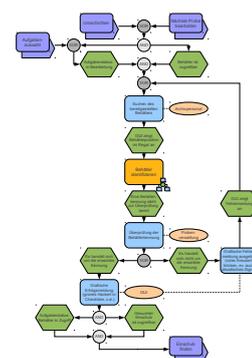
<sup>24</sup> Sofern erwünscht, kann bereits zuvor eine Bereitstellung von ein bis zwei Behältern, je nach Auslastung auch mehr, beginnen. Dadurch kann bereits nach der Erstellung der Aufgabe mit der Einsortierung begonnen werden. Werden zu der aktuellen Einsortieraufgabe auch noch weitere Aufgaben abgearbeitet, empfiehlt es sich, die Anzahl der bereits im Vorfeld bereitzustellenden Behälter zu beschränken, da ansonsten ein Engpass an freien Kommissionierstellen auftreten kann.

beendet wird (siehe “Aufgabe abschließen”). Dies erfolgt entweder durch einen ordnungsgemäßen Abschluss durch vollständige Bearbeitung aller Proben oder durch einen manuellen Abbruch. Im ersten Fall können keine Änderungen vorgenommen werden, es werden lediglich die Details zu Dokumentationszwecken angezeigt. Wurde ein Auftrag zu einem früheren Zeitpunkt unter- oder abgebrochen, kann er zu diesem Zeitpunkt fortgesetzt werden. Durch die Reaktivierung wird zuerst ermittelt, welche Behälter erforderlich sind und anschließend die zugehörigen Behältertransportjobs in Auftrag gegeben. Ab diesem Zeitpunkt befindet sich die Aufgabe wieder im Status “Bereitstellung des Behälters”.

Ist der Status der Aufgabe “bereit”, wodurch sichergestellt ist, dass mindestens ein Behälter<sup>25</sup> zur Abarbeitung der Aufgabe bereitsteht, kann die Bearbeitung beginnen. An dieser Stelle könnte eine Zuordnung der aktuellen Aufgabe zu der bearbeitenden Person erfolgen. Neben einer zusätzlichen wertvollen Information für die Dokumentation der Aufgabenbearbeitung vereinfacht dies eine Mehrbenutzeranwendung<sup>26</sup>. Die Aufgabe befindet sich ab diesem Zeitpunkt im Zustand “in Bearbeitung”.

### Behälter finden:

Dieser Teilprozess blieb seit der Weiterentwicklung des generischen Prozesses nahezu unverändert. Zu Beginn ist durch die vorangegangenen Schritte sichergestellt, dass sich der Behälter in einer Kommissionierstelle befindet und dadurch zugreifbar ist. Das Archivpersonal sucht den erforderlichen Behälter mit Hilfe der Visualisierung der Benutzeroberfläche. Wurde er gefunden, wird dies dem System mittels “Behälter identifizieren” mitgeteilt. Dieser Teilprozess ermittelt die eindeutige Behälterkennung, mit deren Hilfe überprüft werden kann, ob der vom Archivpersonal ausgewählte Behälter jenem vom System bereitgestellten entspricht. Ist dies nicht der Fall, wird eine Fehlermeldung angezeigt und der Identifikationsprozess beginnt von neuem<sup>27</sup>. Wurde der erwartete Behälter erfolgreich ausgewählt, wird dies von einer visuellen Bestätigung am Bildschirm begleitet und der Aufgabenstatus



Siehe Anhang  
Abbildung D.28

<sup>25</sup> Wie zuvor beschrieben, wird die Reihenfolge der zu bearbeitenden Proben an das Einlangen der Behälter angepasst.

<sup>26</sup> So könnte zum Beispiel ein privilegierter Benutzeraccount angelegt werden. Aufgaben, die mit diesem durchgeführt werden, erhalten eine hohe Priorität und werden schnellstmöglich abgearbeitet (Bevorzugung bestimmter Transportjobs).

<sup>27</sup> Wurde mit Sicherheit der Behälter an der vorgegebenen Position identifiziert, die Rückmeldung des Systems besteht jedoch weiterhin darauf, dass es sich nicht um den erwarteten Behälter handelt, ist dies ein Hinweis für eine fehlerhafte Zuordnung zwischen Stellplatz und Behälter. Die kann z.B. durch eine manuelle Entnahme eines Behälters aus dem Regal erfolgt sein. Jede manuelle Veränderung von Behältern innerhalb des Regals kann zu Inkonsistenzen innerhalb der Behälterverwaltung führen, da deren Relationen dadurch u.U. nicht mehr aktuell sind.

ändert sich infolge auf “Behälter in Zugriff”.

Dieser Prozess ist optional und könnte übersprungen werden, da der folgende Teilprozess “Einschub finden” die Behälteridentifikation implizit beinhaltet. Darum ist er in der Übersicht der Teilprozesse und in “Umschichten” schraffiert dargestellt.

### Einschub finden:

Der Einschub wird identifiziert und überprüft, ob es sich um den richtigen handelt. Ist dies der Fall, erhält man eine Erfolgsmeldung und der Status ändert sich in “Einschub in Zugriff”. Ab diesem Zeitpunkt ist der Inhalt des Einschubs zugreifbar, d.h. es können Proben eingefügt oder herausgenommen werden.

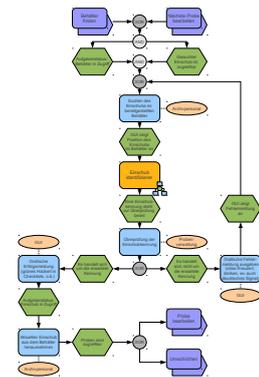
Der Ablauf dieses Teilprozesses entspricht im Wesentlichen dem vorigen. Anstelle des Behälters im Regal gilt es hier den erforderlichen Einschub im Behälter für den weiteren Zugriff zu identifizieren. Insofern ist es Voraussetzung, dass die Einschübe zugreifbar sind, was durch den vorangegangenen Prozess sichergestellt ist. Weiters wird die Position des Einschubs im Behälter angezeigt. Zur Identifikation dient die Funktion “Einschub identifizieren”, die im gleichnamigen Teilprozess als entsprechend detailliertere Prozessverfeinerung ausgestaltet ist. Das Resultat dieser Funktion ist eine eindeutige Einschubkennung.

Durch die Relation zwischen Behälter und Einschub ist es ausreichend, nur den Einschub zu identifizieren. Auf den zugehörigen Behälter kann dadurch rückgeschlossen werden. Darum ist der vorige Prozess nicht unbedingt explizit erforderlich, sondern kann zusammen mit der Einschubidentifikation implizit erfolgen.

Dieser Teilprozess endet mit dem Aufgabenstatus “Einschub in Zugriff”, womit sichergestellt ist, dass Proben entweder ein- oder ausgelagert werden können.

### Probe bearbeiten:

Der Name “Probe bearbeiten” soll zum einen zeigen, dass hier die eigentliche Handhabung der Proben beginnt, indem die Unterscheidung getroffen wird, welcher Anwendungsfall gemäß der Aufgabenart abgearbeitet werden soll, und zum anderen durch die Wahl des Singulars verdeutlichen, dass die folgenden Schritte iterativ Probe für Probe durchlaufen werden. Die Schleife dieser Iteration ist in der Übersicht gut zu sehen und bereits in Zusammenhang mit dem generischen Prozess erklärt worden.



Siehe Anhang  
Abbildung D.29



Siehe Anhang  
Abbildung D.30

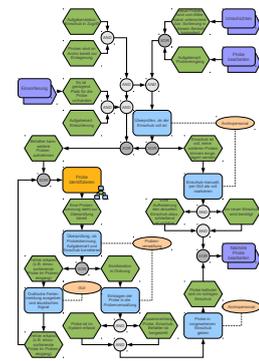
### Probe einschlichten:

Dieser Teilprozess stellt den Vorgang dar, Proben in den Einschub einzuschichten. Da dies ein grundlegender Ablauf ist, dient er als Basis für weitere Prozesse. Die Vorbedingung ist, dass jene Proben physisch zur Einlagerung zur Verfügung stehen und sich der benötigte Einschub bereits durch vorangegangene Prozesse in Zugriff befindet.

Im Falle eines initialen Probeneinganges<sup>28</sup> muss zuerst geprüft werden, ob der aktuelle Einschub der einzulagernden Probe noch Platz bietet. Da hierfür keine automatische Erkennung vorgesehen ist<sup>29</sup>, muss diese durch eine manuelle Eingabe des Archivpersonals mittels GUI erfolgen (siehe “Einschub voll”-Button in Abbildung 6.14). Wurde der Einschub als voll markiert, wird vom System der nächste Einschub vorgeschlagen und dessen Position im Behälter visualisiert. Sind bereits alle Einschübe als voll markiert, wird ein leerer Behälter augenblicklich bereitgestellt und als “neu zu befüllender” gespeichert (siehe Abschnitt 6.5.7). Der aktuelle Behälter muss noch ordnungsgemäß abgeschlossen werden, dies erfolgt in “Nächste Probe bearbeiten”.

Ähnlich verhält es sich im Falle eines vorangegangenen Umschichtens. Hierfür wird ebenfalls ein spezieller Behälter verwendet, in dem alle Proben zusammengefasst sind, die an ihrem ursprünglichen Platz nicht einsortiert werden konnten (siehe Abschnitt 6.5.7). Auch hier ist eine manuelle Kontrolle erforderlich, um anschließend den Behälter ggf. als voll markieren zu können. In weiterer Folge wird vom System ein neuer leerer Behälter bereitgestellt, der in Zukunft die weiteren Proben aus einem Umschichtprozess beheimatet.

Diese Überprüfung ist im Falle einer vorangegangenen “Einsortierung” nicht notwendig, da sie bereits Teil des Einsortierungsprozederes ist. Sobald sichergestellt ist, dass die aktuelle Probe eingelagert werden kann, muss sie identifiziert werden. Die dabei resultierende Probenkennung kann für eine Überprüfung herangezogen werden. So kann an dieser Stelle festgestellt werden, ob eine bereits bekannte einzusortierenden Probe im Rahmen eines Probeneingangs erfasst wurde. Sollte dies erfolgt sein, muss eine Fehlermeldung in visueller und akustischer Form erfolgen. Es wird also kontrolliert, ob die Probenkennung, der aktuell in Zugriff befindliche Einschub und die Aufgabenart korrelieren. Sollten die Zusammenhänge in Ordnung sein, wird im Falle einer neuen Probe die Probenkennung in



Siehe Anhang  
Abbildung D.31

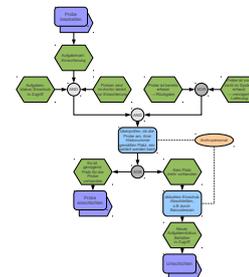
<sup>28</sup> Beschrieben durch den Eintrittspunkt “Probe bearbeiten”, gefolgt von dem Zustand “Aufgabenart: Probeneingang”.

<sup>29</sup> Eine automatische Erkennung wird durch das variable Probenverhältnis und der nicht einheitlichen Dicke der Paraffinblöcke erschwert. Es ist somit nicht bekannt, mit wieviel Stück welcher Probenart in welchen Bereichen des Behälters zu rechnen ist. Es könnten jedoch Hochrechnungen und Abschätzungen vorgenommen werden.

die Probenverwaltung eingetragen, wodurch die Relation zwischen Probe, Einschub und in weiterer Folge Behälter hergestellt, oder bei einer Rückgabe der Status von “entliehen” auf “lagernd” geändert wird. Abschließend muss die Probe noch in den Einschub gelegt werden, um die virtuelle Verknüpfung auch real umzusetzen.

### Einsortierung:

Die Einsortierung wird ausgeführt, wenn Proben zurückgegeben oder verzögert angekommene Neuproben im Archiv eingelagert werden. Sie müssen im Archiv vorhanden sein. Zu diesem Zeitpunkt ist durch die vorangegangenen Teilprozesse sichergestellt, dass der erforderliche Einschub bereits für den Zugriff bereit ist. Das Archivpersonal überprüft<sup>30</sup>, ob an jener Stelle<sup>31</sup> im Einschub, an der die Probe(n)<sup>32</sup> ihrer Histonummer entspre-



Siehe Anhang  
Abbildung D.32

<sup>30</sup> Eine automatische Überprüfung ist theoretisch möglich, weil die Anzahl der Proben, die sich aktuell im Einschub befindet, bekannt ist. Durch die variierende Dicke der Paraffinblöcke ist jedoch ein Durchschnittswert für die Hochrechnung heranzuziehen, wodurch die Kalkulation ungenau wird. Der Vorteil einer automatischen Bestimmung ist, dass der bisherige Prozess abgekürzt werden könnte, d.h. dass bereits vor der Anlieferung der Behälter angezeigt wird, für wieviel weitere Proben noch Platz zur Verfügung steht. Sollte die Anzahl der einzusortierenden Proben mehr Platz erfordern, könnte eine Warnung mit der Option, einen anderen Behälter anzufordern (also sofort eine Umschichtung durchzuführen), ausgegeben werden. Im Gespräch mit der zukünftigen Nutzerschaft wurde der Wunsch geäußert, dass in jedem Fall eine manuelle Überprüfung erfolgen soll. Eine automatisierte Platzberechnung kann zu einem späteren Zeitpunkt nachgeholt werden.

<sup>31</sup> Die aktuell verwendeten Platzhalterzetteln, wie im Istprozess beschrieben, müssen nicht mehr verwendet werden. Sie fördern jedoch ein schnelles Auffinden von entliehenen Proben, wodurch sie auch in Zukunft nützlich sind. Ein weiterer Vorteil ist, dass auf einen Blick ersichtlich ist, welcher Platz im Einschub für entlehene Proben reserviert ist. Beim Einordnen von zusätzlichen, noch nicht erfassten Proben (verzögerte Lieferung) kann somit Rücksicht darauf genommen werden. Dieser Bereich bleibt dadurch auch physisch vor Ort den entliehenen Proben zugeordnet. Auf Nachfrage bei der künftigen Nutzerschaft stellte sich heraus, dass diese Zettel auch in Zukunft im Einsatz bleiben.

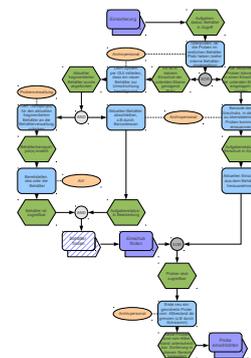
<sup>32</sup> An dieser Stelle ist eine Ausnahme der “Stück-für-Stück-Betrachtung” der Proben ratsam. Die Überprüfung sollte für alle Proben, die am Stück in den Einschub einsortiert werden sollen, erfolgen. Somit ist sofort ersichtlich, ob eine Umschichtung notwendig ist. Sonst werden die Proben so lange einsortiert, bis der Platz aufgebraucht ist, nur um anschließend trotzdem eine Umschichtung durchführen zu müssen. Sinnvoll wäre eine Vervollständigung von Proben nach Histonummern. Ein Beispiel zur Veranschaulichung: Es sind die Proben 1a, 1b, 2a, 3a, 4a, 4b bereits vorhanden und die Proben 1c und 4c kommen nachträglich hinzu, wobei nur noch Platz für eine Probe übrig ist. In dieser Situation empfiehlt es sich, die Probe 1c in den aktuellen Einschub einzusortieren und dafür 4a und 4b zu entnehmen, um diese zusammen mit 4c umzuschichten. An dieser Stelle stellt sich jedoch die Frage der Effizienz, da neben einer Umschichtung auch noch ein Ausbuchen der Proben 4a/b aus dem aktuellen Einschub erforderlich ist. Somit erhöht sich die Anzahl der Interaktionen, es wurde ein neuer Spezialfall geschaffen, wodurch die Komplexität der zu erstellenden Software weiter steigt. Zusätzlich entstehen durch die Übersiedlung aller zur letzten unvollständigen Histonummer zugehörigen Proben Lücken, die Ausnutzung der Kapazität sinkt somit. Verzichtet man darauf, werden die Proben einer Histonummer fragmentiert, wodurch es möglich ist, dass eine Entnahme aller Proben dieser Histonummer Zugriff

chend einsortiert werden soll(en) genügend Platz ist, können sie, wie zuvor beschrieben, Stück für Stück einsortiert werden. Andernfalls wird der Zugriff auf den aktuellen Einschub beendet, da dieser für eine weitere Bearbeitung ungeeignet ist <sup>33</sup>.

### Umschichten:

Wenn Proben nicht in den Einschub einsortiert werden können, in den sie ihrer Histonummer entsprechend gehören würden, wird versucht, diese Proben in einem anderen Einschub des gleichen Behälters zu verstauen. Der ideale Platz hierfür ist jener Einschub in der untersten Ebene eines Behälters, in dem die Glasschnitte und die Paraffinblöcke gemeinsam lagern. Durch die gewählte Behälterorganisation <sup>34</sup>, entsteht aller Voraussicht nach in der untersten Ebene des Behälters eine Mischung aus beiden Probenarten. An jener Stelle an der sich die beiden Probenarten treffen ist etwas Abstand eingeplant. Diese Lücke würde sich auch zur Einlagerung von umzuschichtenden Proben eignen. Hierfür muss der Barcode des besagten Einschubs noch eingescannt werden, um ihn für den weiteren Zugriff zu öffnen. Ab diesem Zeitpunkt befindet sich die Aufgabe wieder im Status “Einschub in Zugriff”.

Sollte im aktuellen Behälter auch in anderen Einschüben der untersten Ebene kein Platz für die umzuschichtenden Proben vorhanden sein, muss ein eigener Behälter für die Umschichtung manuell per Benutzereingabe an der GUI angefordert werden. Dieser Behälter ist ebenso wie jener für die neu einzulagernden Proben im System vorgemerkt und beheimatet alle umgeschichteten Proben. Da die sich darin befindlichen Proben keinen kontinuierlichen Fortlauf der Nummerierung durch die verschiedenen vorangegangenen Umschichtungen aufweisen, wird dieser Behälter in Zukunft als “Behälter fragmentierten Inhalts” – kurz “fragmentierter Behälter” – bezeichnet <sup>35</sup> (siehe Abschnitt 6.5.7). Nach



Siehe Anhang  
Abbildung D.33

---

auf mehrere Behälter erfordert.

<sup>33</sup> An dieser Stelle wurde eine eigene Aufgabenart “Umschichtung” angedacht, doch diese wurde aus folgenden Gründen nicht aufgenommen: Im aktuellen Einsortierauftrag befinden sich im Normalfall noch weitere Proben, die komplett unabhängig von den umzuschichtenden Proben in einen anderen Behälter eingelagert werden sollen. Diese sind somit nicht von der eingeleiteten Umschichtung betroffen. Eine simple Änderung der Aufgabenart wäre dadurch nicht möglich. Eine Abspaltung aus der aktuellen Aufgabe wäre denkbar, doch hierfür müsste eine Zuteilung der umzuschichtenden Proben erfolgen, die nur manuell vorgenommen werden kann. Letztendlich würden mehr Probleme geschaffen als gelöst.

<sup>34</sup> Siehe Abbildung 5.18.

<sup>35</sup> Da bereits bei der Herstellung der Proben eine verzögerte Lieferung der Blöcke vermieden wird, ist davon auszugehen, dass dieser fragmentierte Behälter vorwiegend Glasschnitte beinhaltet und somit nur die unterste Ebene befüllt sein wird. Dies ist der Gesamteffizienz nicht besonders zuträglich, doch sollte der Fall einer Umschichtung relativ selten auftreten, da er bereits durch die Behälterorganisation großteils abgefangen wird. Weiters ist durch die vollständige Befüllung einer Lage Glas bereits ein

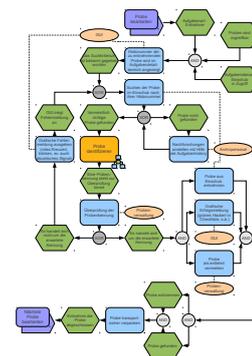
dem Anfordern des fragmentierten Behälters, wird der zugehörige Transportjob an die Behälterverwaltung geschickt, damit das AiV die Transporttätigkeit ausführen kann. Währenddessen muss das Archivpersonal den Zugriff auf den aktuell in Zugriff befindlichen Behälter beenden. Es muss sichergestellt werden, dass sich alle zugehörigen Einschübe an ihren angestammten Positionen befinden und die Frontabdeckung ordnungsgemäß verriegelt ist. Anschließend wird der Behälter endgültig freigegeben, indem er ein letztes Mal eingescannt wird. Ab diesem Zeitpunkt ändert sich der Aufgabenstatus in “in Bearbeitung” und der Behälter kann, wenn erforderlich, wieder im Regal verstaut werden.

Befindet sich der angeforderte fragmentierte Behälter in einer Kommissionierstelle und ist somit für das Personal zugreifbar, erfolgen die Schritte “Behälter finden” und “Einschub finden”, also eine Visualisierung des Behälters im Regal bzw. des Einschubs im Behälter und einer Identifizierung, um dem System bekannt zu geben, dass der Zugriff auf den richtigen Einschub erfolgt ist. Danach werden die Proben, die der aktuelle Einschub bereits beinhaltet, von den neu einzulagernden Proben durch einen Kunststoffschwamm getrennt. Dies dient der einfacheren optischen Unterscheidung der einzelnen Fragmente. Im Anschluss können die Proben Stück für Stück eingeschichtet werden, wie im zugehörigen Teilprozess bereits beschrieben.

### Entnahme:

Dieser Teilprozess beschreibt die physische Entnahme der Probe. Auch hier wurde bereits durch die vorangegangenen Abläufe sichergestellt, dass sich der Einschub, der die zu entnehmenden Proben beinhaltet, bereits in Zugriff befindet. In den Aufgabedetails wird die Histonummer der aktuell zu entnehmenden Probe angezeigt<sup>36</sup>. Mit Hilfe der angezeigten Histonummer sucht das Archivpersonal die Probe. Kann sie nicht gefunden werden, sind Nachforschungen anzustellen<sup>37</sup>.

Ist die Probe auffindbar muss sie identifiziert werden, wodurch in weiterer Folge festgestellt werden kann, ob es sich tatsächlich um die erwartete Probe handelt. Im Fehlerfall wird eine entsprechende Meldung ausgegeben und es wird erneut eine Identifikation erwartet. Ansonsten wird eine Erfolgsmeldung ausgegeben, die Probe aus dem Einschub entnommen und in der Probenverwaltung



Siehe Anhang  
Abbildung D.34

Gesamtgewicht nahe dem Maximum erreicht.

<sup>36</sup> Eventuell in Form einer Liste, die auch die folgenden Nummern bereits bekannt gibt, wodurch ersichtlich wird, wieviel Stück aus dem aktuellen Einschub oder für die aktuelle Aufgabe zu entnehmen sind. Dadurch kann vorausschauend ein für die Menge geeignetes Behältnis zur transportsicheren Verpackung bereitgehalten werden.

<sup>37</sup> Dass kann z.B. mit Hilfe der Suchfunktion in der Aufgabenliste (siehe Unterunterabschnitt 6.5.2.4) durchgeführt werden.

als entlehnt vermerkt. Anschließend muss die Probe noch transportsicher verpackt werden. Hierbei gibt es keine Änderungen zur aktuellen Praxis.

### Nächste Probe bearbeiten:

Dieser Teilprozess beschreibt einerseits das Ende der Iteration der Bearbeitung einer Probe, indem alle anwendungsfall-spezifischen Unterscheidungen zusammengefasst werden, und andererseits den Beginn der nächsten Iteration, indem überprüft wird, was dafür erforderlich ist, und der dementsprechend dafür benötigte Einstieg ausgewählt wird. Zuvor wird noch kontrolliert, ob eine weitere Iteration überhaupt notwendig ist. Sollte sich dabei herausstellen, dass bereits alle Proben der Aufgabe abgearbeitet wurden, kann sie ordnungsgemäß abgeschlossen werden. Anderenfalls ist für die weitere Bearbeitung entweder der aktuelle Einschub ausreichend, ein anderer innerhalb des aktuellen Behälters oder ein gänzlich anderer Behälter erforderlich. Durch die vorangegangenen Teilprozesse ist die zugehörige Auswahl bereits getroffen worden. Wurde bspw. in "Probe einschichten" der aktuelle Einschub als "voll" markiert, ist ein neuer Einschub<sup>38</sup> erforderlich.

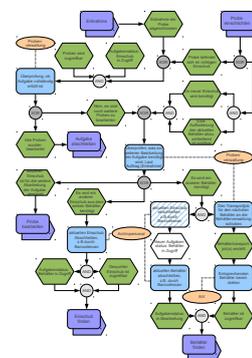
Generell kann die weitere Bearbeitung im einfachsten Fall direkt im selben Einschub fortgeführt werden ("Probe bearbeiten").

Sollte ein neuer Einschub im aktuellen Behälter erforderlich sein, muss zuerst der Zugriff auf den aktuellen Einschub in Form eines Barcode-Scans abgeschlossen werden. Dadurch ändert sich der Aufgabenstatus auf "Behälter in Zugriff". Anschließend muss, wie in "Einschub finden" beschrieben, der neue Einschub für die weitere Bearbeitung geöffnet werden.

Sollte ein neuer Behälter benötigt werden, ist dieser von der Probenverwaltung durch den entsprechenden Transportjob anzufordern. Parallel dazu ist der Zugriff auf den aktuellen Behälter zu beenden. Hierbei ist es nicht unbedingt notwendig, zuerst den Zugriff auf den Einschub abzuschließen, da dies im Abschluss eines Behälters impliziert werden könnte (siehe Unterunterabschnitt 6.5.3.4). Die zugehörigen Symbole sind schraffiert dargestellt, um zu zeigen, dass sie als optional betrachtet werden können.

### Aufgabe abschließen:

Dieser Teilprozess muss immer am Ende einer Aufgabe durchlaufen werden, um sicherzustellen, dass der Behälter wieder ordnungsgemäß in der Kommissionierstelle steht und von dort ins Regal transportiert werden kann. Dies gilt sowohl, wenn die Aufgabe routinemäßig nach Bearbeitung aller Proben abgeschlossen werden soll, als auch, wenn die Bearbeitung zu einem beliebigen Zeitpunkt manuell abgebrochen wurde. Die Möglichkeit



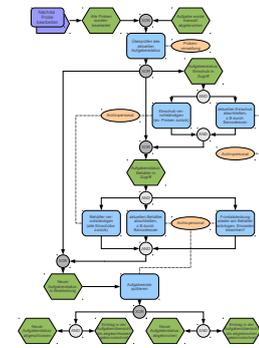
Siehe Anhang  
Abbildung D.35

<sup>38</sup> Wenn es der letzte Einschub des Behälters war, wird zusätzlich auch ein neuer Behälter benötigt.

des Abbruchs muss die GUI während jedem Bearbeitungsschritt bereitstellen. Die Aufgabe kann, wie zuvor beschrieben, später fortgesetzt werden. Bevor sie als abgeschlossen oder abgebrochen angesehen werden kann, müssen noch vom Aufgabenstatus abhängige Aufräumarbeiten erledigt werden.

Im Fall “Einschub in Zugriff” muss der Einschub vervollständigt, also die zuletzt gescannte Probe, falls noch nicht erledigt, in den Einschub gestellt werden. Ein Scan des Einschub ändert den Aufgabenstatus auf “Behälter in Zugriff”.

Zu diesem Zeitpunkt muss der Behälter gegebenenfalls noch durch den zuletzt in Zugriff befindlichen Einschub vervollständigt werden. Es ist dadurch garantiert, dass sich der Einschub wieder an der zugehörigen Stelle im Behälter befindet und dieser nur mit kompletter Bestückung transportiert wird. Durch die Zustandshierarchie<sup>39</sup> wird nie mehr als ein Einschub pro in Zugriff befindlichen Behälter entnommen, was die Gefahr von Verwechslungen reduziert. Sind alle Einschübe an ihrem Platz im Behälter verstaut, muss noch die Frontblende arretiert werden. Somit ist der physische Zugriff auf den Behälter abgeschlossen. Durch ein manuelles Quittieren wird dies dem System mitgeteilt. Er steht nun bereit für den Abtransport, der bei Bedarf von einem AiV durchgeführt wird, um die Kommissionierstelle wieder freizugeben. Abschließend wird der Eintrag der zugehörigen Aufgabe in der Übersicht der Benutzeroberfläche dem endgültigen Status angepasst.

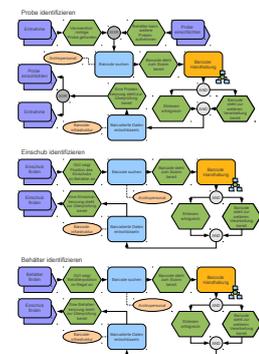


Siehe Anhang  
Abbildung D.36

### Probe/Einschub/Behälter identifizieren:

Diese drei Teilprozesse sind die Ausgestaltung der zugehörigen verfeinerten Funktionen. Sie dienen als Abstraktionsschicht zwischen den Teilprozessen der besagten Funktionen und der eigentlichen Durchführung der Identifikation. Hierfür werden die Zustände der benutzenden Teilprozesse übernommen und zur Vereinfachung des anschließenden Barcodehandlings in ein einheitliches Event umgewandelt. Anschließend wird wieder ein standardisiertes Ereignis zur weiteren Verarbeitung als Abschluss bereitgestellt. Dies ist notwendig, um den formalen Kriterien der EPK bezüglich dem Einsatz der Prozesswegweiser gerecht zu werden.

Durch den modularen Aufbau kann eine Identifikation der unterschiedlichen Komponenten zu einem späteren Zeitpunkt durch einen anderen Identifizierungsmechanismus, wie RFID, ausgetauscht werden, die



Siehe Anhang  
Abbildung D.37

<sup>39</sup> Siehe Abbildung 6.11.



dient und keinen Wiedererkennungswert, wie eine Histonummer, besitzt, ist es ratsam den Barcode zur ursprünglichen Kennung wiederherzustellen, da ansonsten die Relationen aller beinhalteten Proben aktualisiert werden müssten.

Wurde der Barcode erfolgreich rekonstruiert, ersetzt dieser den alten. Ein Scan sollte jetzt erfolgreich verlaufen und die notwendigen Daten zur weiteren Verarbeitung bereitstellen.

### Behälter mit spezieller Aufgabe (Spezialbehälter)

In den Teilprozessen “Proben einschichten” im Falles eines Probeneinganges und “Umschichten” werden spezielle Behälter benötigt. Ihre Besonderheit zeigt sich nicht durch eine andere Bauform o.ä., sondern in deren Aufgaben, die sie zu erfüllen haben.

Im Rahmen der “Umschichtung” war bereits vom “fragmentierten Behälter” die Rede (siehe Seite 140).

Im Falle eines Probeneingangs wurde der hierfür verwendete Behälter als “zu befüllender Behälter” bezeichnet. In diesen werden alle neuen Proben eingelagert bis er voll ist, dann wird automatisch ein neuer Behälter bereitgestellt, in den die weiteren Proben eingelagert werden können. Dieser ist somit der neue “zu befüllende Behälter”. Der vorige verliert seinen Sonderstatus und verbleibt solange befüllt im Regal, bis eine Entnahme einer beinhaltenden Probe erforderlich ist oder zusätzliche Proben gleicher Histonummer hinzugefügt werden.

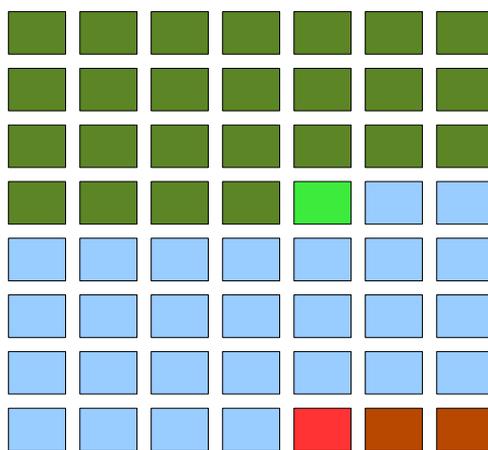


Abbildung 6.15.: Schematische Darstellung des Behälterbestands

Eine schematische Übersicht der den Behältern zugeteilten Rollen im Archiv zeigt Abbildung 6.15. Es existiert jeweils nur ein “zu befüllender” (hell grün) bzw. “fragmentierter” Behälter (hell rot) und mehrere vollständig befüllte (dunkel grün und dunkel rot<sup>40</sup>) bzw. leere (blau) Behälter. Als logistische Optimierung kann der aktuell zu befüllende Behälter

<sup>40</sup>Dunkel rot sind die bereits vollständig befüllten fragmentierten Behälter, die im Prinzip gleich ge-

so lange in einer Kommissionierstelle vorrätig gehalten werden, bis er voll ist. Zusätzlich wäre es ideal, immer mindestens einen weiteren leeren Behälter zugreifbar zu haben, denn sobald ein Spezialbehälter voll wird, kann dieser unmittelbar anschließend die Nachfolge antreten.

### 6.5.8. Vergleich zwischen Soll- und Istprozessen

Bei der Betrachtung der Diagramme fällt auf, dass sich die beiden Prozesse vor allem in ihrem Umfeld ähneln. Die weitreichendste Neuerung in der Probenherstellung ist die geänderte Beschriftung. Ohne den zusätzlichen Barcode sind alle besprochenen Sollprozesse nicht (in dieser Form) durchführbar. Eine weitere Optimierungsmöglichkeit liegt in der Zusammenführung der Paraffinblöcke beider Laboratorien vor ihrer weiteren Verarbeitung, also bevor die Schnitte hergestellt werden. Dadurch kann die fortlaufende Nummerierung aufrecht erhalten und die Wahrscheinlichkeit von verzögert ins Archiv gelangenden Paraffinblöcken auf nahezu null reduziert werden. Da die Probenherstellung bereits auf eine lange Geschichte im LKH-Univ. Klinikum Graz zurückblickt und diese Optimierung noch nie durchgeführt wurde, ist zu vermuten, dass es Gründe dafür gibt. Da sie nicht ermittelt werden konnten, sind sie möglicherweise informeller Natur.

Eine weitere wesentliche Verbesserung ist die lückenlose Erfassung jeder einzelnen Probe im Vergleich zur bisherigen Verwaltung mittels Histonummer. Alle Proben werden in Zukunft bereits beim Probeneingang durch den Barcodescan registriert, was einer laufenden Inventur entspricht. Diese Funktionalität böte Blocktracking II ebenfalls, jedoch sind hierbei die einzelnen Proben per Mausklick zu bestätigen. Die Durchführung mittels Barcodes sollte schneller ablaufen und Bedienfehler weitestgehend ausschließen. Die bisher im Parallelbetrieb erlaubte Entnahme mittels Papierformular entfällt, um sicherzustellen, dass alle Daten lückenlos digital erfasst sind.

Zu beachten ist, dass in das Warenlager vorerst nur Neuproben eingelagert werden, wodurch der Altbestand zumindest für Entnahmen und Rückgaben unverändert weiter betreut werden muss. Darum werden Soll- und Istprozesse im Archiv koexistieren. Diese Situation bedeutet eine Doppelbelastung für das Personal, da u.a. der Koordinationsaufwand und die Vielfalt der zu beherrschenden Abläufe erhöht wird. Ebenfalls besteht zwischen beiden Bereichen eine nicht unbeachtliche räumliche Distanz, die es zu überwinden gilt. Besonders wenn eine größere Anzahl von Proben zu transportieren ist, kann sich dieser Umstand als unangenehm herausstellen. Die Lösung dieser Punkte ergibt sich aus dem Projekt der Vereinheitlichung der Probenlagerung und ist nicht Bestandteil dieser Arbeit.

---

handhabt werden wie ein standardmäßig im Rahmen des Probeneingangs befüllte Behälter, in der Abbildung aber verdeutlichen sollen, dass es bereits mehrere fragmentierte Behälter gegeben hat.

# 7. Fazit und Ausblick

## 7.1. Fazit

In der im Anschluss folgenden Liste werden die erarbeiteten Ergebnisse mit den zu Beginn gestellten Anforderungen verglichen. Eine Aussage über die endgültige Praxistauglichkeit der Resultate kann an dieser Stelle nicht getroffen werden, da die Umsetzung noch im Gange ist.

- Das Behälterkonzept: Der Entwurf sieht eine sehr gute Volumenausnutzung sowohl innerhalb des Behälters als auch auf den Lagerraum bezogen vor. Durch den Zugriff von vorne können die Proben in kleinen handhabbaren Mengen entnommen werden, wodurch das Gesamtgewicht des Behälters die Bedienung nicht beeinträchtigt. Die interne Behälterorganisation eliminiert die Problematik des variablen Probenverhältnisses und minimiert zusätzlich die Wahrscheinlichkeit einer erforderlichen Umschichtung. Die Frontverkleidung schützt das Lagergut und reduziert zusätzlich die Möglichkeit von Fehlern. Sollte dennoch ein Problem beim Auf- oder Abladen eines Behälters auftreten, sind Stege an den Behälteraußenlängsseiten vorgesehen, die eine automatische Fehlerbehebung ermöglichen.

Insofern sollte der resultierende Behälter die an ihn gestellten Anforderungen bestens erfüllen können. Der Verlauf der Konzeption hat jedoch gezeigt, dass Verbesserungen immer möglich sind. Daher bietet es sich an, das Probenlager mit einer kleinen Behälterstückzahl in Betrieb zu nehmen, um in einer kurzen Testphase zu erproben, ob etwaige Korrekturen notwendig sind. Sollte dies wider Erwarten eintreten, können die Änderungen aufgrund der gewählten Fertigungsart prinzipiell durchgeführt werden. Der dafür erforderliche finanzielle, zeitliche und organisatorische Aufwand ist jedoch dem zu erwartenden Nutzen gegenüberzustellen.

Der Prototyp wurde bereits ausgiebig auf Belastung, Verzug, Verschleiß und Fehleranfälligkeit geprüft. Wie er sich im Alltag bewährt, wird sich jedoch erst im Zusammenspiel mit den anderen Komponenten in der Praxis zeigen.

- Prozessdokumentation und Analyse: Die Dokumentation der Istprozesse ebenso wie die Modellierung der Sollprozesse stellten sich durch die gewählte Detaillierung als wesentlich zeitaufwendiger heraus als ursprünglich angenommen.

Besonders bei den Sollprozessen war diese genaue Betrachtung nötig, um eine konkrete Vorstellung der zukünftigen Abläufe zu erhalten. Dabei wurden mögliche Fallstricke bereits frühzeitig erkannt und “am Papier” ressourcenschonend behandelt.

Die weite Betrachtung des Problemfeldes eröffnete eine Optimierungsmöglichkeit im Ablauf der Probenherstellung, wodurch in Zukunft weniger Umschichtungen auftreten sollten.

Die Verschmelzung der ursprünglich getrennten Bereiche Prozessmodellierung und IT-Integration stellte sich als sehr vorteilhaft heraus. Nur dadurch konnten Synergien in der Bearbeitung der eng verzahnten Themenbereiche genutzt werden.

So halfen die Sollprozesse bei der Identifizierung der erforderlichen Softwarekomponenten, deren Funktionalitäten zuerst grob bestimmt und anschließend im Rahmen verschiedener Umsetzungskonzepte genauer definiert wurden. Die gewählte und in der Arbeit vorgestellte Lösungsvariante nutzt bestehende Ressourcen und ermöglicht somit eine rasche und effiziente Realisierung. In diesem Zusammenhang wurde ebenso ein Konzept einer BenutzerInnenoberfläche vorgestellt, das alle erforderlichen Bestandteile zur Interaktion zwischen Mensch und Maschine beinhaltet.

## 7.2. Ausblick

Der hier gewagte Ausblick bezieht sich in erster Linie auf die Inbetriebnahme des Prototypen und erst in weiterer Folge auf zukünftige Entwicklungen generell.

Der Behälter wird ein entscheidender Erfolgsfaktor sein, besonders seine endgültige Bedienung. Ebenso wird der BenutzerInnenoberfläche ein wesentlicher Anteil an der endgültigen Akzeptanz des Warenlagers zugeschrieben, da sie die direkte Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine ist. Sie ist dafür verantwortlich, dass die Prozesse einfach und intuitiv abgearbeitet werden können.

Die gesamte Barcode-Infrastruktur ist ebenfalls ein erfolgskritischer Faktor. Die vorzunehmenden Änderungen am Beschriftungssystem der Proben zur Einführung der Barcodes fallen in die Zuständigkeit der Biobank Graz, die Wahl eines kompatiblen Barcodestandards für Behälter und Einschübe in das Ressort der YLOG GmbH. Somit entsteht Koordinationsaufwand, das Potential für Missverständnisse und die Möglichkeit einer zeitlich versetzten Einführung. Sollten die Proben keinen Barcode aufweisen, können sie nicht anhand der hier beschriebenen Prozesse eingelagert werden. Abgesehen davon muss ein geeignetes Lesegerät gefunden und an das System angebunden werden.

Weiters wäre ein automatisierter Vorgang zur Erfassung aller neu einzulagernder Parafinblöcke denkbar. Durch ihre nach oben gerichtete Beschriftung könnte ein Gerät, ähnlich einem Diaprojektor, den gesamten Einschub einziehen und die darin befindlichen Blöcke Stück für Stück erfassen.

Ein besonders innovativer Ansatz, der einige im Rahmen dieser Arbeit behandelte Probleme elegant beheben würde, wäre der Einsatz einer Smartphone-App. Hiermit kann die Erfassung des Barcodes, dessen Verarbeitung und Übermittlung an die Probenverwaltung in einem Schritt erfolgen. Zusätzlich vereint es Ein- und Ausgabegerät. Es eignet sich für eine mobile Anwendung, wodurch das Personal nicht an einen klassischen Arbeitsplatz gebunden ist, sondern direkt bei den Behältern arbeiten kann. Dies wäre ein weiterer Schritt in Richtung optimierte Bedienung des Warenlagers der Biobank Graz.

# Abkürzungsverzeichnis

<b>AiV</b>	Autonomous intelligent Vehicle
<b>API</b>	Application Programming Interface
<b>BPM</b>	Business Process Management
<b>BPMN</b>	Business Process Modelling Notation
<b>BPR</b>	Business Process Reengineering
<b>BT</b>	Blocktracking
<b>CIS</b>	Central Intelligent System
<b>eEPK</b>	erweiterte Ereignisgesteuerte Prozesskette
<b>EPK</b>	Ereignisgesteuerte Prozesskette
<b>GP</b>	Geschäftsprozess
<b>GPO</b>	Geschäftsprozessoptimierung
<b>GS</b>	Glasschnitt
<b>GUI</b>	Graphical User Interface
<b>iSC</b>	intelligent Stacking Center
<b>JSON-RPC</b>	Javascript Object Notation - Remote Procedure Call
<b>oEPK</b>	objektorientierte Ereignisgesteuerte Prozesskette
<b>PAS</b>	Patient Administration System
<b>PB</b>	Paraffinblock
<b>PLZ</b>	Problemlösungszyklus
<b>RFID</b>	Radio-Frequency Identification
<b>TCP</b>	Transmission Control Protokoll

# Abbildungsverzeichnis

1.1.	Zeitliche und inhaltliche Projektgliederung . . . . .	4
1.2.	Gantt-Diagramm des geplanten Projektablaufs . . . . .	4
1.3.	Gantt-Diagramm des tatsächlichen Projektablaufs . . . . .	6
2.1.	Komponenten des SE [Haberfellner et al. 2002, S. XIX] . . . . .	8
2.2.	Hierarchische Betrachtungen von Systemen [Haberfellner et al. 2002, S. 18] . . . . .	9
2.3.	“Vom Groben ins Detail“-Betrachtung der Variantenbildung [Haberfellner et al. 2002, S. 34] . . . . .	11
2.4.	Grundversion des Phasenkonzeptes [Haberfellner et al. 2002, S. 38] . . . . .	12
2.5.	Grundmodell des Problemlösungszyklus [Haberfellner et al. 2002, S. 48] . . . . .	14
2.6.	Bedeutung der einzelnen Schritte des PLZ während der Projektphasen [Haberfellner et al. 2002, S. 61] . . . . .	17
3.1.	Aufbau-, funktionsorientierte, vertikale Organisation und Ablauf-, prozessorientierte, horizontale Organisation [Schantin 2004, S. 41] . . . . .	18
3.2.	Prozess als Sequenz von Aktivitäten [Schantin 2004, S. 44] . . . . .	20
3.3.	Primärer und sekundärer Prozessinput und -output [Schantin 2004, S. 45] . . . . .	21
3.4.	Primäre(r) und sekundäre(r) ProzesskundIn [Schantin 2004, S. 47] . . . . .	22
3.5.	Aktivitäten eines Prozesses, zur Schaffung von Wert und Kundennutzen [Schantin 2004, S. 48] . . . . .	23
3.6.	Durchgängige Prozessverantwortung . . . . .	23
3.7.	Case-Management in Anlehnung an [Schantin 2004, S. 50] . . . . .	24
3.8.	Gebrauchs-, Verbrauchs- und Flussressourcen eines Prozesses [Schantin 2004, S. 54] . . . . .	25
3.9.	Zerlegung eines Geschäftsprozesses [Gadatsch 2010, S. 43] . . . . .	28
3.10.	Prozesskaskade aus zwei Geschäftsprozessen [Suter 2004, S. 121] . . . . .	30
3.11.	Echte (links) und unechte (rechts) Prozesskaskade [Suter 2004, S. 125] . . . . .	31
3.12.	Prozesssegmentierung . . . . .	32
3.13.	Übersicht der verschiedenen Prozesstypen . . . . .	34
3.14.	Übersicht ausgewählter Diagrammsprachen [Gadatsch 2010, S. 71] . . . . .	35
3.15.	Klassifikation von Modellierungsmethoden [Ko, Lee, Lee 2009, S. 754] . . . . .	36
3.16.	Unterschiedliche Sichten ausgewählter Autoren [Gadatsch 2010, S. 68] . . . . .	36
3.17.	ARIS: ein Sichtenkonzept zur Modellierung von Unternehmensprozessen . . . . .	37

3.18. Klassifizierung der EPK-Erweiterungen und -Varianten [Sarshar, Dominitzki, Loos 2005, S. 10] . . . . .	38
3.19. Elemente der EPK-Notation in Anlehnung an [Becker, Mathas, Winkelmann 2009, S. 47ff.], [Gadatsch 2010, S. 194,208] . . . . .	39
3.20. Prozessverfeinerung, zur vertikalen Segmentierung [Becker, Mathas, Winkelmann 2009, S. 51] . . . . .	40
3.21. Basiselemente der BPM-Notation [Freund, Götzer 2008, S. 48] . . . . .	42
3.22. Verbreitung beider Modellierungsmethoden . . . . .	43
3.23. Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung, in Anlehnung an [Becker, Mathas, Winkelmann 2009, S. 40] . . . . .	44
3.24. Möglichkeiten der Prozessoptimierung, [Gadatsch 2010, S. 21] in Anlehnung an [Bleicher 1991, S. 196] . . . . .	47
4.1. Abbildung beider Probenarten . . . . .	50
4.2. Archivschränke zur momentanen Lagerung der Proben, am Beispiel des Paraffinarchivs des pathologischen Institutes . . . . .	51
4.3. Eine nahezu vollständig mit Glasschnitten befüllte Lade . . . . .	52
4.4. Glasschnitte in ihren Doppelschienen im Detail . . . . .	52
4.5. Eine nahezu vollständig mit Paraffinblöcken befüllte Lade . . . . .	52
4.6. Eingeordnete Paraffinblöcke im Detail . . . . .	52
4.7. Schematische Darstellung einer vollständigen Histonummer . . . . .	53
4.8. Hierarchischer Aufbau einer Histonummer . . . . .	54
4.9. Foto eines im Regal fahrenden AiVs [YLOG 2011] . . . . .	58
4.10. AiV-Orientierung im Regal . . . . .	59
4.11. Räumliche Einschränkungen durch Aufputzinstallationen . . . . .	61
4.12. Regalgrundriss unter Berücksichtigung der Hindernisse [Konstruktionsabteilung YLOG] . . . . .	61
4.13. Das Regal in den vorgegebenen Raumkubus eingepasst . . . . .	62
4.14. Kommissionierbereich: gelbe Behälter sind zugreifbar [Konstruktionsabteilung YLOG] . . . . .	63
5.1. Anforderungen an den Behälter und deren beeinflussende Faktoren . . . . .	65
5.2. Mindestebenenabstand im Regal . . . . .	71
5.3. Mindesthöhe eines Behälters . . . . .	71
5.4. Formel zur Berechnung, der ans Regal angepassten Behälterhöhen . . . . .	72
5.5. Der Volumsverlust pro Ebene . . . . .	73
5.6. Wahl der richtigen Behälterhöhe in der Gesamtbetrachtung . . . . .	74
5.7. Wahl der richtigen Behälterhöhe bei zwei verschiedenen Behälterformaten in der Gesamtbetrachtung . . . . .	75
5.8. Stapelbare Verpackung am Beispiel eines Eierkartons . . . . .	77
5.9. Platzersparnis durch Zusammenfassen mehrerer Schienen zu Einschüben . . . . .	78

5.10. Nut und Feder bei stehenden Einschüben . . . . .	79
5.11. Die drei möglichen Ausrichtungen von Proben . . . . .	79
5.12. Erster Prototyp . . . . .	82
5.13. Zweiter Prototyp . . . . .	83
5.14. Viertes Prototyp . . . . .	84
5.15. Der endgültige Behälterentwurf [Konstruktionsabteilung YLOG] . . . . .	85
5.16. Mouldflowstudie der Einschübe . . . . .	86
5.17. Der endgültige Einschubentwurf [Konstruktionsabteilung YLOG] . . . . .	87
5.18. Schematische Darstellung der Aufteilung beider Probenarten im Behälter . . . . .	88
6.1. Die Rolle des Archivs in seiner Umgebung . . . . .	90
6.2. Das Makromodell für das Paraffinarchiv der Pathologie . . . . .	91
6.3. Aktuelle Blocktrackingkomponenten . . . . .	93
6.4. Aktuelle Blocktrackingkomponenten . . . . .	96
6.5. Webformular zur Anforderung von Proben . . . . .	97
6.6. Übersicht aller Komponenten der aktuellen Istprozesse: Probenherstellung, Probeneingang, Entnahme . . . . .	98
6.7. Laden inklusive der momentan verwendeten Schienen . . . . .	103
6.8. Erster Entwurf der erforderlichen Softwarekomponenten und deren Zusam- menspiel . . . . .	110
6.9. Zuständigkeit und Fertigstellungsstatus der einzelnen IT-Komponenten . . . . .	114
6.10. Schema der erforderlichen Ein- und Ausgabeelemente . . . . .	117
6.11. Übersicht aller Stati einer Aufgabe . . . . .	122
6.12. Übersicht aller Komponenten des generischen Prozesses . . . . .	126
6.13. Letzter Stand des GUI-Konzeptes . . . . .	131
6.14. Geringfügige Anpassungen der GUI an die unterschiedlichen Use-Cases . . . . .	131
6.15. Schematische Darstellung des Behälterbestands . . . . .	145

# Tabellenverzeichnis

3.1. Unterschiede zwischen Makro- und Mikrodesign [Suter 2004, S. 26] . . . . .	29
4.1. Anzahl der produzierten Proben im Zeitraum 2007 bis 2009 . . . . .	56
6.1. Angewandte Terminologie zur Unterscheidung der unterschiedlichen Auftragsgattungen . . . . .	112
6.2. Unterschiedliche Varianten der Kundenanbindung unter den gegebenen Umständen . . . . .	113
6.3. Übersicht der anfallenden Interaktionen zwischen Mensch und Maschine . .	130

# Literaturverzeichnis

- Becker, J., 1995: Strukturanalogien in Informationsmodellen: Ihre Definition, ihr Nutzen und ihr Einfluß auf die Bildung von Grundsätzen ordnungsmäßiger Modellierung (GoM), in: **König, W. (Hrsg.):** Wirtschaftsinformatik '95: Wettbewerbsfähigkeit, Innovation, Wirtschaftlichkeit, Heidelberg: Physica-Verlag, S.133–150
- Becker, J., 1998: Die Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung und ihre Einbettung in ein Vorgehensmodell zur Erstellung betrieblicher Informationsmodelle, Fachausschuß 5.2 Informationssystem-Architekturen, Fachgruppe 5.2.1 Modellierung betrieblicher Informationssysteme (MobIS)
- Becker, J., Mathas, C., Winkelmann, A.; **Günther et al. (Hrsg.)**, 2009: Geschäftsprozessmanagement, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag
- Becker, J., Rosemann, M., Schütte, R., 1995: Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung, in: Wirtschaftsinformatik, 37, Nr. 5, S.435–445
- Bleicher, K., 1991: Organisation : Strategien - Strukturen - Kulturen, 2. Auflage. Wiesbaden: Gabler Verlag
- BPM & O GmbH, 2011: BPM Expo - Trends und Studien, [http://www.bpm-expo.com/bpmexpo/opencms/fachinfo/Trend\\_und\\_studien/index.html](http://www.bpm-expo.com/bpmexpo/opencms/fachinfo/Trend_und_studien/index.html), [Online; Zugriff am 15.Okt.2011]
- BPM Offensive Berlin, 2011: BPMNPoster – [www.bpmb.de](http://www.bpmb.de/index.php/BPMNPoster), <http://www.bpmb.de/index.php/BPMNPoster>, [Online; Zugriff am 12.Okt.2011]
- Davenport, T. H., Nohria, N., 1994: Case Management and the Integration of Labor, in: MIT Sloan Management Review, Winter, S. 11–23
- Davenport, T. H., Short, J. E., 1990: The New Industrial Engineering: Information Technology and Business Process Redesign, in: MIT Sloan Management Review, Summer, S. 11–27
- Duden, 2011: Prozess, <http://www.duden.de/zitieren/10028656/1.8>, [Online; Zugriff am 09.Okt.2011]

- Döring, D., 2011: Eine kurze Einführung in die Systemtheorie, Wiesbaden: LinkView-eg+Teubner Verlag, LinkSpringerLink
- Eversheim, W.; **Eversheim, W. (Hrsg.)**, 1995,1996: Prozessorientierte Unternehmensorganisation: Konzepte und Methoden zur Gestaltung "schlanker" Organisationen, 2. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag
- Feddern, U., Knuppertz, T., 2009: Umfrage Status Quo Prozessmanagement 2008/2009, [www.bpm-expo.com/bpmexpo/export/sites/default/fachinfo/Trend\\_und\\_studien/Status\\_Quo\\_Prozessmanagement\\_2008\\_2009.pdf](http://www.bpm-expo.com/bpmexpo/export/sites/default/fachinfo/Trend_und_studien/Status_Quo_Prozessmanagement_2008_2009.pdf), [Online; Zugriff am 15.Okt.2011]
- Fettke, P., Loos, P., 2002: Refactoring von Ereignisgesteuerten Prozessketten, in: **Nüttgens, M./Rump, F. J. (Hrsg.)**: EPK 2002 - Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten, Workshop der Gesellschaft für Informatik e. V. und Treffen ihres Arbeitskreises "Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten (WI-EPK)", Trier: GI-Arbeitskreis Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten, S. 37-49
- Finkenzeller, K., 2010: RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification an Near-Field Communication, 3. Auflage. West Sussex, UK: John Wiley & Sons
- Fischermanns, G., 2006: Praxishandbuch Prozessmanagement, aus der ibo Schriftenreihe, Band 9, 6. Auflage. Gießen: Verlag Dr. Götz Schmidt
- Frese, E., 1976: Aufbauorganisation, Gießen: Verlag Dr. Götz Schmidt
- Freund, J., Götzer, K., 2008: Vom Geschäftsprozess zum Workflow: Leitfaden für die Praxis, München: Carl Hanser Verlag
- Gadatsch, A., 2010: Grundkurs Geschäftsprozess-Management, Methoden und Werkzeuge für die IT-Praxis: Eine Einführung für Studenten und Praktiker, 6. Auflage. Wiesbaden: Vieweg + Teuber | GWV Fachverlage GmbH
- Haberfellner, R. et al.; **Daenzer, W./F., H. (Hrsg.)**, 2002: Systems Engineering: Methodik und Praxis, 11. Auflage. Zürich: Verlag Industrielle Organisation
- Keller, G., Nüttgens, M., Scheer, A. W., 1992: Semantische Prozeßmodellierung auf der Grundlage "Ereignisgesteuerter Prozeßketten (EPK)", in: **Scheer, A. W. (Hrsg.)**: Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik (IWi), Saarbrücken
- Ko, R. K., Lee, S. S., Lee, E. W., 2009: Business process management (BPM) standards: a survey, in: Business Process Management Journal, 15, Nr. 5, S. 744 - 791

- Medizinische Universität Graz, 2011: Biobank: Allgemeine Information, <http://www.meduni-graz.at/4951>, [Online; Zugriff am 18.Sept.2011]
- Mohr, G., 2010: Supply Chain Sourcing: Konzeption und Gestaltung von Synergien durch mehrstufiges Beschaffungsmanagement, Wiesbaden: Gabler Verlag | Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH
- OMG, 2011a: BPMN Standard: Version 2.0, <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0>, [Online; Zugriff am 12.Okt.2011]
- OMG, 2011b: BPMN: Übersicht aller Notationselemente, <http://www.bpmn.org/>, [Online; Zugriff am 12.Okt.2011]
- Prozessmanagement Umfrage, 2008: Status Quo Prozessmanagement 2007/2008 – Ergebniszusammenfassung, [www.bpm-expo.com/bpmexpo/export/sites/default/fachinfo/Trend\\_und\\_studien/Status\\_Quo\\_Prozessmanagement\\_2007.pdf](http://www.bpm-expo.com/bpmexpo/export/sites/default/fachinfo/Trend_und_studien/Status_Quo_Prozessmanagement_2007.pdf), [Online; Zugriff am 15.Okt.2011]
- Sarshar, K., Dominitzki, P., Loos, P., 2005: Einsatz von Ereignisgesteuerten Prozessketten zur Modellierung von Prozessen in der Krankenhausdomäne: eine empirische Methodenevaluation, in: **Nüttgens, M./Rump, F. J. (Hrsg.):** Geschäftsprozessmanagement mit ereignisgesteuerten Prozessketten: 4. Workshop der Gesellschaft für Informatik e. V. (GI) und Treffen ihres Arbeitskreises “Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten (WI-EPK)“, Bonn: Eigenverlag, S.97–116
- Schantin, D., 2004: Makromodellierung von Geschäftsprozessen: Kundenorientierte Gestaltung von Geschäftsprozessen durch Segmentierung und Kaskadierung, 1. Auflage. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag
- Scheer, A.-W., 1997: Wirtschaftsinformatik: Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse, 6. Auflage. Berlin Heidelberg New York: Springer Verlag
- Scheer, A., 1996: ARIS-House of Business Engineering: Von der Geschäftsprozessmodellierung zur Workflow-gesteuerten Anwendung; vom Business Process Reengineering zum Continuous Process Improvement. in: IWI Hefte 133
- Schwickert, A. C., Fischer, K., 1996: Der Geschäftsprozeß als formaler Prozeß – Definition, Eigenschaften, Arten, in: Arbeitspapiere WI 4
- SSI Schäfer-Shop AG, 2011: Euro-Fix-Kasten Tablar-System tablo'fix in Lager & Betrieb bei Schäfer-Shop Schweiz, <http://www.schaefer-shop.ch/shop/euro-fix-kasten-tablar-system-tablofix/2,2706,0,10080654,0,0,PZ/>, [Online; Zugriff am 04.Okt.2011]

- Suter, A., 2004: Die Wertschöpfungsmaschine: Wie Strategien ihre Stosskraft entwickeln, Zürich: Verlag Industrielle Organisation
- Taubenberger, J. K. et al., 1997: Initial Genetic Characterization of the 1918 “Spanish“ Influenza Virus, <http://www.sciencemag.org/content/275/5307/1793.full>, [Online; Zugriff am 20.Okt.2011]
- vom Brocke, J.; **Becker** et al. (Hrsg.), 2003: Referenzmodellierung: Gestaltung und Verteilung von Konstruktionsprozessen, Berlin: Logos Verlag
- Watzlawick, P., Beavin, J. H., Jackson, D. D., 2007: Menschliche Kommunikation: Formen Störungen Paradoxien, 11. Auflage. Bern: Verlag Hans Huber
- YLOG, 2011: AiV, [http://www.ylog.at/images/produkte\\_leistungen/galerie/aiv3.jpg](http://www.ylog.at/images/produkte_leistungen/galerie/aiv3.jpg), [Online; Zugriff am 20.Dez.2011]
- ZXing Team, 2011: Barcode Scanner, <https://market.android.com/details?id=com.google.zxing.client.android>, [Online; Zugriff am 06.Sept.2011]
- Österle, H., 1995: Business Engineering: Prozeß- und Systementwicklung, Band1: Entwurfstechniken, 2. Auflage. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag

# Anhang

# A. Zusatzmaterialien



## B. Berechnungen

Maße:				
<b>Glasschnitte:</b>		<b>L x B x H</b>		
einzel:		78 x 26 x 1		
Tray stehend (std.)		310 x 60 x 80		
# Glasschnitte pro Tray		500		
Glasschnitt Höhe		78		
Glasschnitt Breite		26		
Schnitt/mm (im Tray)		0,814332248		
Strukturabstand		2		
Gewicht Glasschnitttray		2,6		
Gewicht pro Schnitt		0,0052		
<b>Paraffinblöcke:</b>		<b>L x B x H</b>		
einzel:		42 x 29 x 73,5?		
Tray		310 x 154 x 47		
# Paraffinblöcke pro Tray		175		
Paraffin Höhe		42		
Paraffin Breite		28,6		
Block/mm (im Tray)		0,114006515		
Strukturabstand		2		
Gewicht Paraffinblocktray		1,2		
Gewicht pro Block		0,006857143		
Statistik:		<b>2009</b> Zuwachs08/09	<b>2008</b> Zuwachs07/08	<b>2007</b>
<b>Anzahl aller GS</b>	502586	6,66%	471191	1,41% 464654
<b>Anzahl aller PB</b>	262332	4,61%	250776	4,46% 240061
<b>Verhältnis GS/PB</b>	1,915839471		1,878931796	1,935566377

Abbildung B.1.: Konstanten, die für die Berechnungen an zentraler Stelle verwaltet werden

Referenzwert für weitere Berechnungen: Standardbehälter einlagig, Bedienung von oben				
Beschreibung				
Zwei Behälter für jeweils eine Probenart (getrennte Aufbewahrung), Zugriff von oben. Keine herausnehmbaren Einschübe, sondern eine gesamte Lage.				
Behälter	Maße in mm			
	Außenmaße	Innenmaße	P Außenmaße	(Innenmaße) GS
Länge	600	552	600	552
Breite	400	352	400	362
Höhe	120	96	120	96
Lagen GS	1			
Lagen PB	2			
Interne Organisation	PB (längs):	PB (quer):	GS (längs):	GS (quer):
Schienennutzbreite	29,6	29,6	27	27
Wandstärke	2	2	2	2
# möglicher Schienen	11	17	12	19
Probenanzahl:				
<u>PB (Längsschienen):</u>		<u>PB (Querschienen):</u>		
Proben/Schiene	62			40
Proben/Behälter	<b>1364</b>			<b>1360</b>
<u>GS (Längsschienen):</u>		<u>GS (Querschienen Empfehlung):</u>		
Proben/Schiene	449			294
Proben/Behälter	<b>5388</b>			<b>5586</b>
Gewicht PB:				
Leergewicht (Schätzwe	5			5
PB:	9,353142857			9,325714286
PB-Gesamt	14,35314286			14,32571429
Gewicht GS:				
Leergewicht (Schätzwe	5			5
GS:	28,0176			29,0472
GS-Gesamt	33,0176			34,0472
Verhältnis GS/PB: Be				
	3,950146628			4,107352941
	Ebenenwahl im Regal			dadurch verbrauchte Netto Regalhöhe
PB:	8			1976
GS:	4			988
<b>Gesamtverhältnis GS</b>	<b>1,975073314</b>			<b>2,053676471</b>
Maximal mögliche Stückzahlen im Gesamtregal				
Stellplätze (lt. Grundriss)	73			73
PB gesamt	796.576			794240
GS gesamt	1.573.296			1631112

Abbildung B.2.: Referenzbeispiel: Getrennte Aufbewahrung, eine Lage Proben, von oben bedienbar, ohne herausnehmbare Einschübe.

<b>Tablo'fix:</b>			
<b>Beschreibung</b>			
Standardprodukt, Längsseite offen, Laden in verschiedenen Höhen verfügbar. Eine Lage mit 2HE Glasschnitte stehend und 4 Laden Paraffinblöcke mit jeweils 1 HE			
<b>Behälter</b>		Maße in mm	
<b>Außenmaße</b>		<b>Innenmaße (Lade)</b>	
Länge	600		485
Breite	400		315
Höhe	440	GS: 80/PB: 22	
# Laden GS	1		
# Laden PB	4		
<b>Probenanzahl:</b>			
<b>PB (Längsschienen):</b>		<b>PB (Querschienen):</b>	
# Schienen / Lage	14		9
Proben/Schiene	35		55
Proben/Lage	490		495
Proben/Behälter	<b>1960</b>		<b>1980</b>
Empfehlung			<b>quer</b>
<b>GS (Längsschienen):</b>		<b>GS (Querschienen):</b>	
# Schienen / Lage	16		10
Proben/Schiene	256		394
Proben/Lage	4096		3940
Proben/Behälter	<b>4096</b>		<b>3940</b>
Empfehlung	<b>längs</b>		
<b>Gewicht:</b>		Langsschiene	Querschienen
Leergewicht (Schätzv)	10		10
PB:	13,44		13,57714286
GS:	21,2992		20,488
Gesamt	<b>44,7392</b>		<b>44,06514286</b>
<b>Verhältnis GS/PB</b>		2,089795918	1,989898989
<b>Maximal mögliche Stückzahlen im Gesamtregal</b>			
Stellplätze (lt. Grundriss)	73		
Regalebenen	7		
#Behälter	511		
PB gesamt	1.001.560		1.011.780
GS gesamt	2.093.056		2.013.340



Abbildung B.3.: Tablo'fix: Ein variabel konfigurierbares Fertigprodukt der Firma Schäfer SSI

**Bedienung von oben/getrennte Aufbewahrung****Beschreibung**

Zwei Behälter für jeweils eine Probenart (getrennte Aufbewahrung), Zugriff von oben (matrixartige Anordnung der Einschübe). Zwei individuelle Doppel-Einschübe mit Deckel für vertikale Lagerung im Behälter (Einschublänge entspricht ca Behälter Innenhöhe)

**Behälter**

	Maße in mm			
	Außenmaße PB	Innenmaße PB	Außenmaße GS	Innenmaße GS
Länge	600	565	600	565
Breite	400	365	400	365
Höhe	425	393	120	93
Lagen GS	1			
Lagen PB	2			
2er-Einschübe/Lage	6			

**Einschübe**

	PB	GS:
Längenverkürzungen (Grifflänge)	20	20
Nettolänge	373	73
Einschubbreite	62,5	56,5
Einschubhöhe	50,5	80
Luft+Wandstärke	4	2

**Probenanzahl:**

	PB (Behälterlängsseite parallel zu Einschubhöhe <b>Empfehlung</b> ):	PB (Behälterlängsseite parallel zu Einschubbreite):
# Einschubreihen (pro Behälterlä)	10	8
# Einschubspalten (pro Behälterl)	5	6
# der Einschübe/Behälter	<b>50</b>	48
Proben/Schiene	42	42
Proben/Einschub	84	84
Proben/Behälter	<b>4200</b>	<b>4032</b>
<b>GS (Behälterlängsseite parallel zu Einschubhöhe):</b>		
# Einschubreihen (pro Behälterlä)	6	9
# Einschubspalten (pro Behälterl)	6	4
# der Einschübe/Behälter	<b>36</b>	<b>36</b>
Proben/Schiene	59	59
Proben/Einschub	118	118
Proben/Behälter	<b>4248</b>	<b>4248</b>

**Gewicht PB:**

Leergewicht (Schätzwert)	5	5
PB:	28,8	27,648
PB-Gesamt	33,8	32,648

**Gewicht GS:**

Leergewicht (Schätzwert)	5	5
GS:	22,0896	22,0896
GS-Gesamt	27,0896	27,0896

Verhältnis GS/PB: Behälter	1,0114285714	1,0535714286
	Ebenenwahl im Regal	dadurch verbrauchte Nettoregalhöhe
PB:	3	1656
GS:	5	1235
<b>Gesamtverhältnis GS/PB: Reg:</b>	<b>1,6857142857</b>	<b>1,755952381</b>
<b>Maximal mögliche Stückzahlen im Gesamtregal</b>		
Stellplätze (lt. Grundriss)	73	73
PB gesamt	919.800	883008
GS gesamt	1.550.520	1550520

Abbildung B.4.: Getrennte Aufbewahrung, von oben bedienbar, vertikal lagernde Einschübe.



<b>Normbehälter, Bedienung von vorne, Fachwerk</b>			
<b>Beschreibung</b>			
Standardbehälter mit Fachwerk für Einschübe und Bedienung von vorne, beide Probenarten kombiniert, eine Einerschiene für beide Probenarten			
<b>Behälter</b>		<b>Maße in mm</b>	
<b>Außenmaße</b>		<b>Innenmaße</b>	
Länge	600	Behälterinnenlänge	552
Breite	400	Behälterinnenbreite	352
Höhe	320	Behälterinnenhöhe	291,5
Lagen GS	1		
Lagen PB	3		
1er-Einschübe/Lage	9		
<b>Einschübe</b>	<b>PB</b>	<b>GS</b>	
Nettolänge	550		550
max. Breite	32		32
Einschubhöhe	50,5		80
<b>Probenanzahl:</b>			
<b>PB:</b>			
#/Schiene	62		
#/Lage	558		
#/Behälter	<b>1674</b>		
Gewicht/Einschub [kg]	0,4251428571		
<b>GS:</b>			
#/Schiene	447		
#/Lage	4023		
#/Behälter	<b>4023</b>		
Gewicht/Schiene	2,3244		
<b>Gewicht:</b>			
Leergewicht (Schätzw)	10		
PB:	11,478857143		
GS:	20,9196		
Gesamt	42,398457143		
<b>Verhältnis GS/PB</b>			
	2,4032258065		
<b>Maximal mögliche Stückzahlen im Gesamtregal</b>			
Stellplätze (lt. Grundriss)	73		
Regalebenen	7		
#Behälter	511		
PB gesamt	855.414		0
GS gesamt	2.055.753		0

Abbildung B.5.: Normbehälter von vorne bedienbar, mit Fachwerk

**Neukonstruktion, Bedienung von vorne****Beschreibung**

Behälter vorne und hinten offen für Zugriff von vorne. Zwei unterschiedliche Einschubarten, jeweils angepasste Einerschienen

Behälter		Maße in mm	
Außenmaße		Innenmaße	
Länge	600		552
Breite	400		352
Höhe	240		
Lagen GS	1		
Lagen PB	3		
1-er-Schiene	PB:	GS:	
Nettolänge	550		550
max. Breite	32		29
Einschubhöhe	50,5		80
Luft+Wandstärke	2		2

**Probenanzahl:**

PB:	
# Eiserschienen / Lage	10
Proben/Schiene	62
Proben/Lage	620
Proben/Behälter	<b>1860</b>
Gewicht/Einschub	0,4251428571

GS:	
# Eiserschienen / Lage	11
Proben/Schiene	447
Proben/Lage	4917
Proben/Behälter	<b>4917</b>
Gewicht/Einschub	2,3244

**Gewicht:**

Leergewicht (Schätz)	5
PB:	12,754285714
GS:	25,5684
Gesamt	43,322685714

**Verhältnis GS/PB** 2,6435483871

**Maximal mögliche Stückzahlen im Gesamtregal**

Stellplätze (lt. Grundriss)	73
Regalebene	7
#Behälter	511
PB gesamt	950.460
GS gesamt	2.512.587

Abbildung B.6.: Erster Entwurf einer Neukonstruktion: für jede Probenart je eine Einerschiene, beidseitig offener Behälter, Zugriff von vorne

<b>Endgültiger Behälter</b>			
<b>Beschreibung</b>			
Behälter vorne und hinten offen, Sonderkonstruktion geschraubt, 3 Lagen, die oberen beiden Lagen ausschließlich für Paraffinproben, die unterste für beide Probenarten. Es gibt nur einen Typ von Einschub, passend für beide Probenarten.			
<b>Behälter</b>	<b>Maße in mm</b>		
<b>Außenmaße</b>		<b>Innenmaße</b>	
Länge	600		572
Breite	400		362
Höhe	240		
Lagen GS	1		
Lagen PB	2		
2er-Einschübe/Lage	6		
<b>Einschübe</b>			
Längenverkürzungen	12	3	1
Nettolänge	564		
max. Breite	63		
<b>Probenanzahl:</b>		<b>Wahl des richtigen Verhältnisses</b>	
<b>PB:</b>		<b>PB:</b>	
Proben/Schiene	64	Max # Einschübe	18
Proben/Einschub	128	Gewählte # der Einschübe	14
Proben/Lage	768		
Proben/Behälter	<b>1536</b>	#/Behälter	<b>1792</b>
Gewicht/Einschub	0,8777142857		
<b>GS:</b>		<b>GS:</b>	
Proben/Schiene	459	Max # Einschübe	6
Proben/Einschub	918	Gewählte # der Einschübe	4
Proben/Lage	5508		
Proben/Behälter	<b>5508</b>	#/Behälter	<b>3672</b>
Gewicht/Einschub	4,7736		
<b>Gewicht:</b>		<b>Gewicht:</b>	
Leergewicht (Schätzv	10	Leergewicht (Schätzung)	10
PB:	10,532571429	PB:	12,288
GS:	28,6416	GS:	19,0944
Gesamt	49,174171429	gesamt:	41,3824
<b>Verhältnis GS/PB</b>	<b>3,5859375</b>		<b>2,049107143</b>
<b>Maximal mögliche Stückzahlen im Gesamtregal</b>			
Stellplätze (lt. Grundriss)	73		
Regalebenen	7		
#Behälter	511		
PB gesamt	784.896		915.712
GS gesamt	2.814.588		1.876.392

Abbildung B.7.: Die letztendlich gewählte Behältervariante: Neukonstruktion zur kombinierten Aufbewahrung beider Probenarten in einer einheitlichen Doppelschiene, drei Lagen (zwei für Paraffinblöcke, eine für Glasschnitte) eine Lage Proben, beidseitig offener Behälter horizontal bedienbar.

## C. Konstruktionspläne

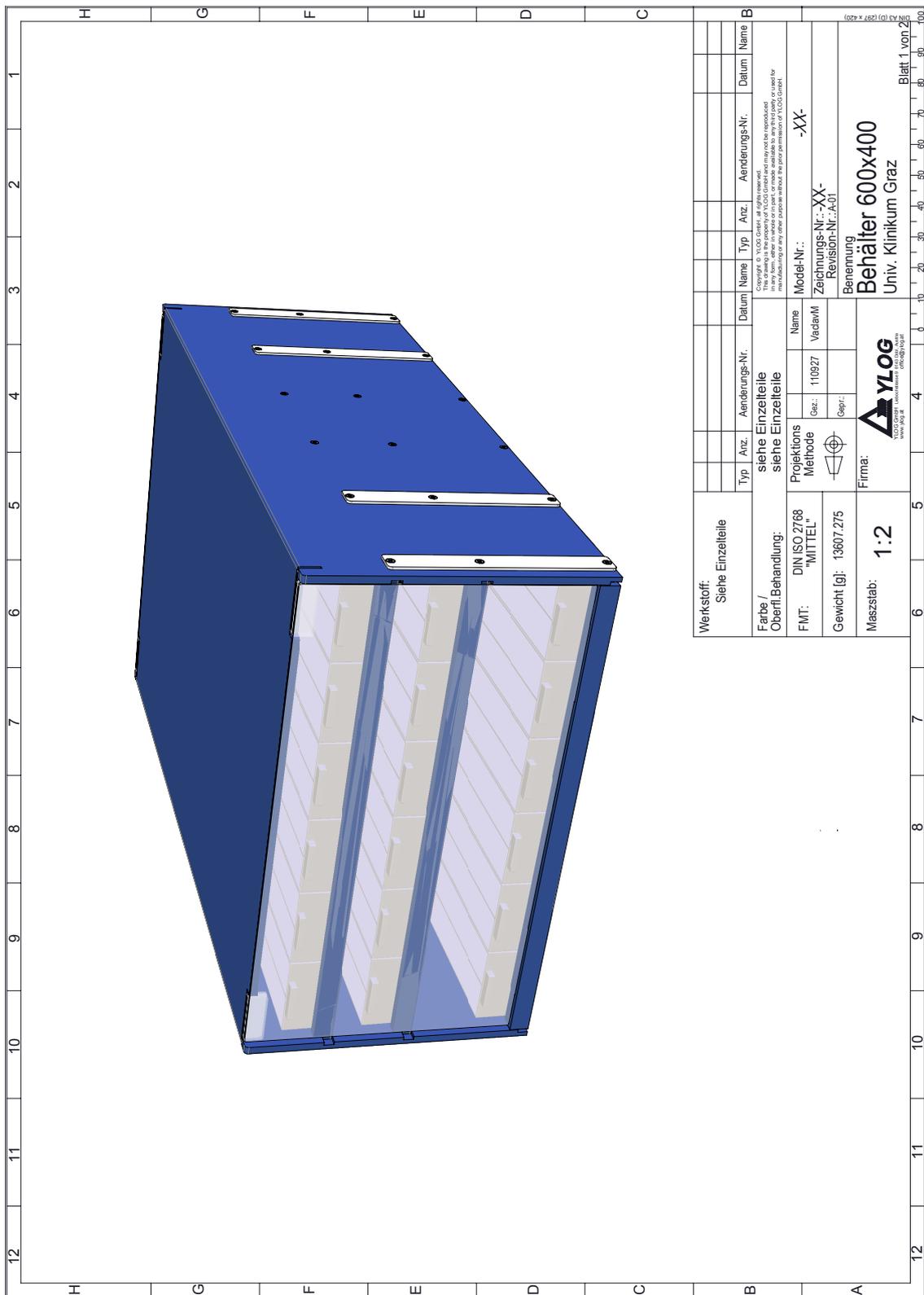


Abbildung C.1.: Behälter – 3D Modell

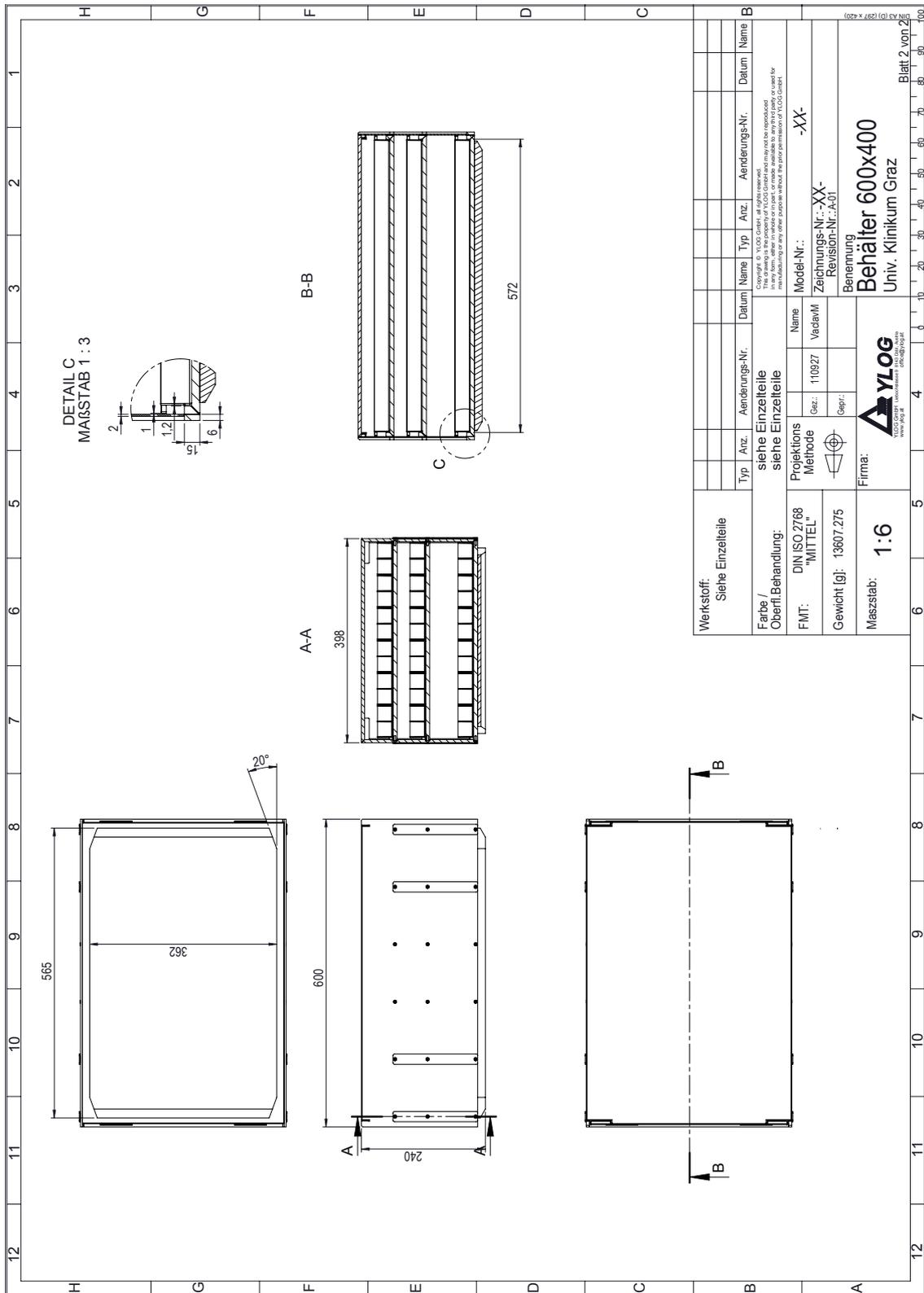


Abbildung C.2.: Behälterskizze

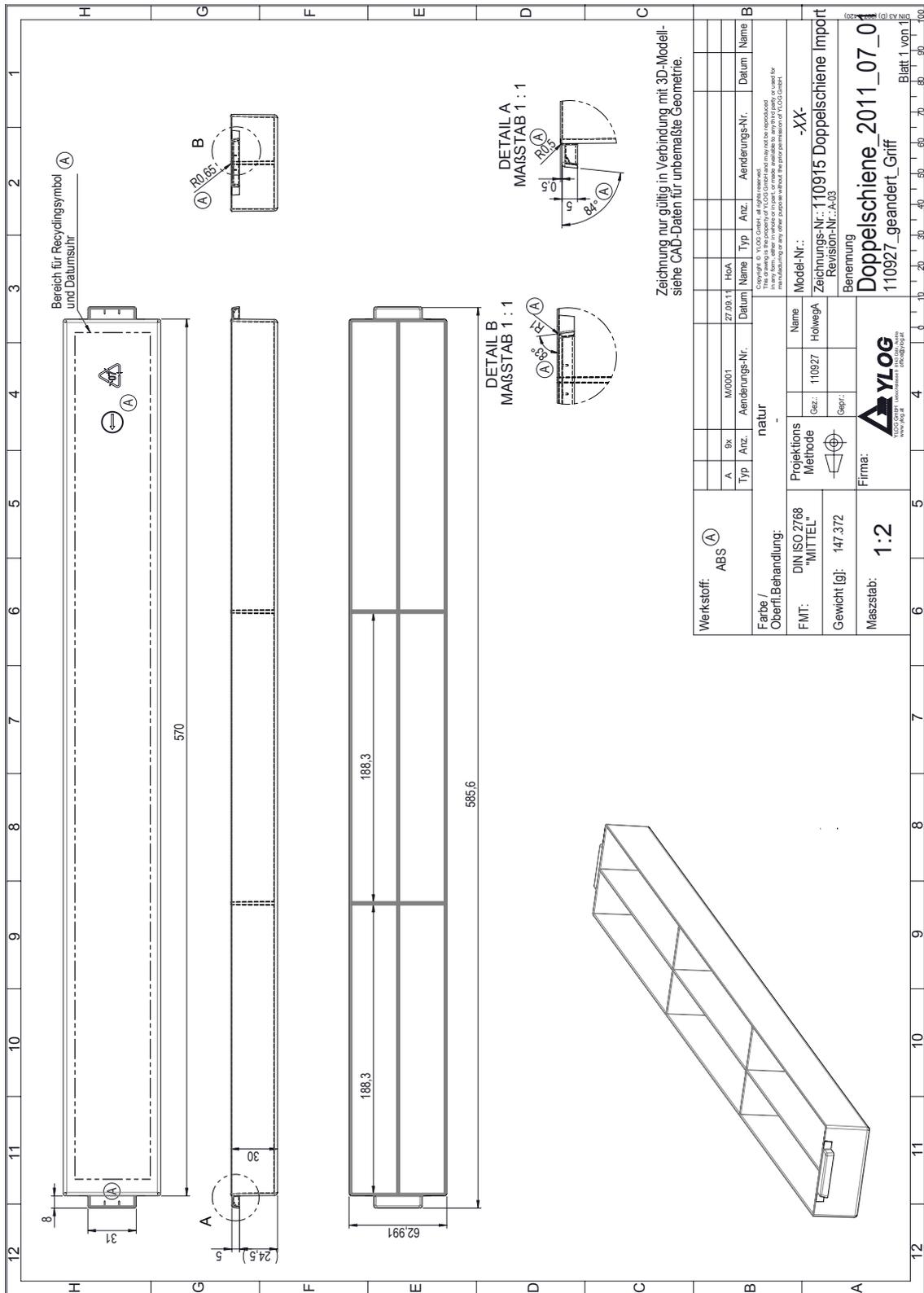


Abbildung C.3.: Einschubskizze

# D. EPK-Diagramme

## D.1. Istprozesse

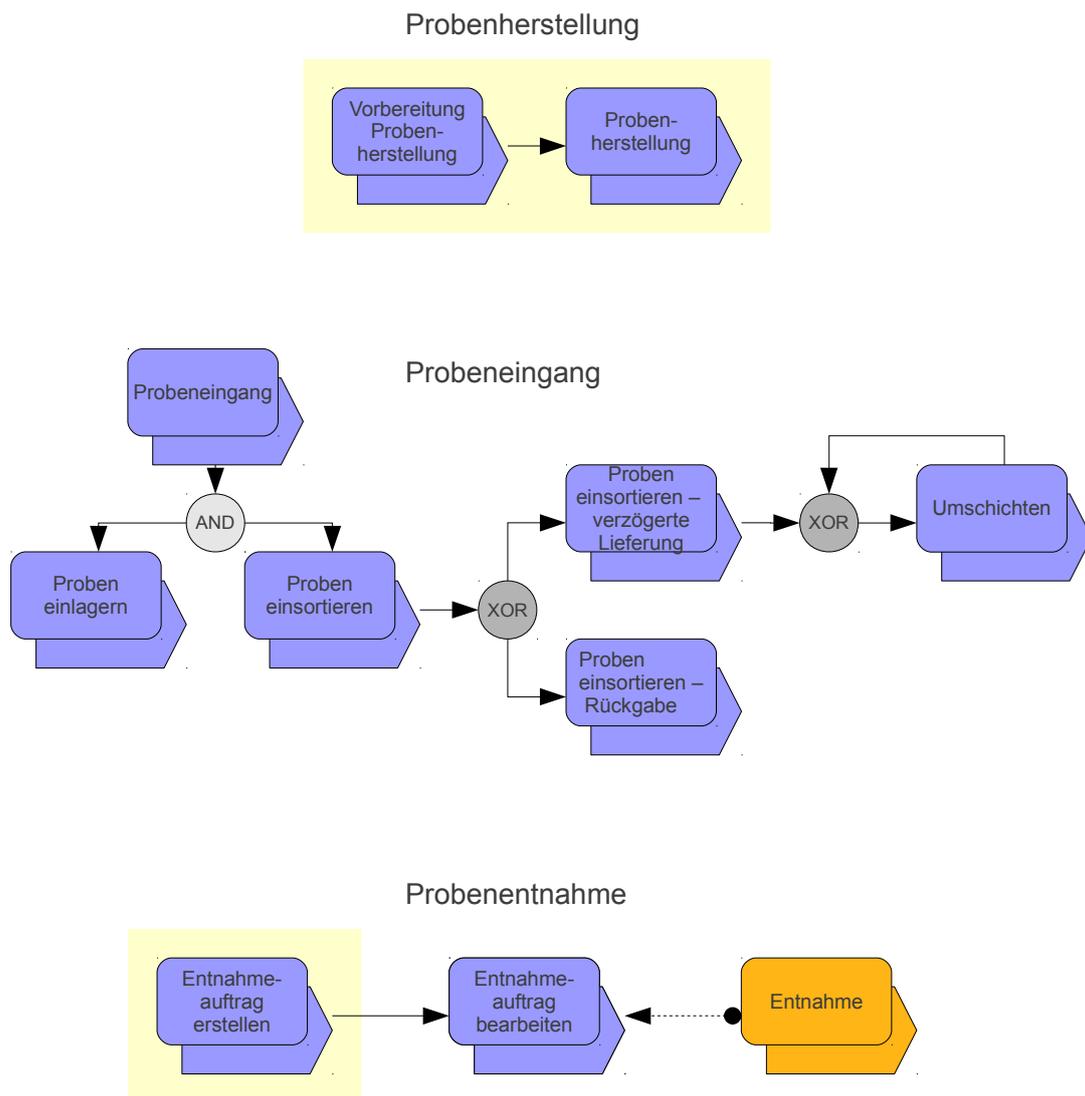


Abbildung D.1.: Übersicht Prozesskomponenten

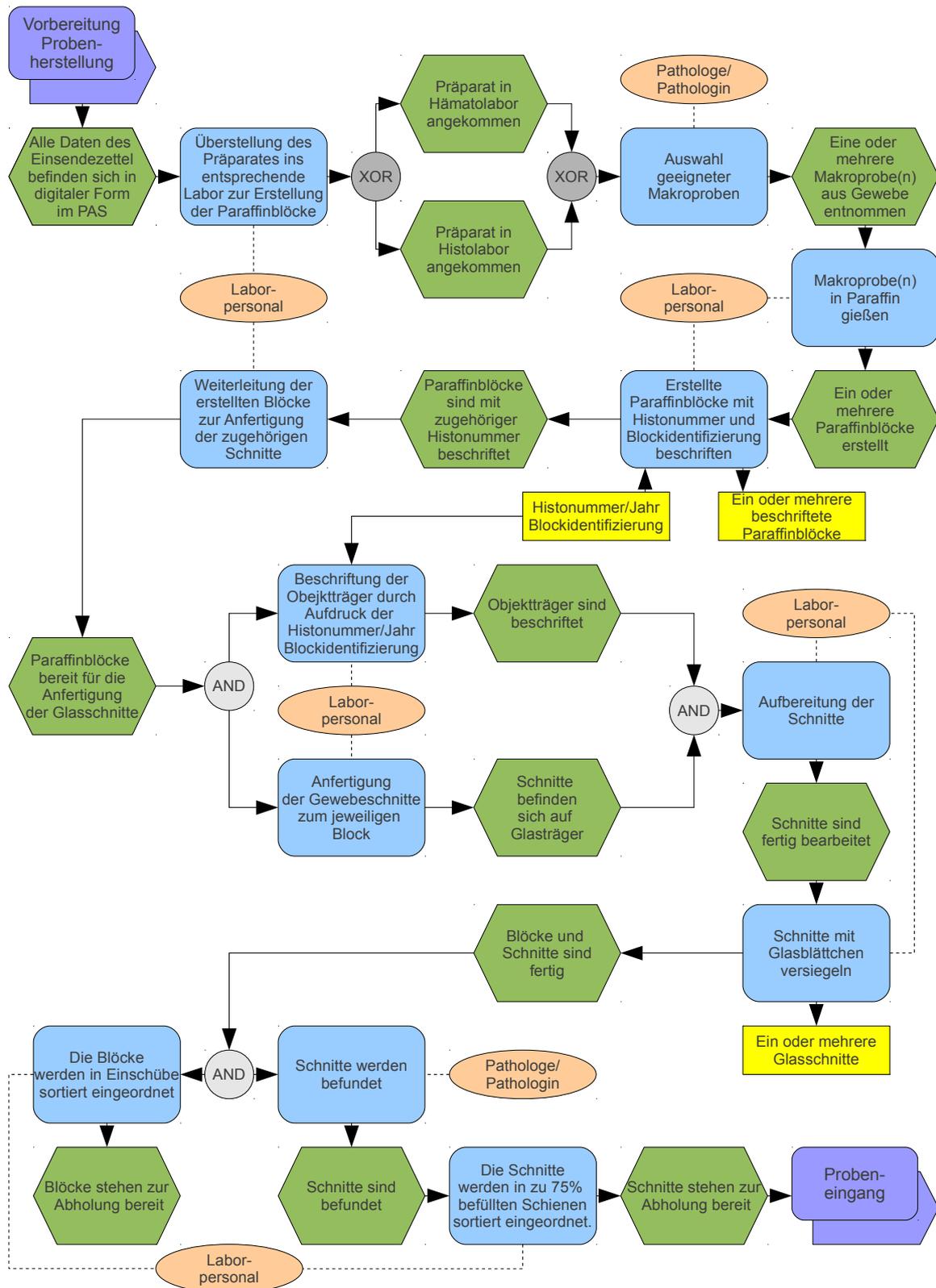


Abbildung D.2.: Vorbereitung Probenherstellung

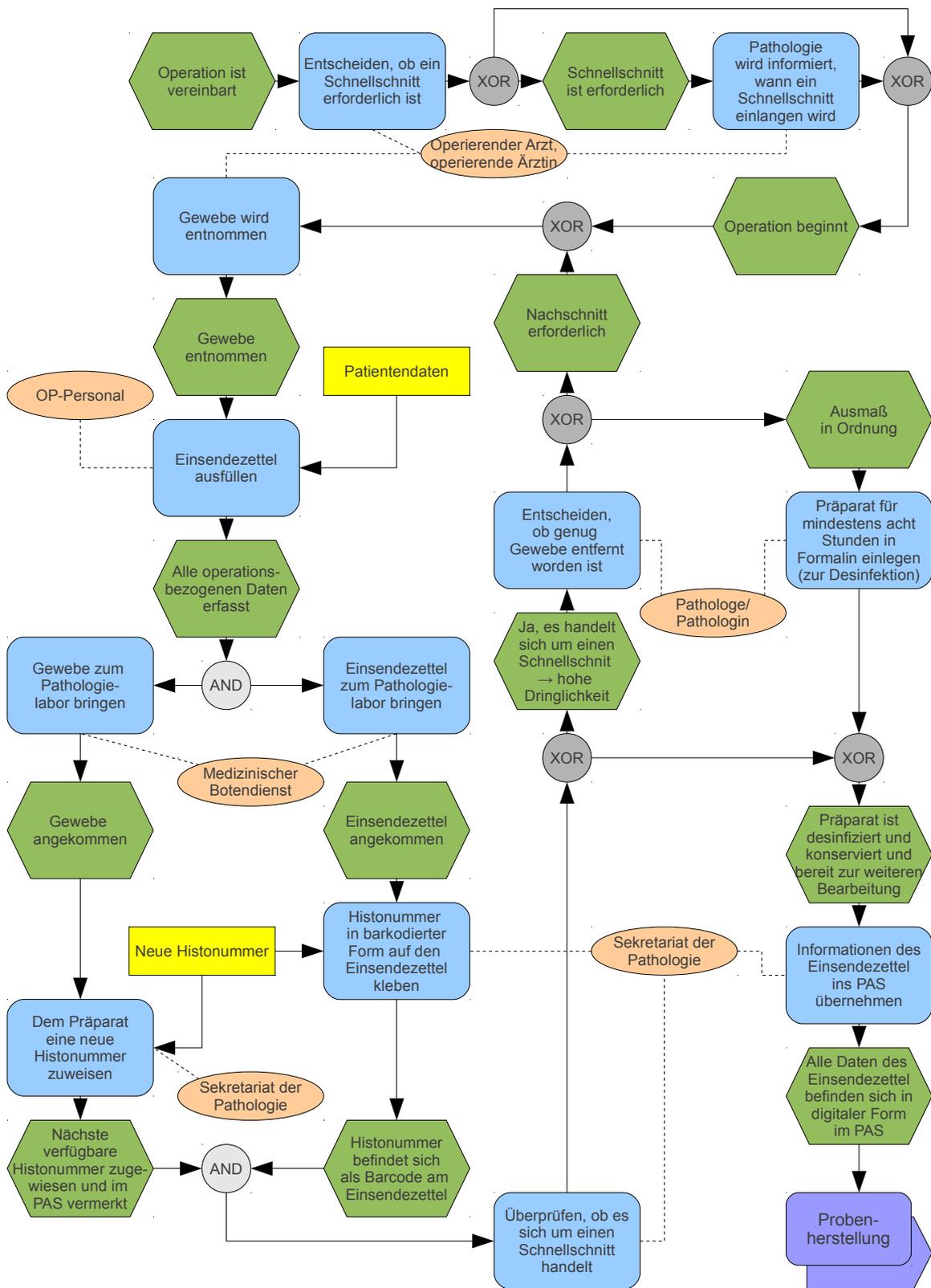


Abbildung D.3.: Probenherstellung

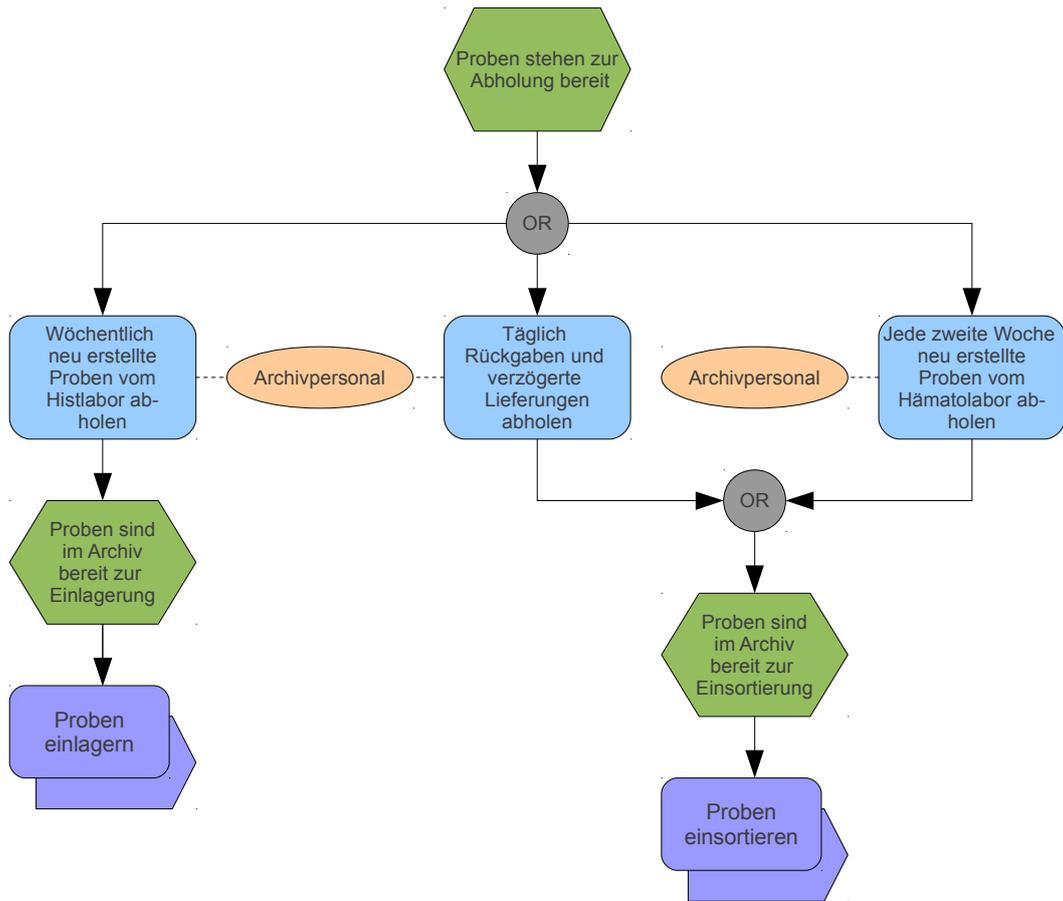


Abbildung D.4.: Probeneingang



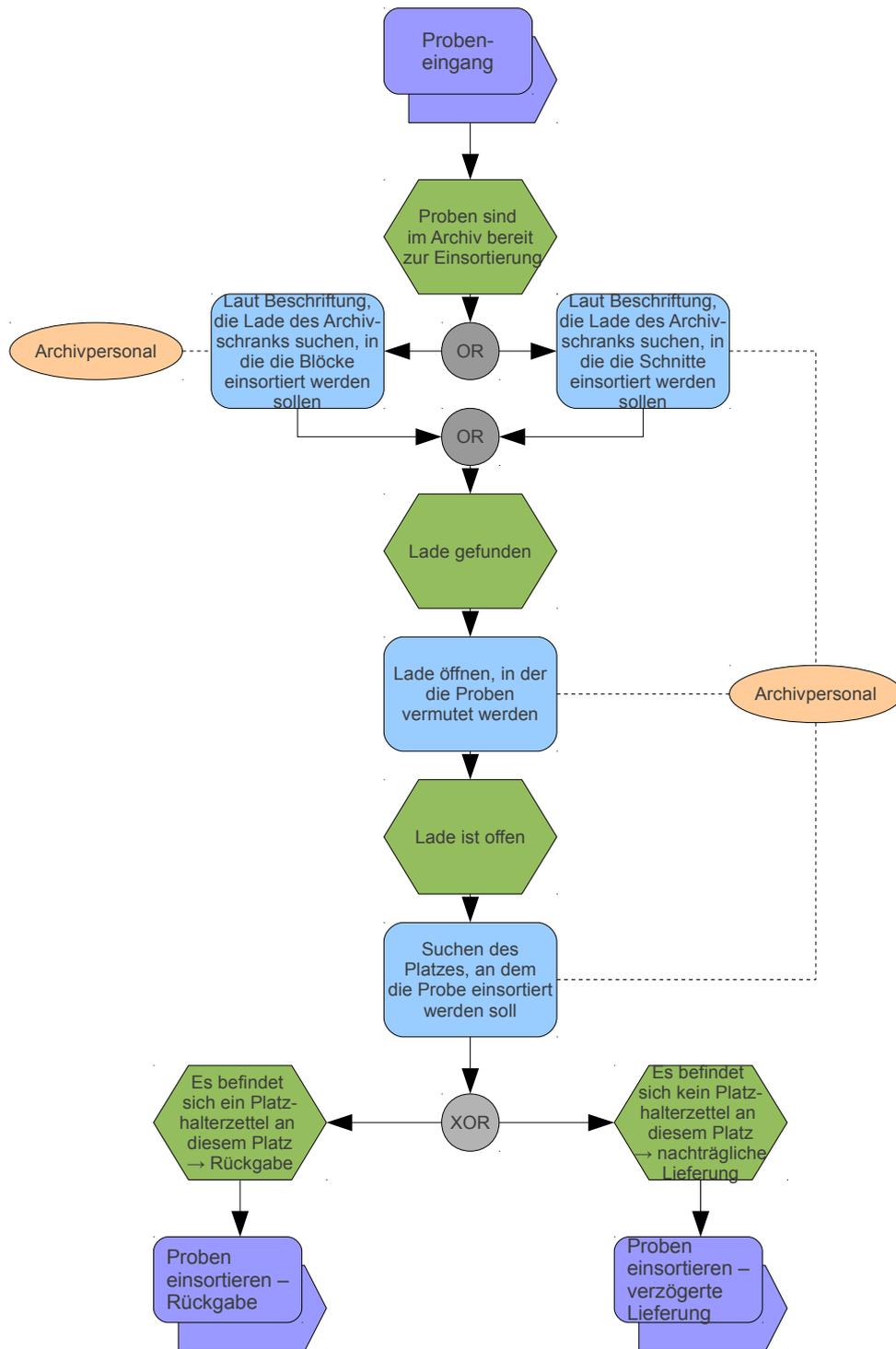


Abbildung D.6.: Proben einsortieren

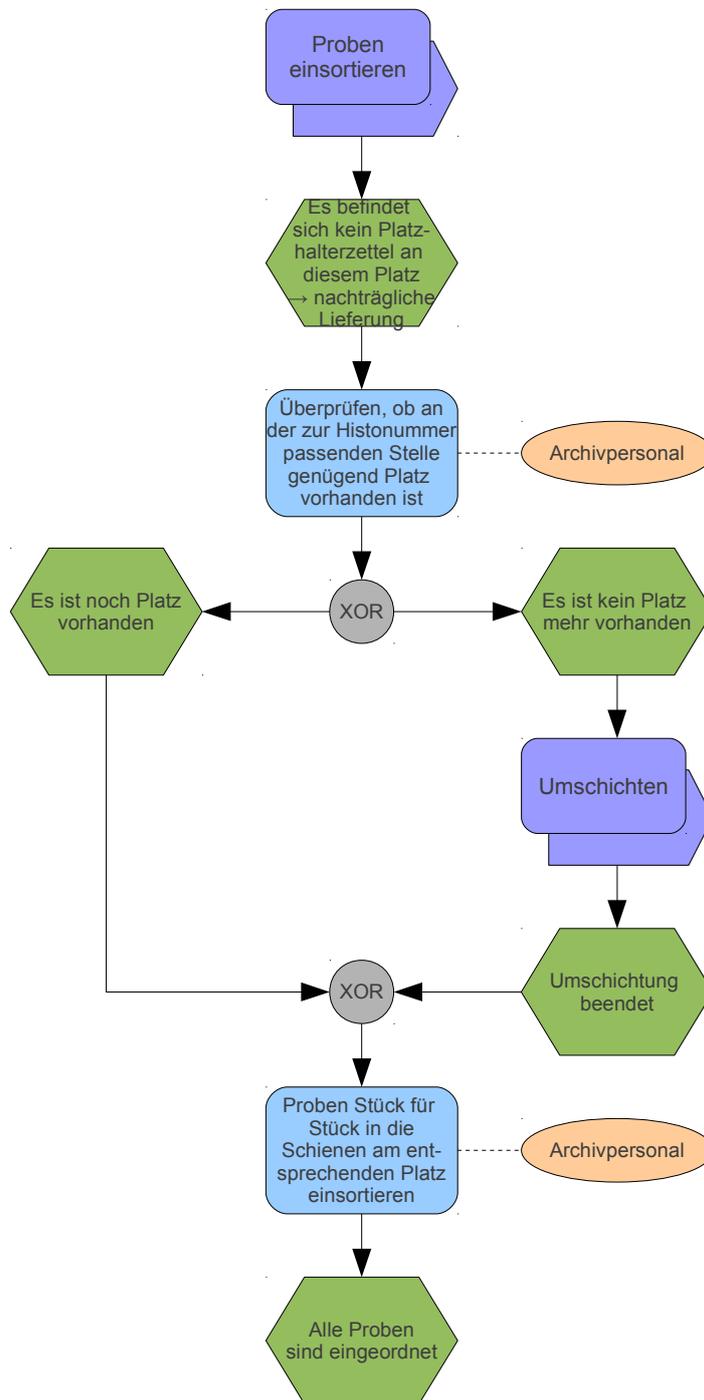


Abbildung D.7.: Proben einsortieren – verzögerte Lieferung

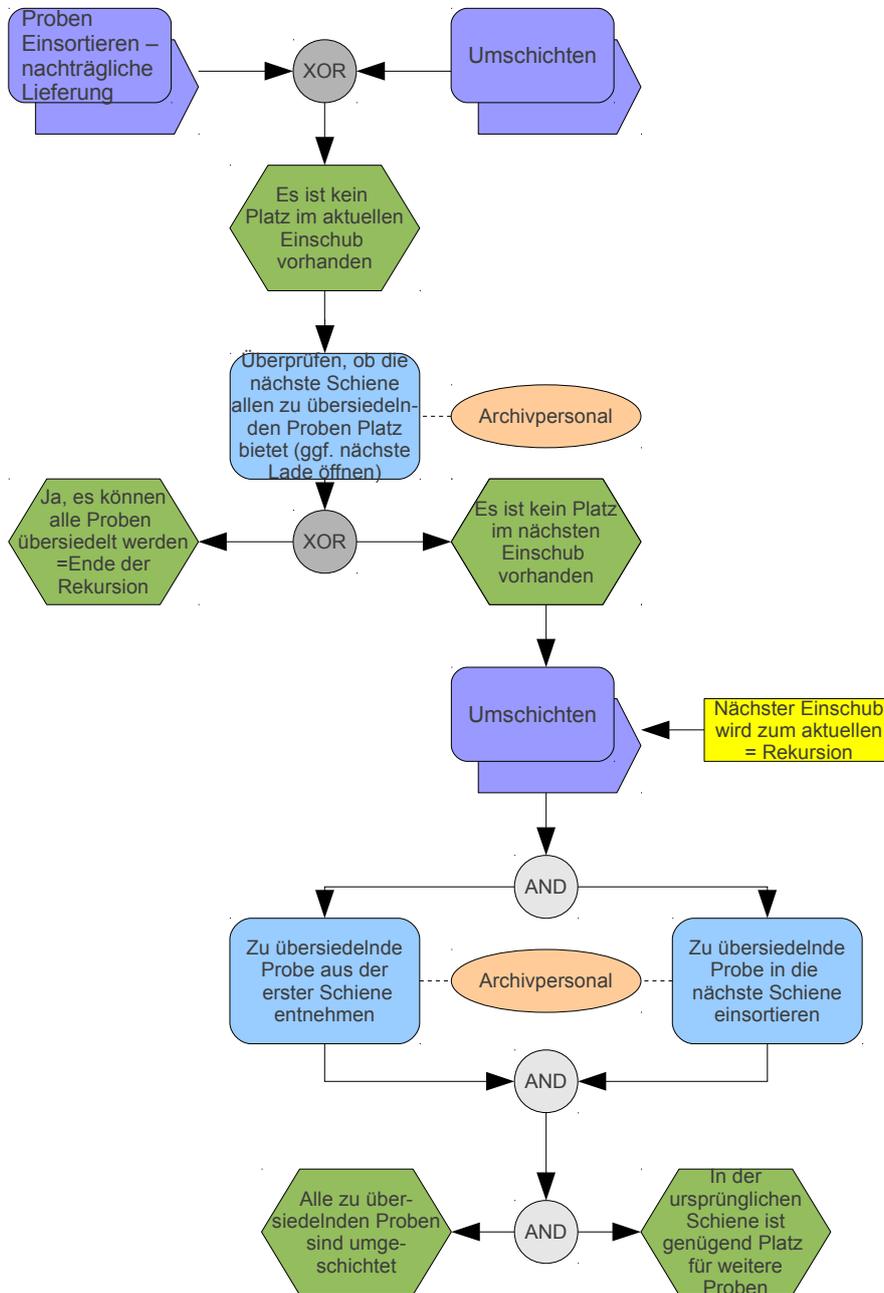


Abbildung D.8.: Umschichten – schematisch rekursiv

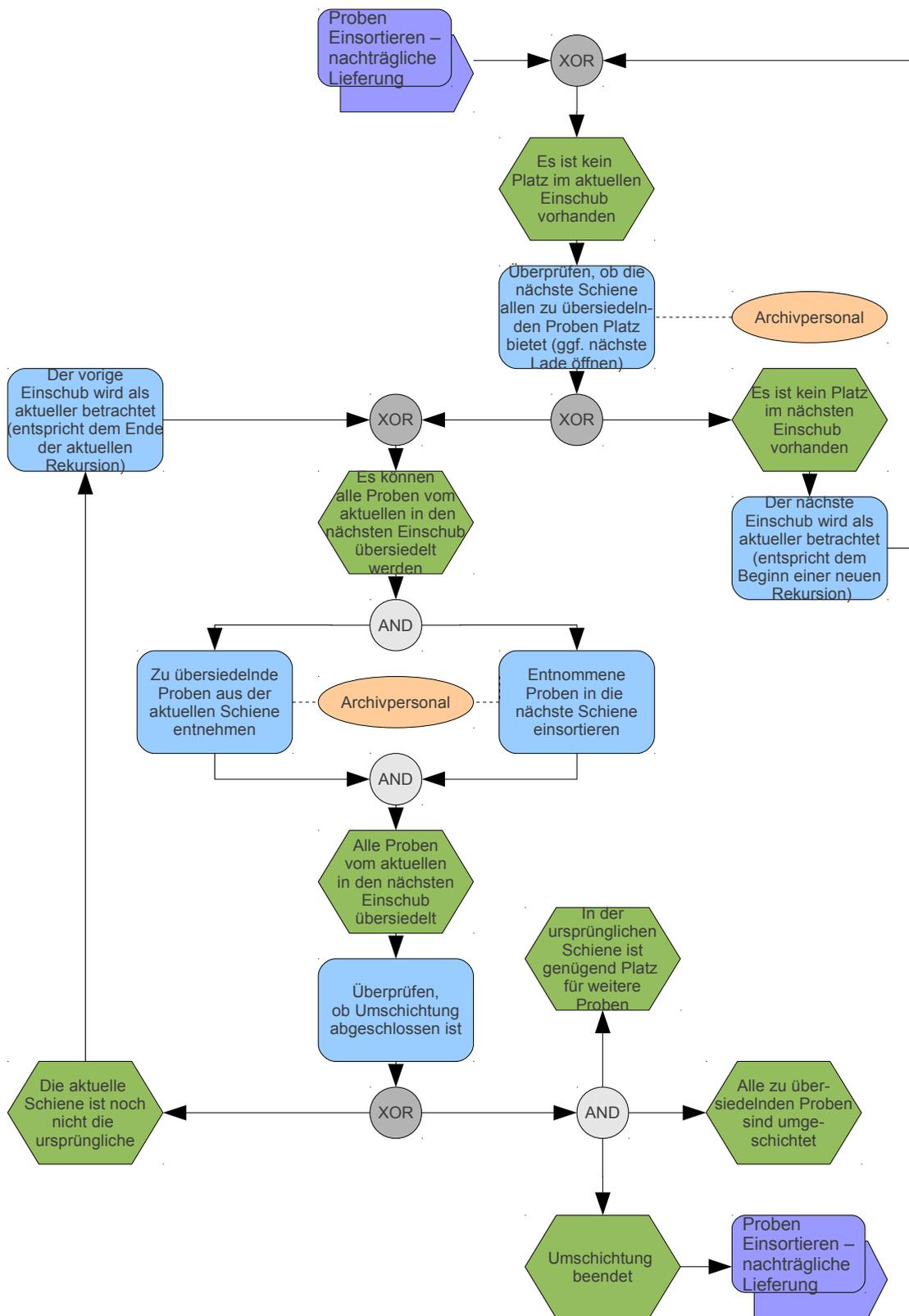


Abbildung D.9.: Umschichten

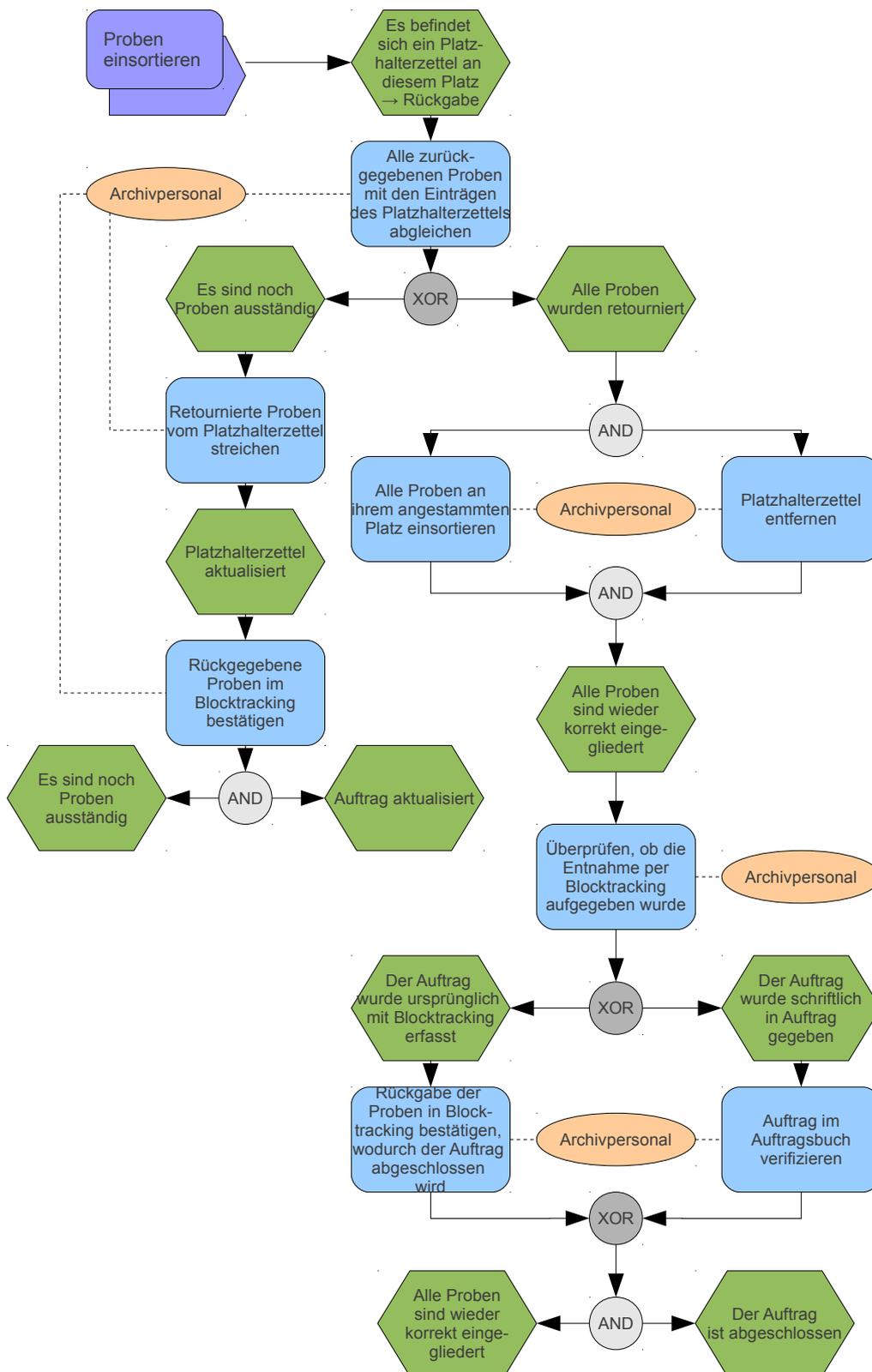


Abbildung D.10.: Proben Einsortieren – Rückgabe

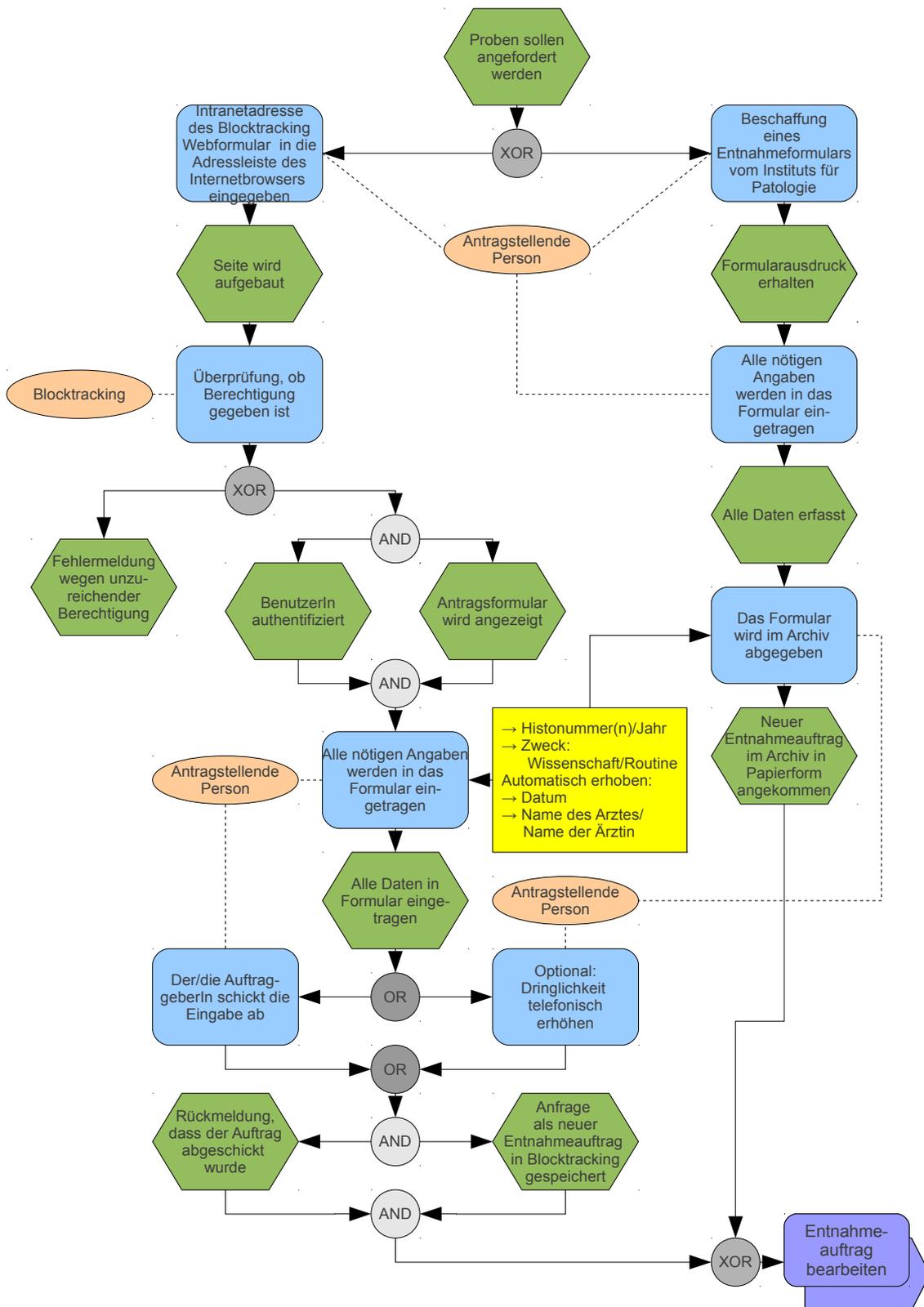


Abbildung D.11.: Entnahmeauftrag erstellen



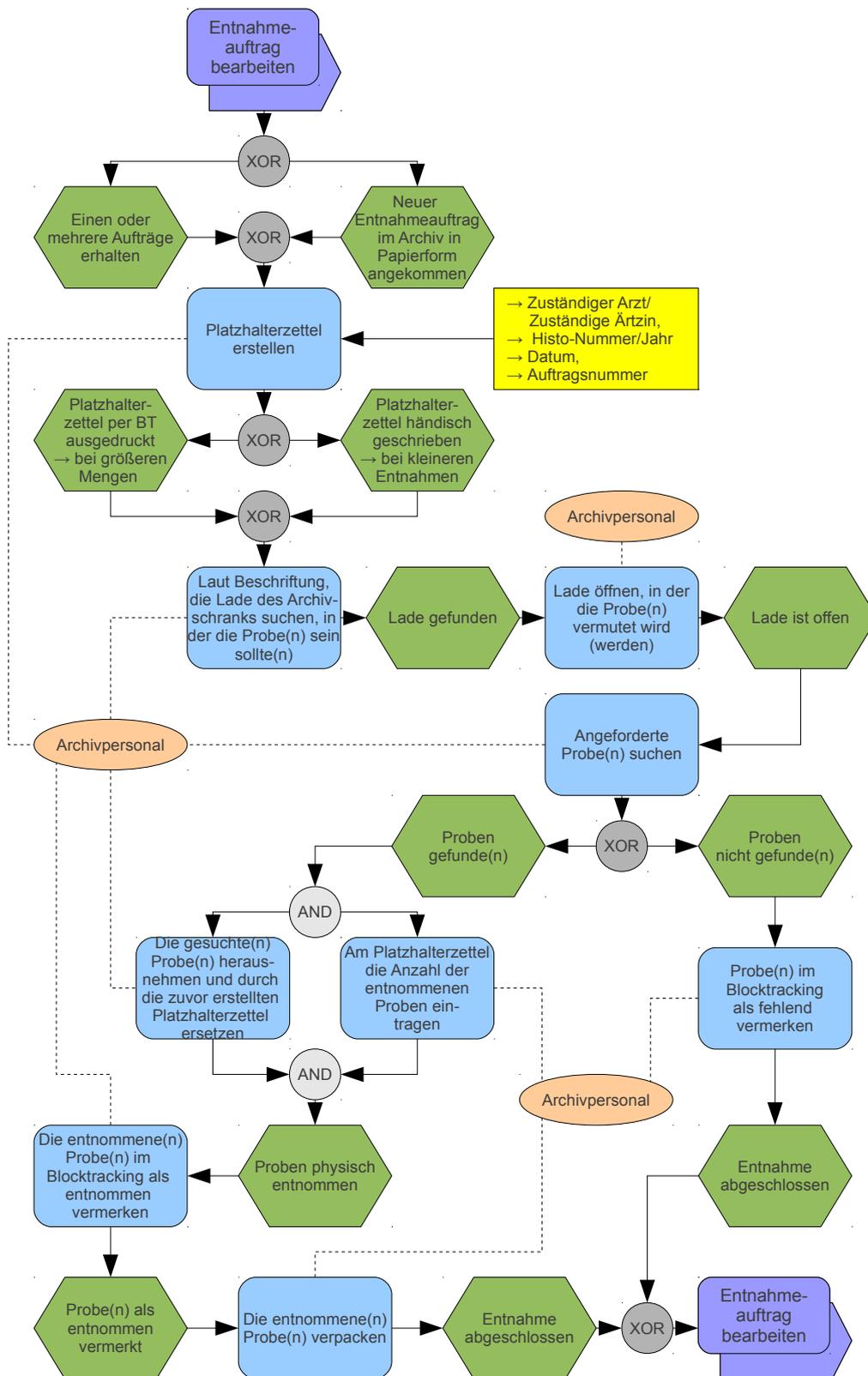


Abbildung D.13.: Entnahme

## D.2. Generischer Prozess

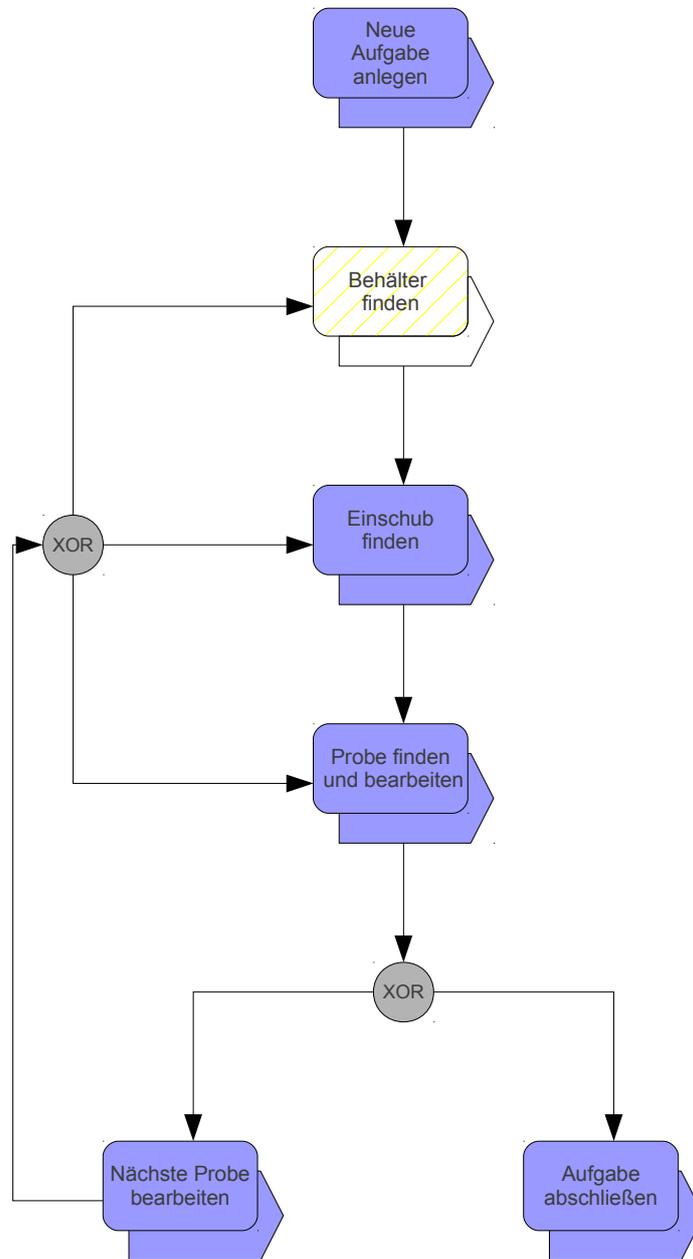


Abbildung D.14.: Übersicht Prozesskomponenten

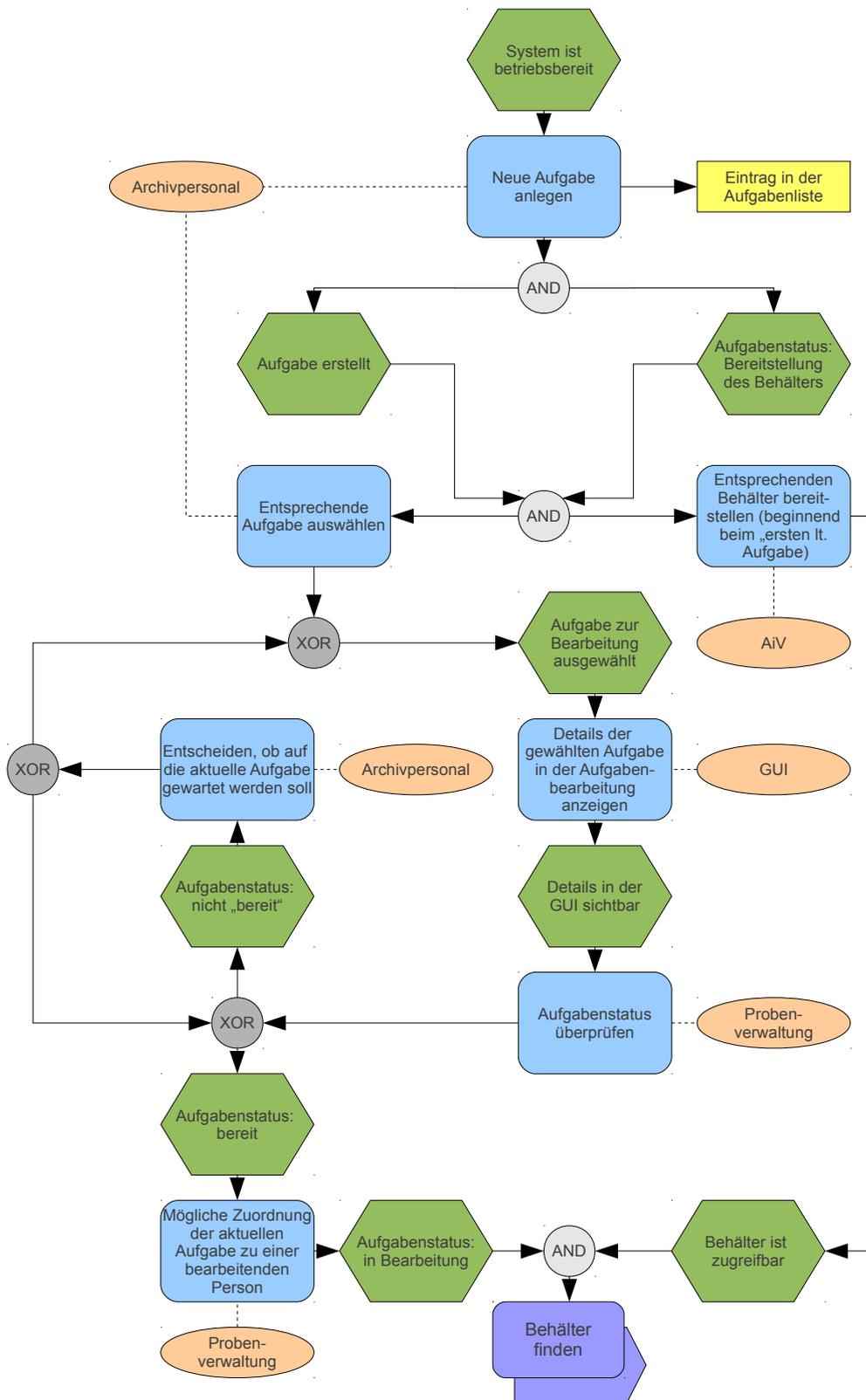


Abbildung D.15.: Neue Aufgabe anlegen

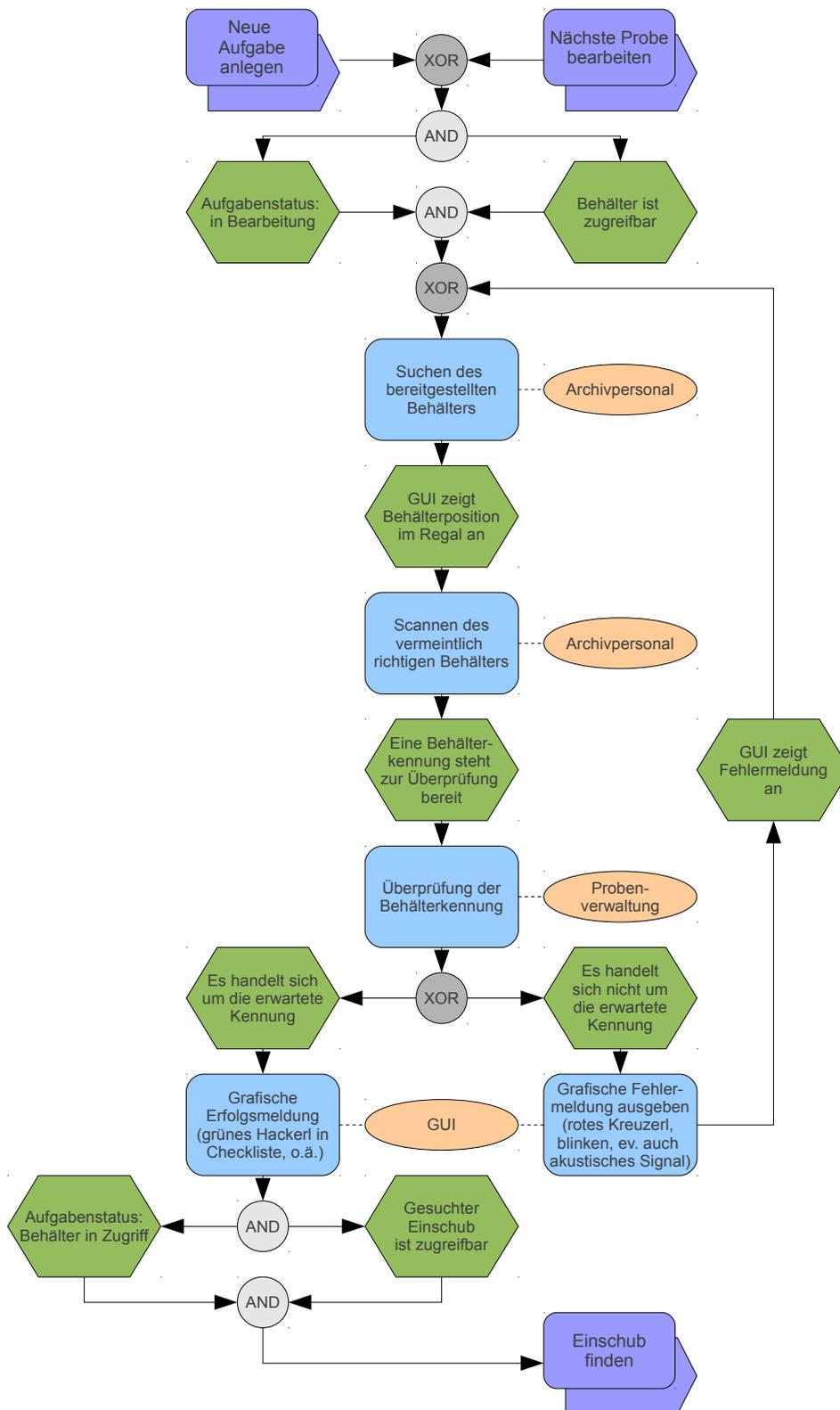


Abbildung D.16.: Behälter finden

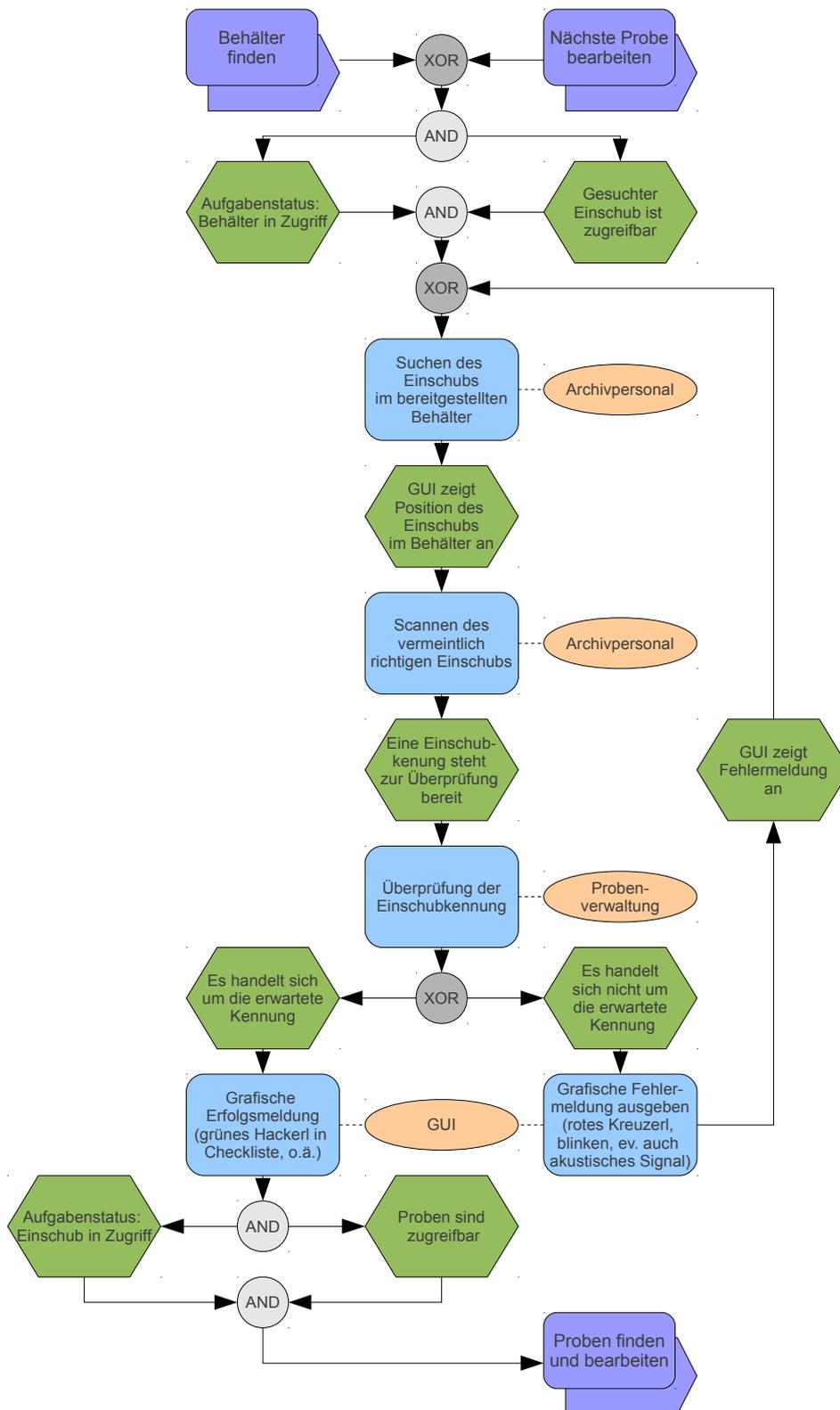


Abbildung D.17.: Einschub finden

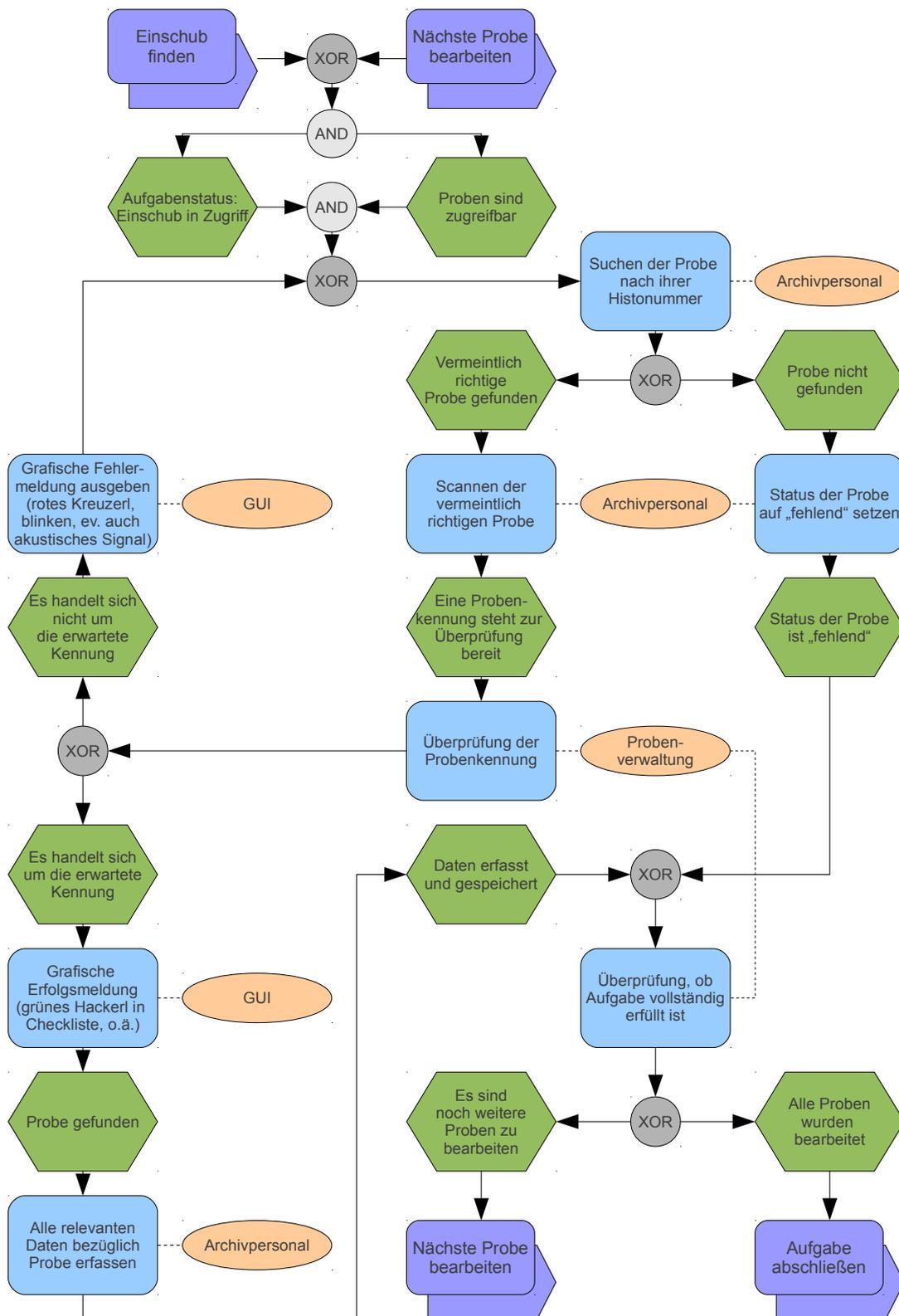


Abbildung D.18.: Probe finden und bearbeiten

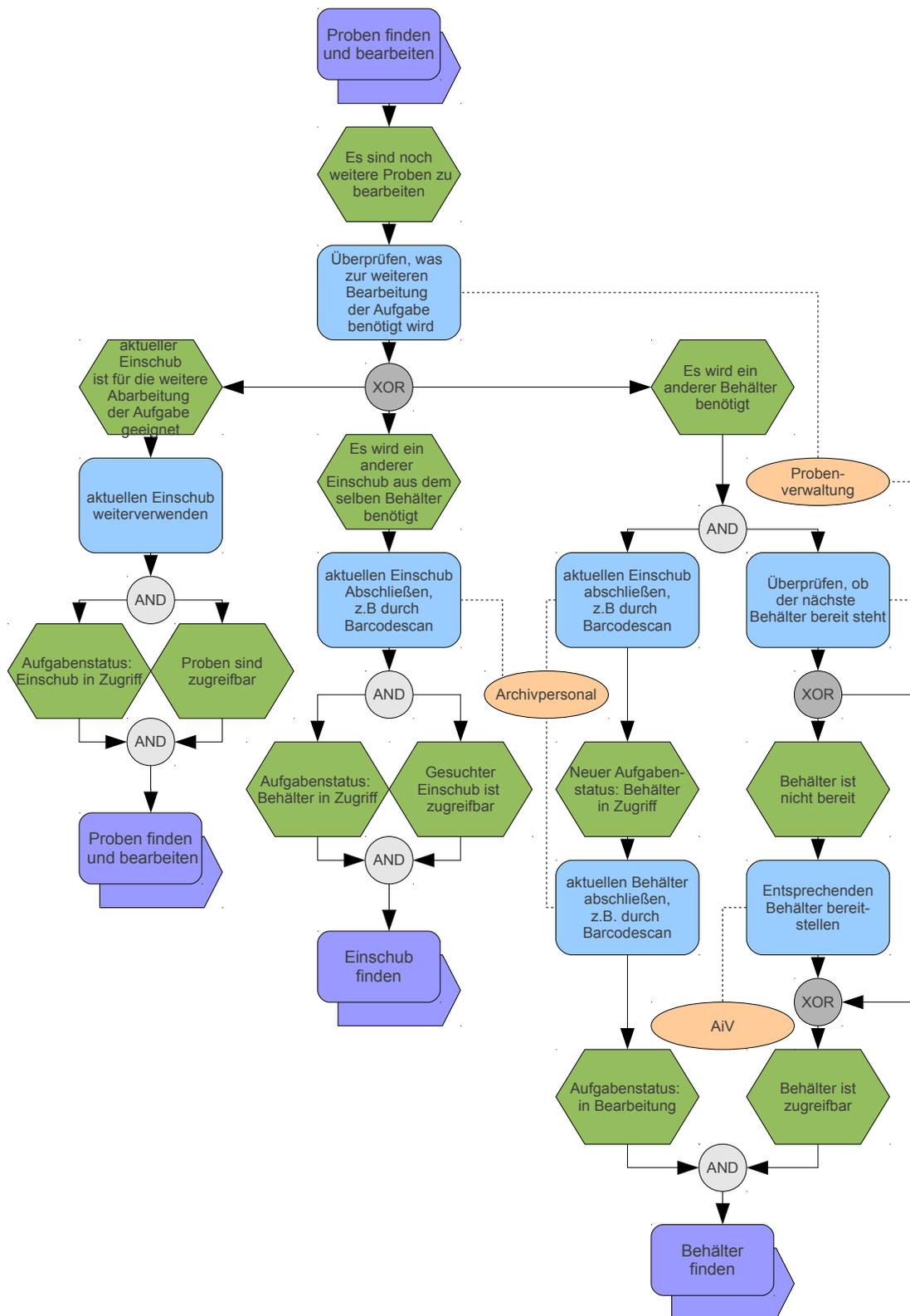


Abbildung D.19.: Nächste Probe bearbeiten

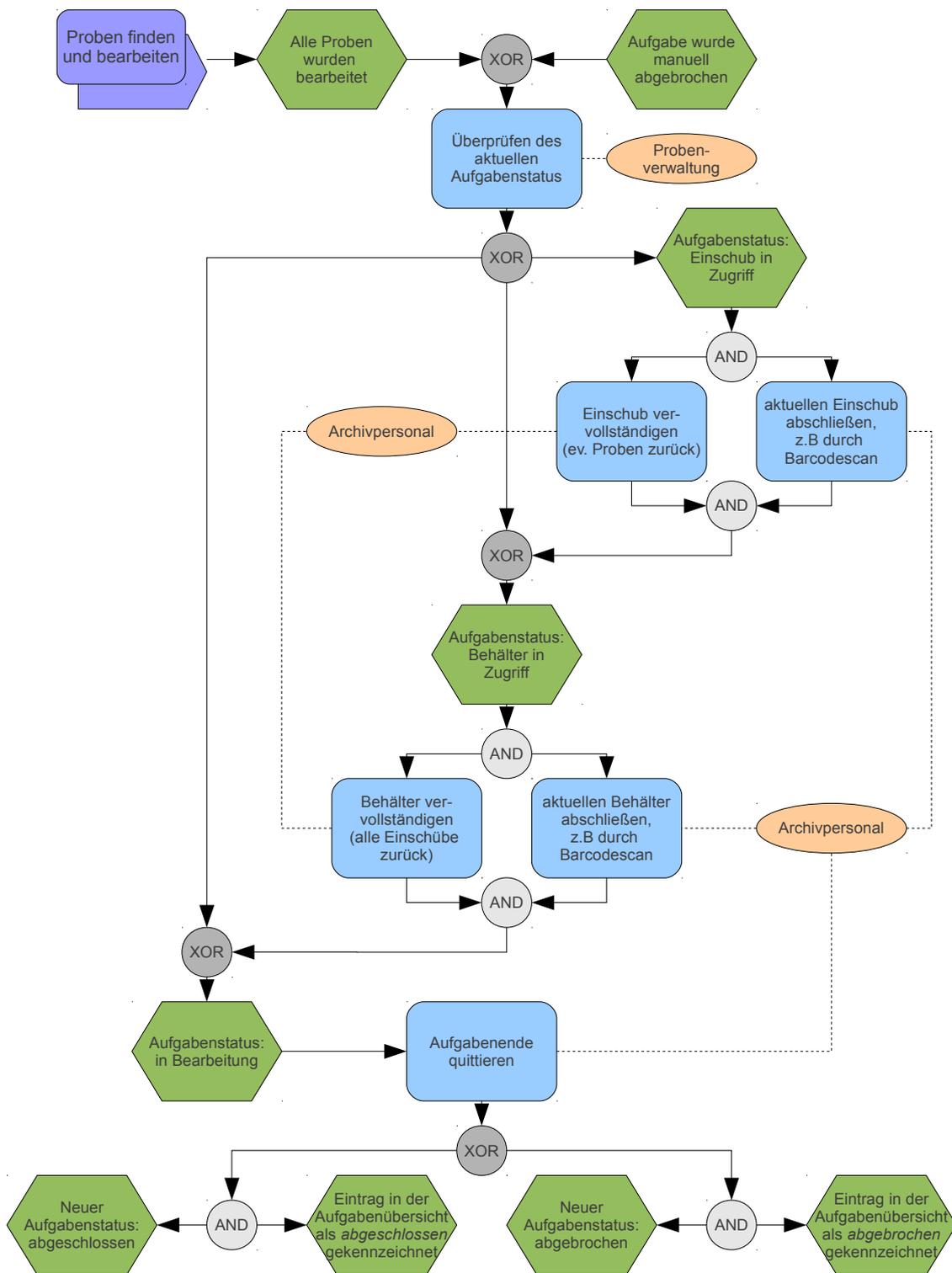


Abbildung D.20.: Aufgabe abschließen

### D.3. Sollprozesse

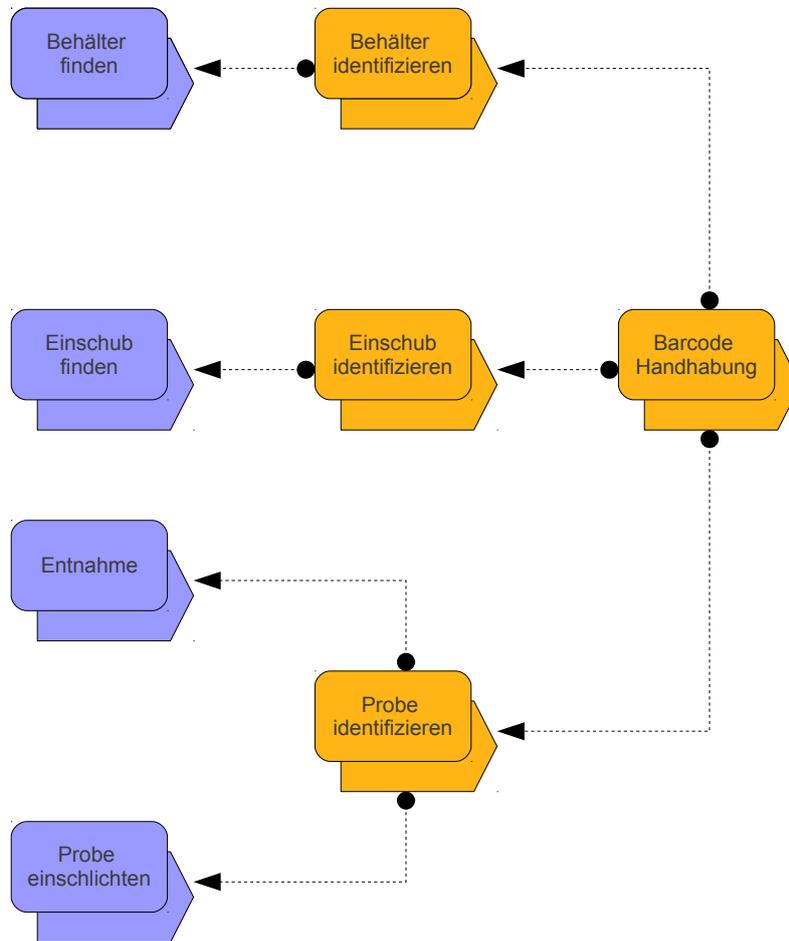


Abbildung D.21.: Übersicht aller Prozessverfeinerungen

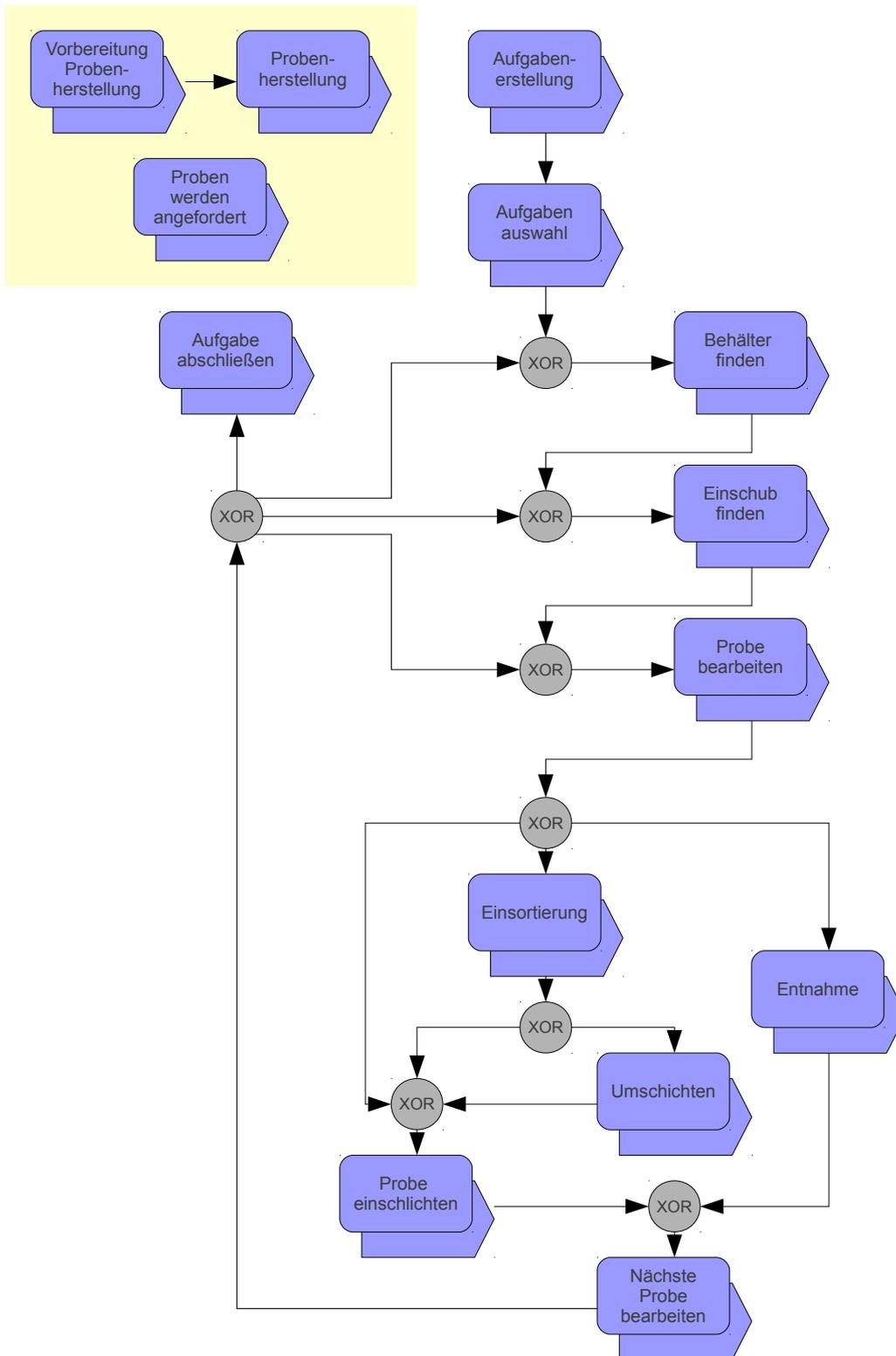


Abbildung D.22.: Übersicht aller Teilprozesse

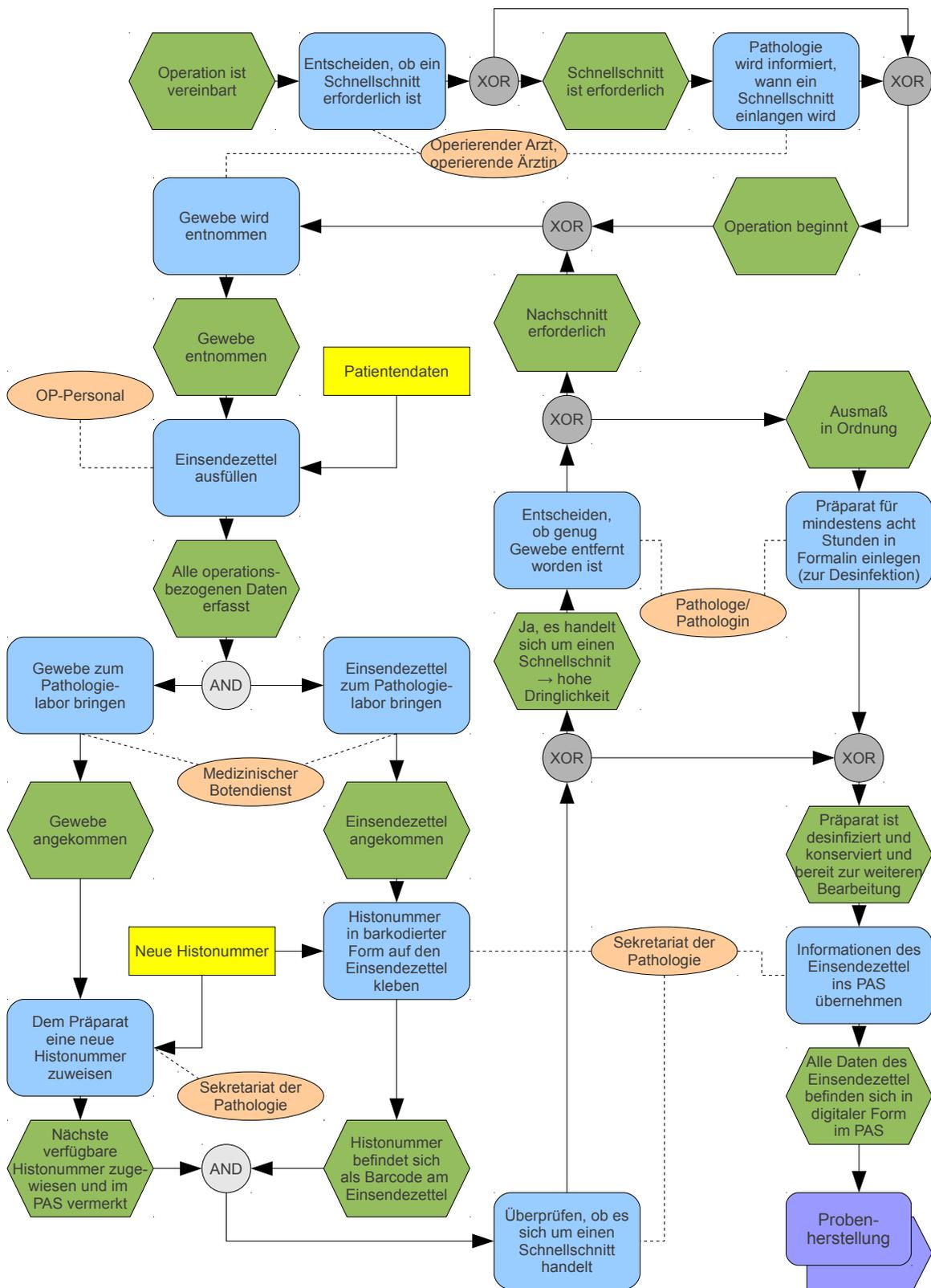


Abbildung D.23.: Vorbereitung Probenherstellung

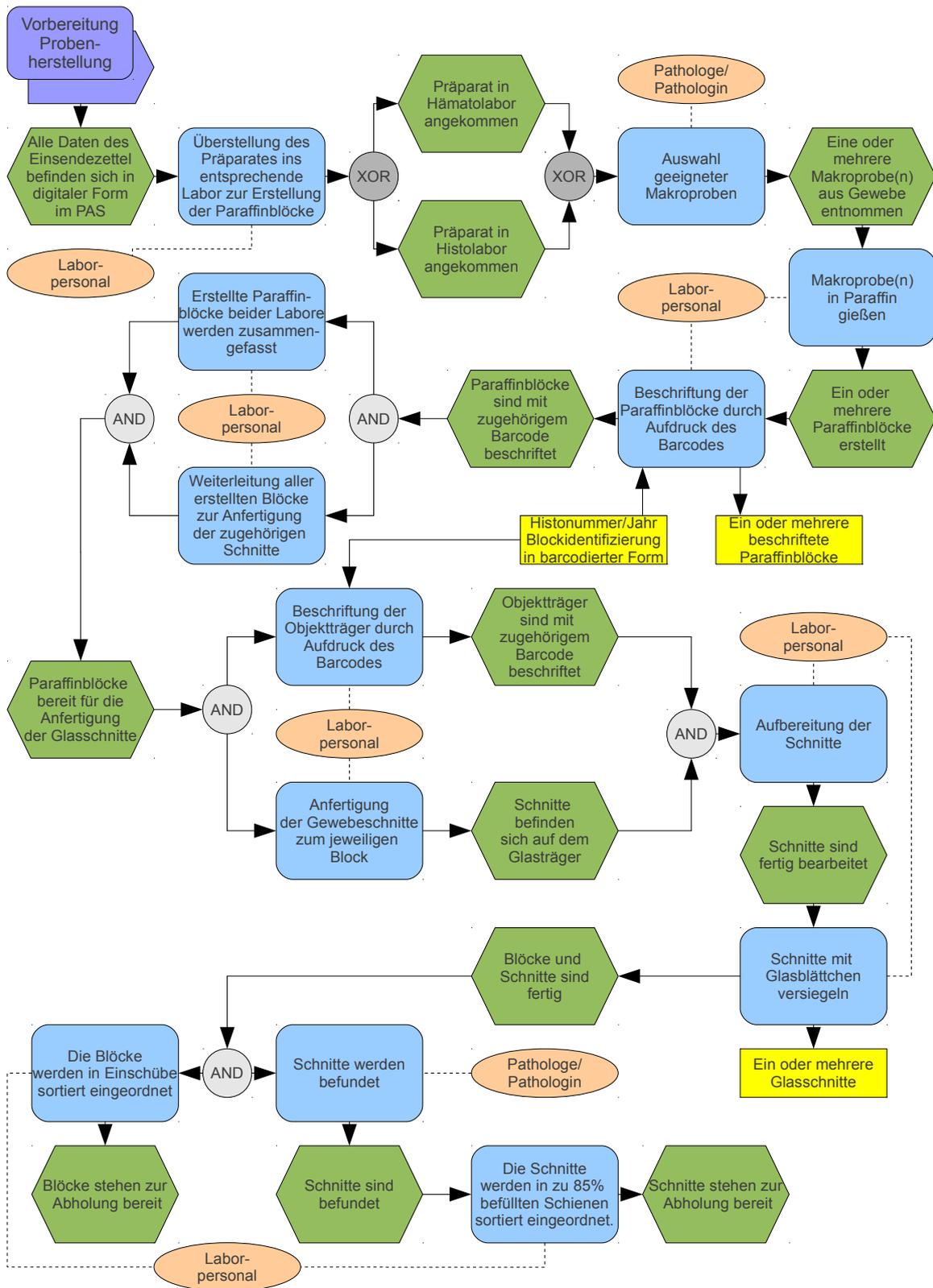


Abbildung D.24.: Probenherstellung

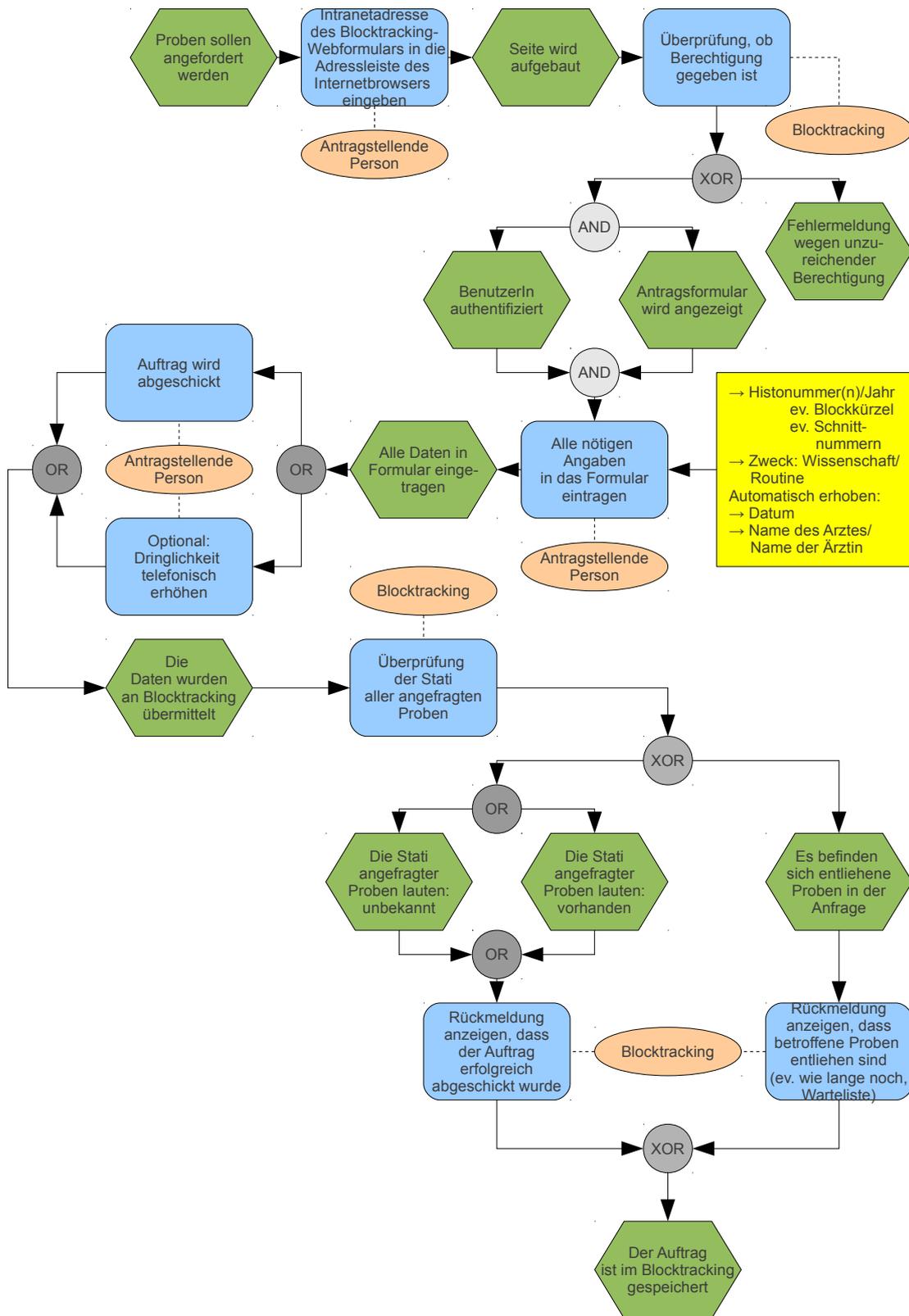


Abbildung D.25.: Proben werden angefordert

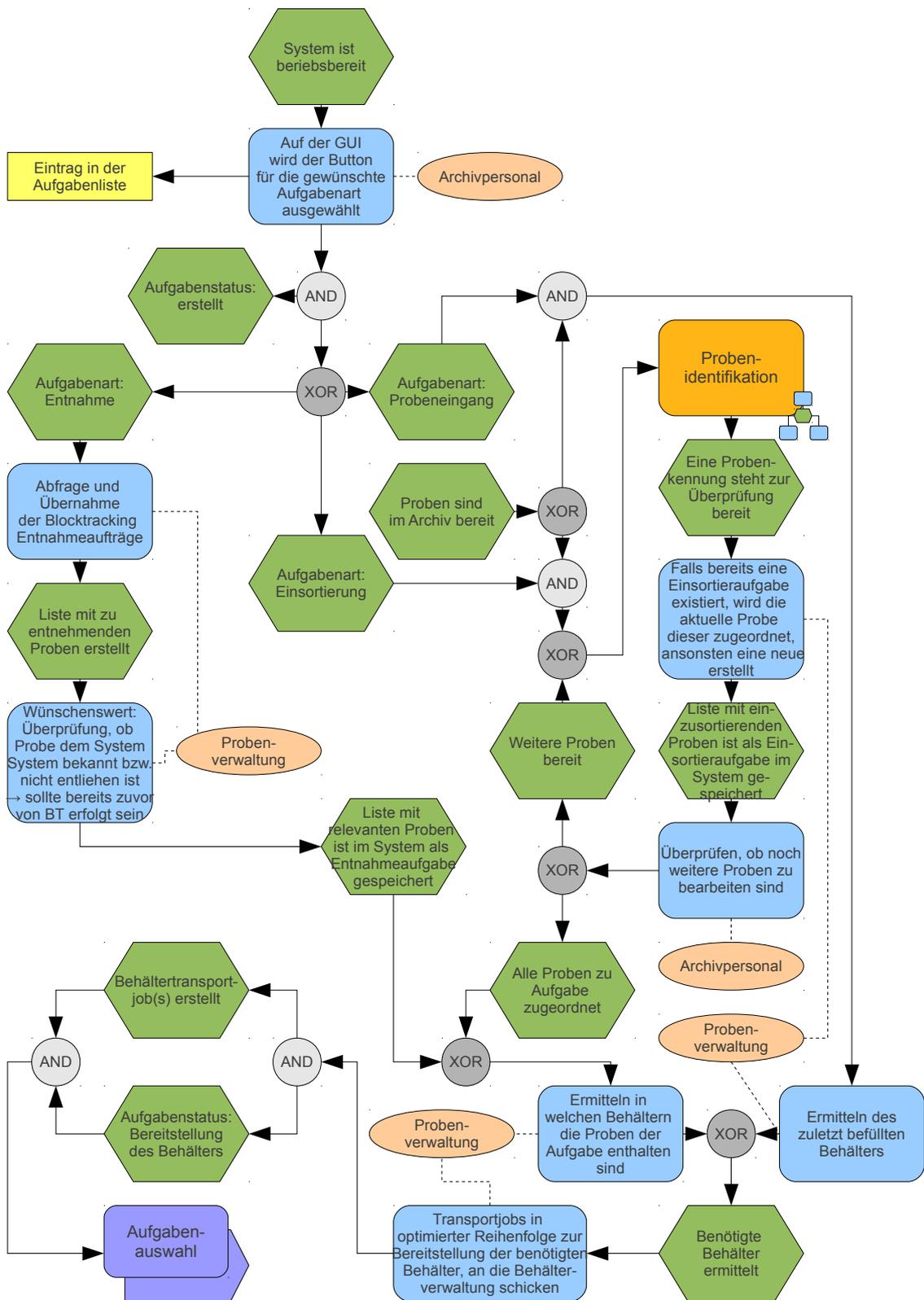
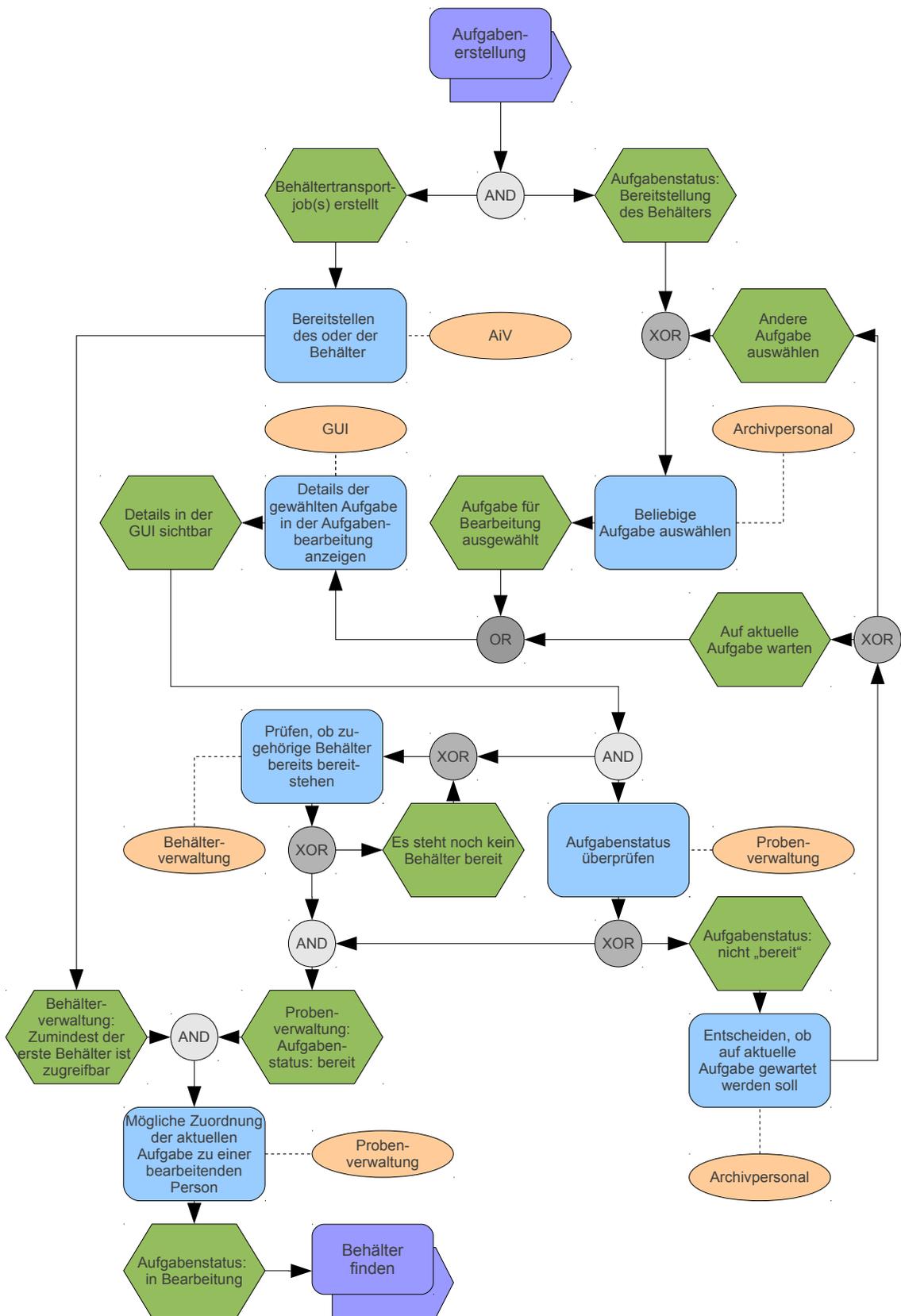


Abbildung D.26.: Aufgabenerstellung



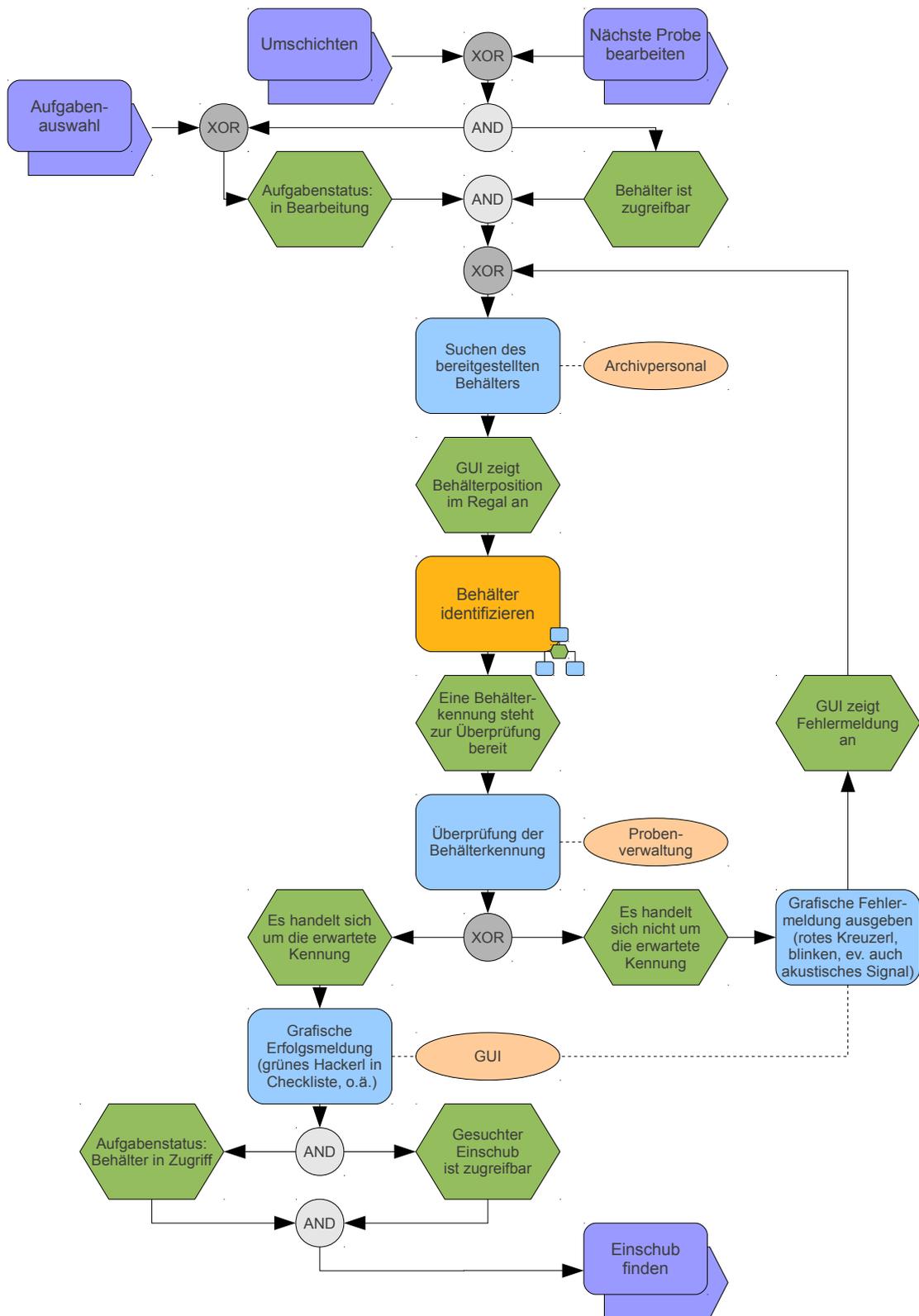


Abbildung D.28.: Behälter finden



Abbildung D.29.: Einschub finden

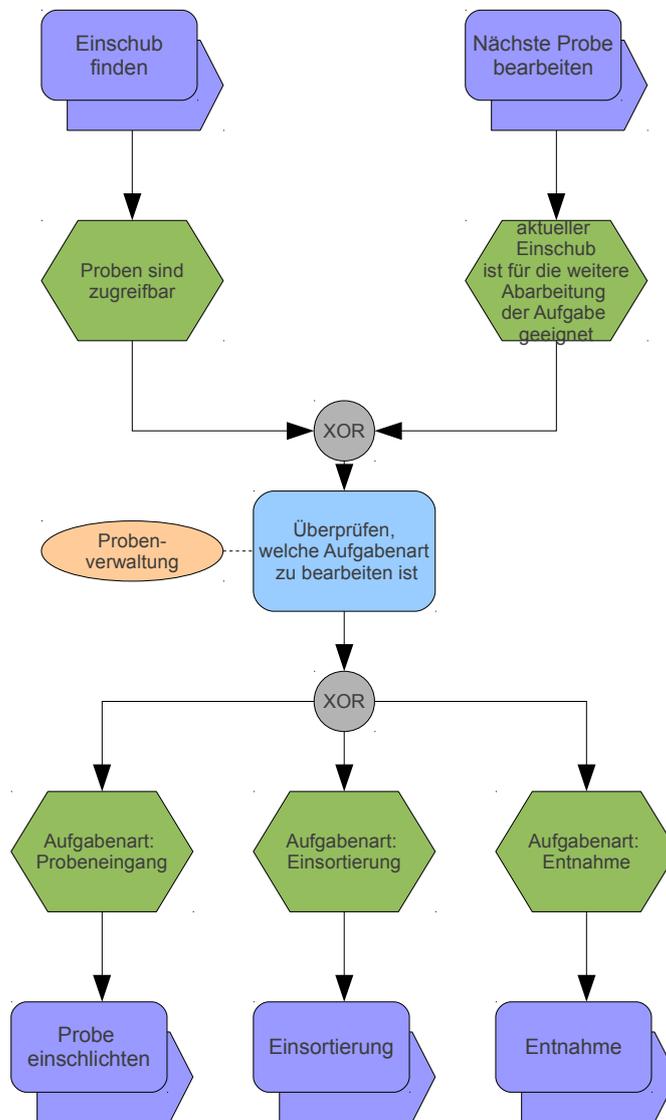


Abbildung D.30.: Probe bearbeiten



Abbildung D.31.: Probe einschichten

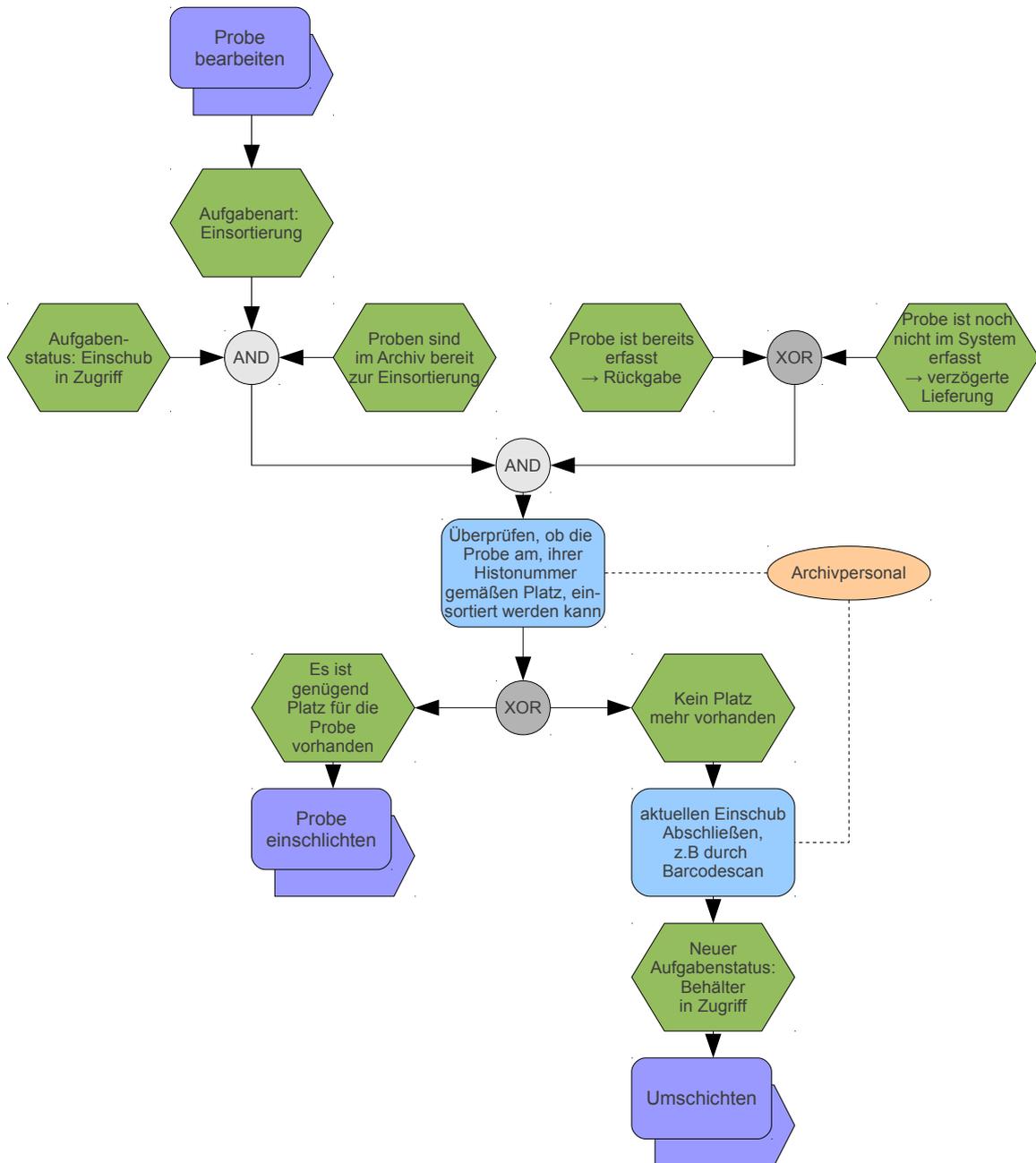


Abbildung D.32.: Einsortierung

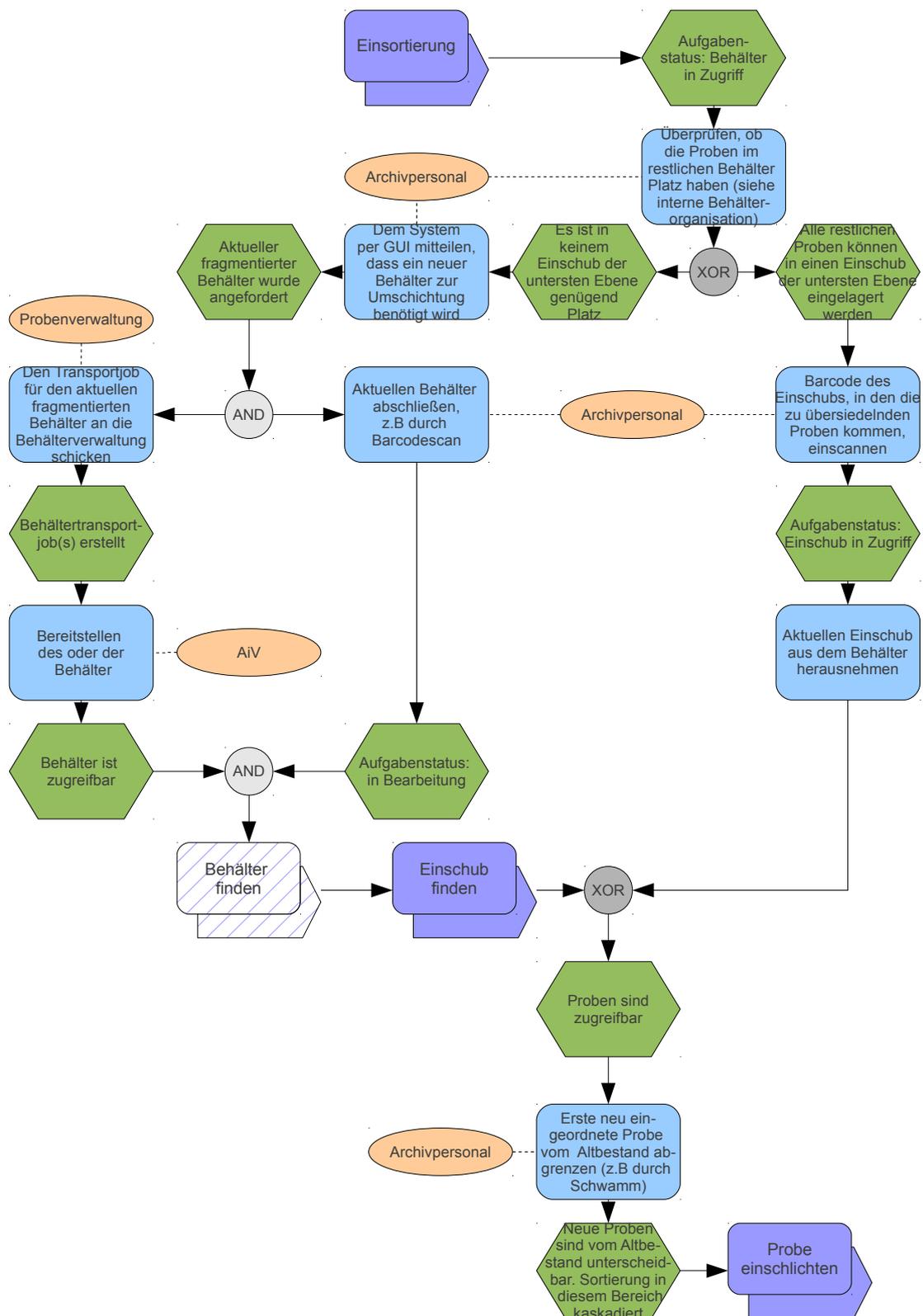


Abbildung D.33.: Umschichten

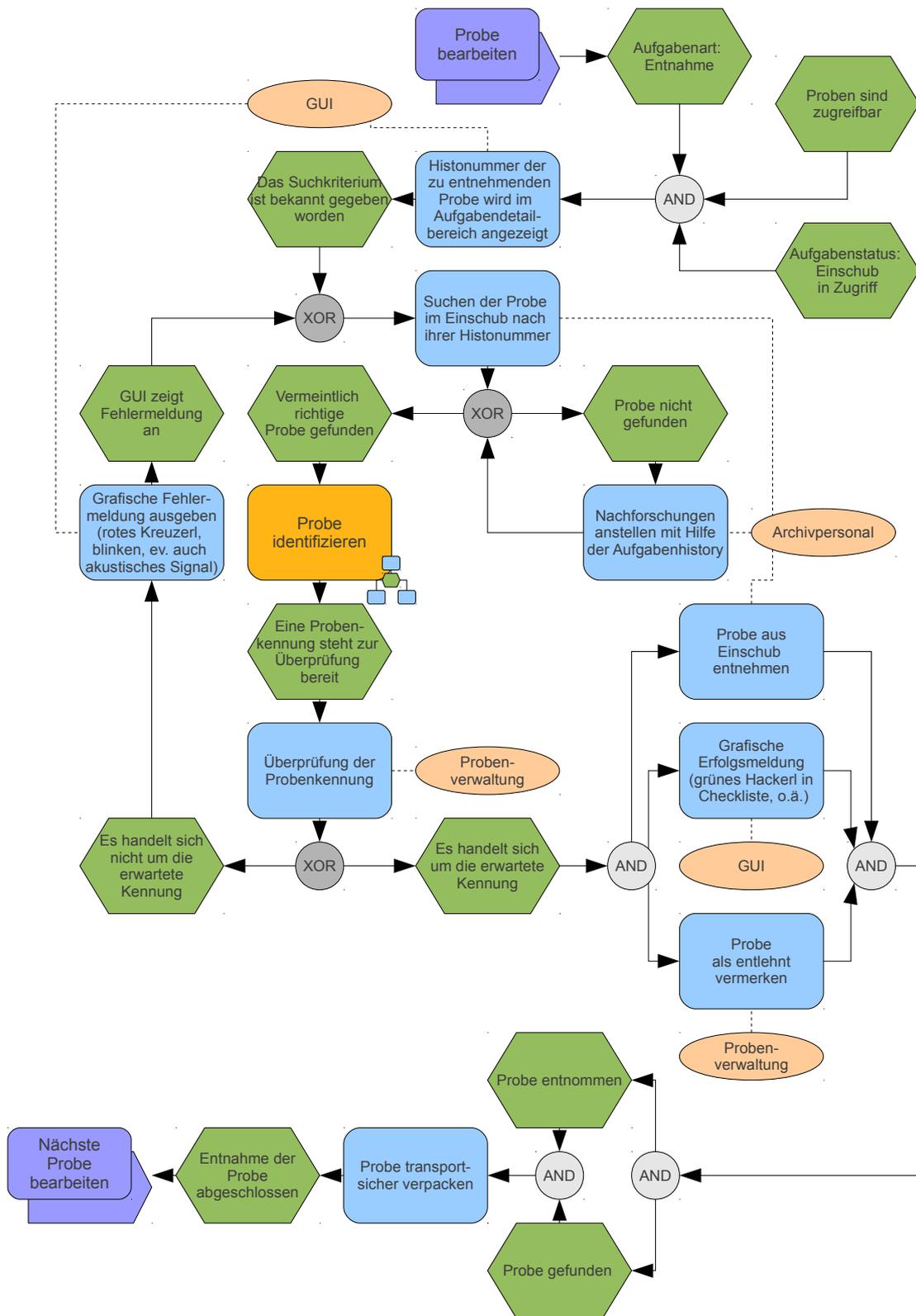


Abbildung D.34.: Entnahme

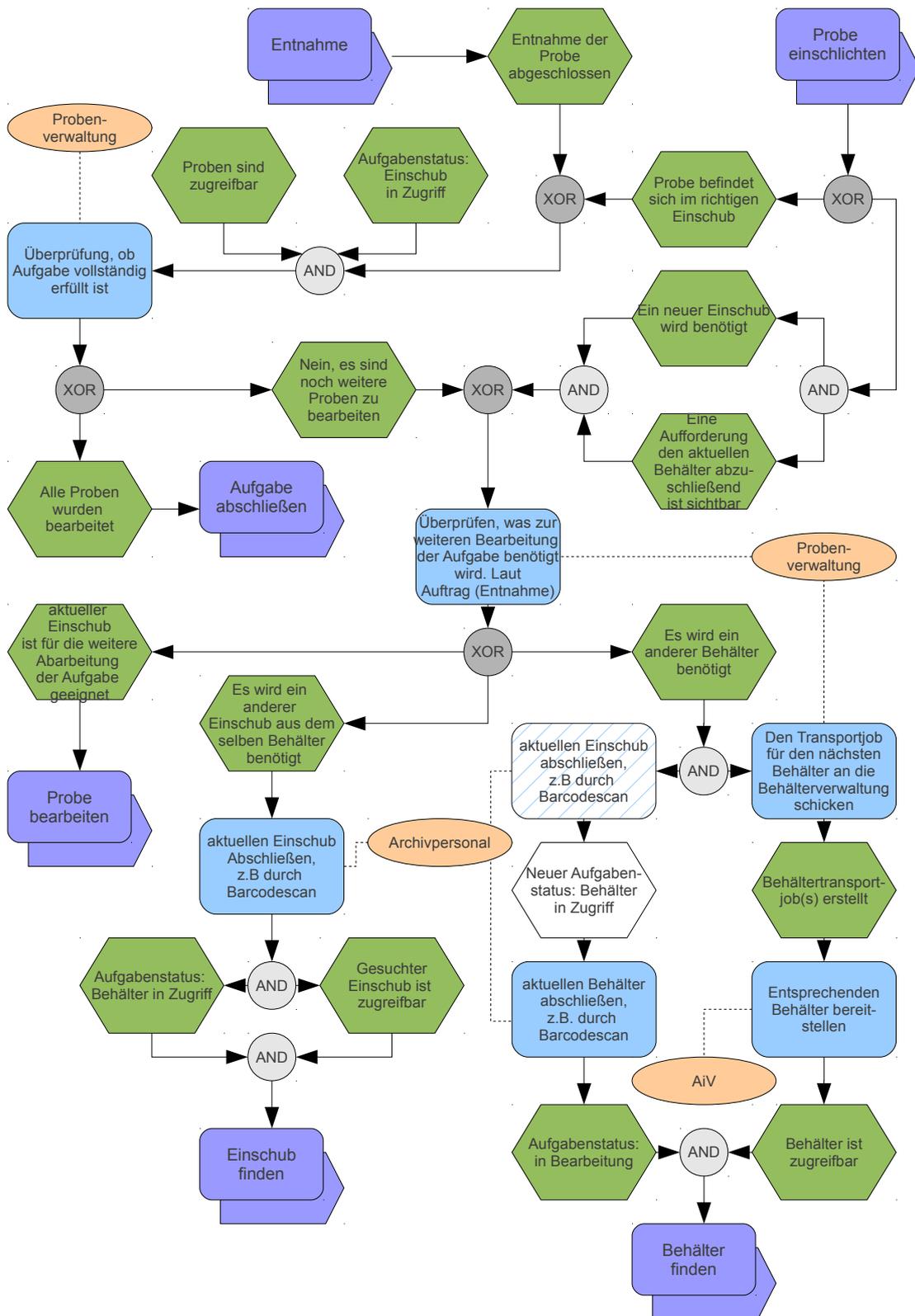


Abbildung D.35.: Nächste Probe bearbeiten

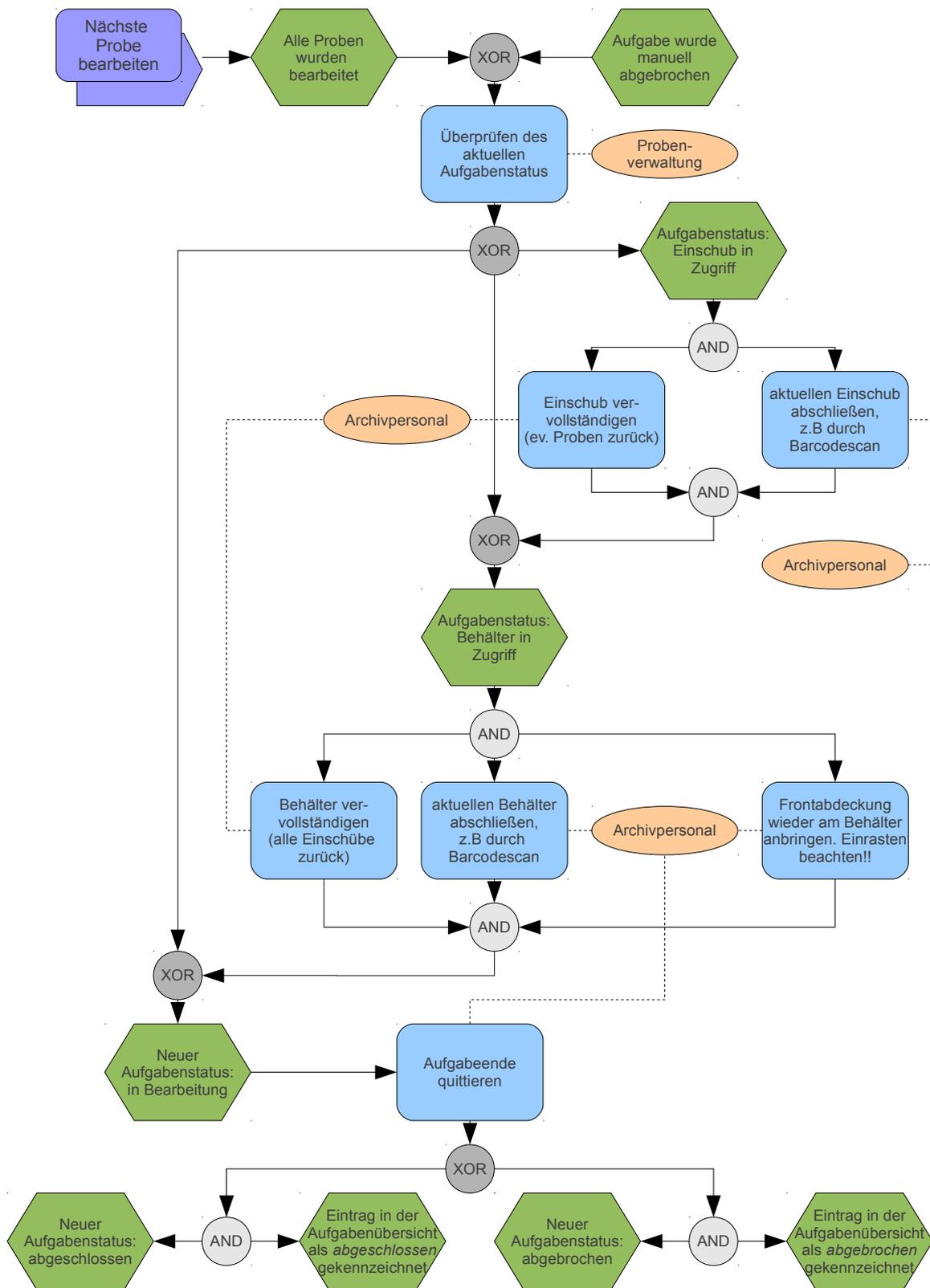


Abbildung D.36.: Aufgabe abschließen

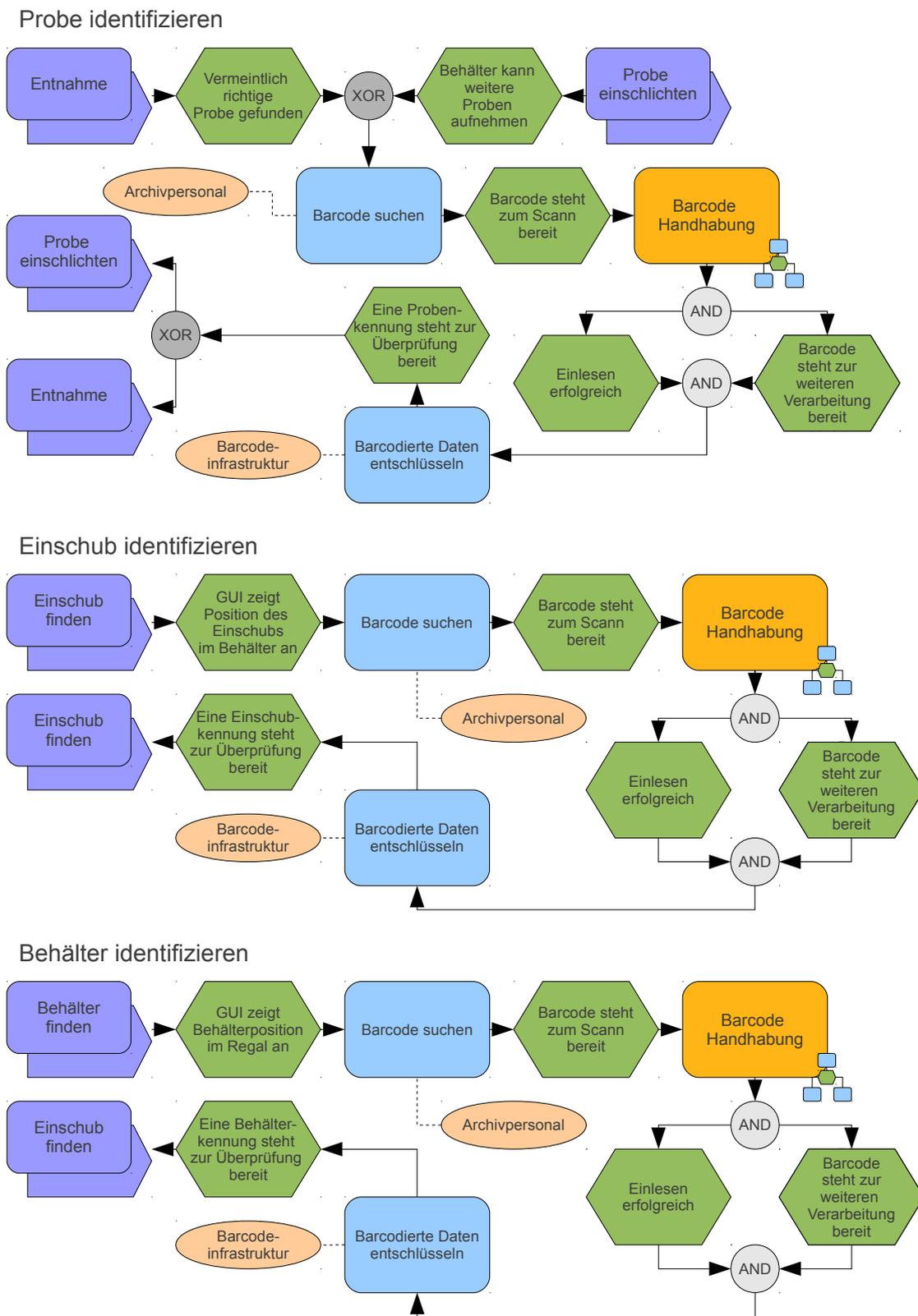


Abbildung D.37.: Probe identifizieren, Einschub identifizieren, Behälter identifizieren

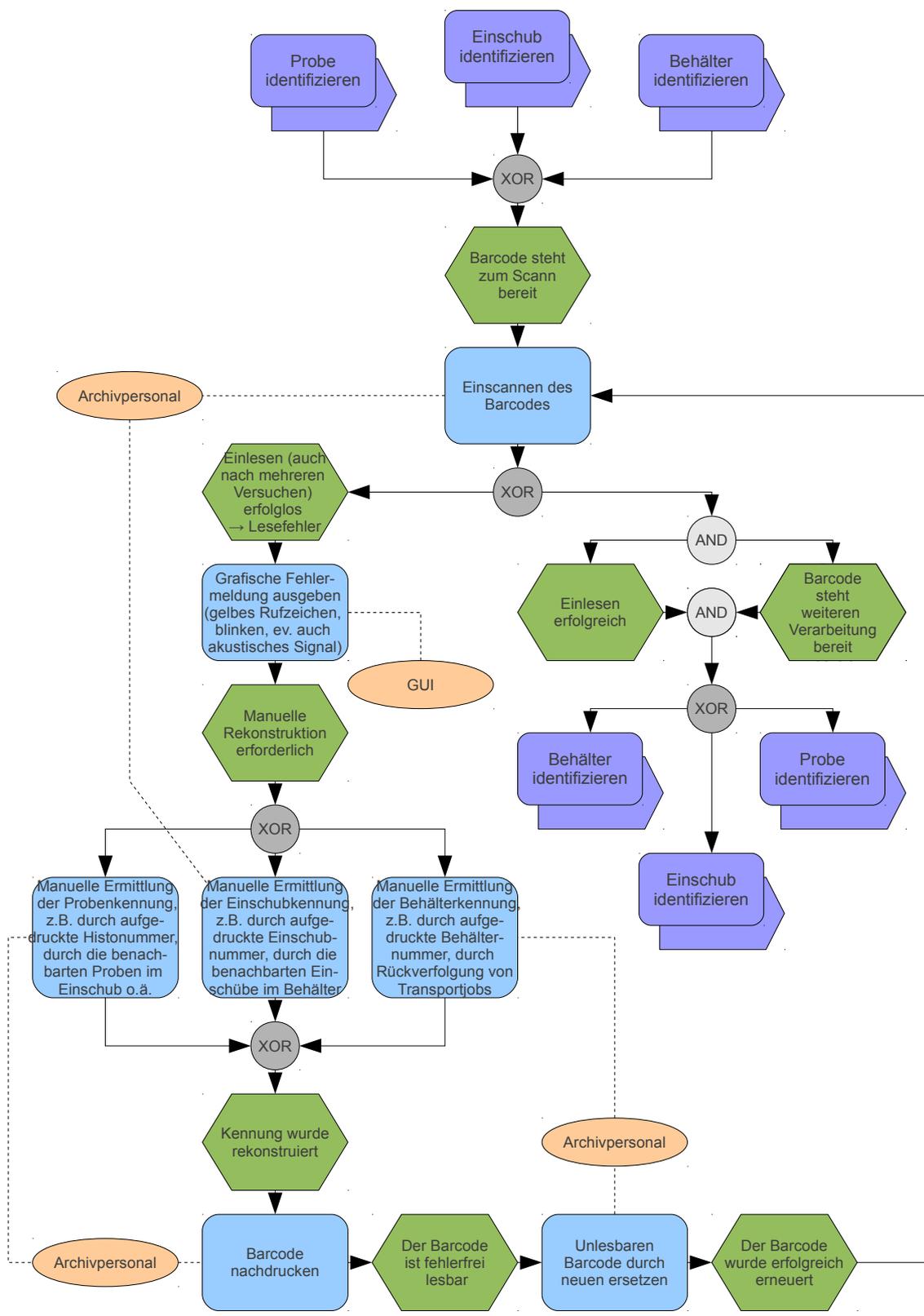


Abbildung D.38.: Barcode Handhabung