

**Investitionsfinanzierung  
in der  
Herbarbeleg-Digitalisierung**

Marc Täschner  
Thomas Jaspersen  
Chris Eicke

# Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung .....	1
1 Tendenzen in der Herbarbeleg-Digitalisierung.....	2
2 Investitionsprozess und Projektorganisation .....	3
3 Konstruktion von Szenarien .....	4
4 Technische Investitionsplanung .....	6
4.1 Produktionsplanung.....	7
4.2 Logistikplanung .....	7
4.3 Personalplanung .....	12
5 Wirtschaftliche Investitionsplanung .....	13
5.1 Standortkosten und Betriebsmittel.....	14
5.2 IT- und Logistikkosten .....	15
5.3 Personalkosten.....	17
5.4 Sonstige Kosten.....	19
6 Investitionscontrolling .....	20
7 Ergebnisse .....	24
8 Danksagungen .....	26
Literaturverzeichnis.....	27

## Abkürzungsverzeichnis

<b>AT</b>	Arbeitstage
<b>B</b>	Transportboxen
<b>BGBM</b>	Botanischer Garten/ Botanisches Museum Berlin-Dahlem
<b>GBIF</b>	Global Biodiversity Information Faculty
<b>GPI</b>	Global Plant Initiative
<b>H</b>	Herbarium
<b>IuK</b>	Informations- und Kommunikationstechnik
<b>IT</b>	Informationstechnologie
<b>IV</b>	Investitionsvolumen
<b>Km</b>	Kilometer
<b>LgF</b>	Lagerfläche
<b>MB</b>	Mercedes Benz
<b>MTM</b>	Methods-Time Measurement
<b>P</b>	Palette (Euro-)
<b>RtF</b>	Rundtischfläche
<b>S</b>	Szenario
<b>TB</b>	Terabyte
<b>VF</b>	Verkehrsfläche

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Investitionsprozess (nach Jaspersen) .....	3
Abb. 2: Organisatorisch-rechtliche Projektfinanzierungsstruktur (nach Eicke/Krause/Täschner) .....	4
Abb. 3: Handlungsrahmen zur Konstruktion wirtschaftlicher Szenarien der Herbarbeleg-Digitalisierung .	4
Abb. 4: Gesamtlösung für das Scannen von Herbarbelegen (nach Potthast).....	6
Abb. 5: Material- und Informationsfluss (nach Eicke/Krause/Täschner) .....	8
Abb. 6: Paletten- und Ladefläche .....	9
Abb. 7: Zahlungsbereinigter Kontenplan .....	21

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Produktionsplanung.....	7
Tab. 2: Logistikplanung.....	11
Tab. 3: Personalplanung .....	13
Tab. 4: Standortkosten.....	14
Tab. 5: Kosten für Betriebs- und Geschäftsbedarf .....	15
Tab. 6: IT-Kosten .....	16
Tab. 7: Transportkosten.....	17
Tab. 8: Personalkosten.....	18
Tab. 9: Sonstige Kosten.....	20
Tab. 10: Investitionsvolumen – Szenario 1 .....	22
Tab. 11: Finanzierungsplan – Szenario 1 .....	22
Tab. 12: Investitionsvolumen – Szenario 2 .....	23
Tab. 13: Finanzierungsplan – Szenario 2 .....	23
Tab. 14: Investitionsvolumen – Szenario 3 .....	23
Tab. 15: Finanzierungsplan – Szenario 3 .....	24
Tab. 16: Technisches Jahres-Controlling .....	24
Tab. 17: Ergebnisanalyse.....	25

## Zusammenfassung

Die Forschung am Herbarbeleg ist in der Botanik und der Taxonomie einem Wandel ausgesetzt. Zunehmend werden in Herbarien digitale Kopien verwendet, die neue Auswertungs- und Analysemethoden ermöglichen. Die Entwicklung technischer und wirtschaftlicher Verfahren zur Herbarbeleg-Digitalisierung ist Gegenstand des Forschungsschwerpunkts Herbar Digital der Hochschule Hannover. Das Ziel von Herbar Digital ist es, das System der Virtualisierung von Herbarbelegen und deren Verwaltung so zu automatisieren, dass die Kosten von 20 US-\$ auf 2 US-\$ reduziert werden. Betrachtet man die Herbarbeleg-Digitalisierung als ein zu planendes 5-Jahres-Investitionsprojekt, dann sind unterschiedliche Szenarien und deren wirtschaftlichen Auswirkungen denkbar.

In dem vorliegenden Arbeitspapier werden drei Szenarien entwickelt und soweit operationalisiert, dass sowohl Aussagen einer technischen Investitionsplanung als auch einer wirtschaftlichen Investitionsplanung über den Planungshorizont von 5 Jahren abgeleitet werden. In technischer Hinsicht werden die Produktion, Logistik (inkl. IT) sowie das Personal geplant. Die wirtschaftlichen Aussagen beziehen sich auf Standort- und Betriebsmittelkosten, IT- und Logistikkosten, Personalkosten sowie sonstige Kosten. Um den Projekterfolg sicherzustellen, sind beide Planungsbereiche in einem Konzept für das Investitionscontrolling integriert.

Als Ergebnis von Szenario 1 ergeben sich bei einer Produktionsmenge von 1 Mio. digitalen Belegen Ausgaben in Höhe von 2,05 € pro Digitalisat. Das Szenario 1 ist als generelles Forschungsergebnis von Herbar Digital zu verstehen und liefert entsprechend eine Referenzlösung für alle Objekte im Kontext einer musealen Herbarbeleg-Digitalisierung. Bei einer Produktion von 5 Mio. Digitalisaten in Szenario 2 wird von einer Kooperation der Herbarien in Berlin und einem ausländischen Partner mit halben Lohnniveau ausgegangen. Es reduzieren sich die zahlungswirksamen Kosten auf 1,21 € pro Digitalisat. Das Ergebnis aus Szenario 2 bleibt auch in Szenario 3 konstant, worin unter Einbezug eines weiteren inländischen Kooperationspartners 10 Mio. digitale Herbarbelege hergestellt werden. Vermutlich ergeben sich unter den technischen Bedingungen keine weiteren Kostendegressionseffekte.

# 1 Tendenzen in der Herbarbeleg-Digitalisierung

Die **Herbarbeleg-Digitalisierung** bezeichnet neben den reinen Scan-Vorgang auch die elektronische Aufnahme von Metadaten als auch unmittelbar notwendige vor- und nachbereitende Tätigkeiten (vgl. *Eicke* 2011, S. 61), wie beispielsweise den An- und Abtransport von Herbarbelegen. Vor dem Hintergrund der Dokumentation der Artenvielfalt, der wissenschaftlichen Arbeit am Herbarbeleg und dem Brandschutz initiieren mehr und mehr Herbarien Projekte zur Herbarbeleg-Digitalisierung.

So betreibt der Botanische Garten/das Botanische Museum (BGBM) in Berlin-Dahlem seit 2006 Digitalisierungsprojekte mit hoher Qualität (600 dpi). Seither wurden ca. 130.000 Herbarbelege digitalisiert. Die Kosten belaufen sich je nach Fokus der Berechnung auf etwa 15 € pro Beleg (vgl. *Jaspersen* 2008a, S. 18). Die prognostizierte Dauer nach dem angewandten technischen Verfahren beträgt dann ca. 111 Jahre (vgl. *Täschner/Jaspersen* 2012b, S. 15). Im Zeitraum von Anfang 2010 bis Ende 2012 hat das Muséum national d'Histoire naturelle in Paris in einer Qualität von 150 dpi ca. 9 Millionen Nicht-Typusbelege digitalisiert. Daneben werden Typusbelege (ca. 2 Millionen) mit einer Auflösung von 600 dpi digitalisiert. Für Nicht-Typusbelege rechnet man mit Kosten von etwa 1 € pro Digitalisat. Allerdings werden bei diesem Digitalisierungsprozess keine Metadaten aufgenommen. Nach wie vor werden bei der Montage und Sortierung der Belege handschriftlich die Etiketten beschrieben. Zu der analogen Bestimmung erfolgt keine digitale Metadatenaufnahme, was zu Einschränkungen in der Datenauswertung führt. Daneben gibt es zahlreiche weitere nationale und internationale Projekte zur **Bestandsdigitalisierung** (siehe hierzu *Eicke/Krause/Täschner* 2013, S. 3 f.) von Herbarien, wobei eine Kostensenkung der Herbarbeleg-Digitalisierung auf 2 US-\$ für realistisch eingeschätzt wird (vgl. beispielsweise *Granzow-de la Cerda/Beach* 2010, S. 1840).

Vor diesem Hintergrund hat sich das Forschungsprojekt „Herbar Digital“ das Ziel gesetzt, Methoden zu entwickeln, um das System der Virtualisierung von Herbarbelegen und deren angrenzende Verwaltungstätigkeiten so zu automatisieren, dass die Kosten von angenommenen 20 US-\$ um den Faktor 10 auf 2 US-\$ reduziert werden (vgl. *Jaspersen/Krause/Steinke* 2009, S. 1). Dabei werden Lösungsansätze entwickelt und erprobt, die sich sowohl auf technischer, also maschineller und bildbearbeitender Ebene, als auch auf wirtschaftlicher Ebene befinden. Im Rahmen der wirtschaftlichen Betrachtung werden finanzielle Szenarien entwickelt und operationalisiert, die auf der technischen Komponente aufsetzen. Dabei wird von einer ablauforganisatorischen Abgrenzung des Vorhabens ausgegangen („Externalisierung“), so dass die primären Aufgaben eines Herbariums (i. W. Sammeln, Bewahren, Forschen, Vermitteln, vgl. *Deutscher Museumsbund* 2006, S. 15 ff.) weitgehend unbeeinflusst erfüllt werden können (vgl. hierzu *Eicke* 2012, S. 9, *Krause* 2008, S. 8; *Täschner/Wendehorst/Jaspersen* 2010, S. 4). Das Ziel des vorliegenden Arbeitspapiers liegt in der szenarienbasierten Bemessung realisierungsfähiger Investitionsprojekte hinsichtlich ihrer finanziellen Ausstattung, ihrer Projektumsetzung und ihres operativen Digitalisierungsbetriebs.

## 2 Investitionsprozess und Projektorganisation

Grundsätzlich besteht ein **Investitionsprozess** aus drei Phasen (vgl. *Jaspersen 1997*, S.108; siehe Abb. 1). Die Bildung von Szenarien ist die Vorwegnahme einer betrieblicher Routine – also der Entwurf einer intendierten Handlung, über die zu befinden ist. Die zunächst einmal zeitlich unbestimmte Entwurfsphase endet erst, wenn vertragliche Vereinbarungen getroffen werden. Es gibt dann kein konsequenzloses Zurück mehr – der „Point of no Return“ ist überschritten. Bevor mit der routinemäßigen Digitalisierung begonnen werden kann, ist eine physische Handlungsbasis („Basissystem“) zu (be-)schaffen, auf der Prozesse überhaupt ablaufen können. Dieser zeitlich offene Rahmen bezeichnet die Phase der Entwurfsumsetzung. Nach der Bildung eines Basissystems beginnt dessen kontinuierliche handels- und steuerrechtliche **Bewertung** i. S. e. Bepreisung. Aus wirtschaftlich-bilanzieller Sichtweise wird dieser Vorgang als Abschreibung auf das Anlagevermögens bezeichnet (siehe hierzu *Jaspersen/Täschner 2012*, S. 352 f.).

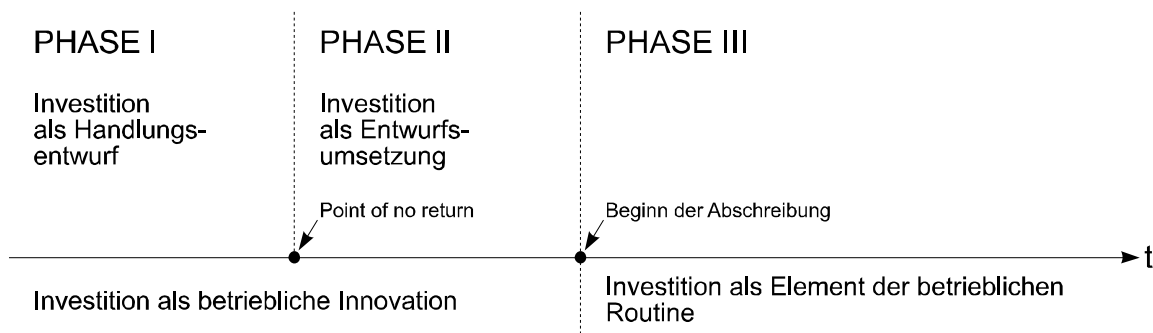


Abb. 1: Investitionsprozess (nach Jaspersen)

Die Betrachtung der Herbarbeleg-Digitalisierung als investiver Handlungsentwurf kann sich natürlich an einem reglementierten Vorgehen orientieren – dem **Herbar Digital Vorgehensmodell** (siehe dazu *Eicke 2012*, S. 36 ff.; *Eicke/Krause/Täschner 2013*, S. 8 ff.). In diesem Zusammenhang sind die Projektstruktur und damit auch die Finanzierung von Vorhaben zur Herbarbeleg-Digitalisierung zu klären. In den nachfolgend konstruierten Szenarien basiert das Vorhaben strukturell und rechtlich auf einer gemeinnützigen Betriebsgesellschaft mit beschränkter Haftung (gGmbH). Gegenüber privatwirtschaftlichen Finanzierungen, beispielsweise in Form einer GmbH & Co.KG, weist die gGmbH den Vorteil auf, dass weder Gewerbe- und Körperschaftssteuern einerseits noch Zinsausschüttungen an die Gesellschafter anfallen. Dennoch bleibt das Risiko auf das eingesetzte Stammkapital (mind. 25.000 €) begrenzt. Es wird davon ausgegangen, dass Herbarien mit der Digitalisierung von Herbarbelegen gemeinnützige Interessen – wie etwa die Anwendung neuer Verfahren der wissenschaftlichen Bearbeitung und Vermittlung – und keine kommerziellen Zwecke verfolgen. Das Eigenkapital wird durch das Kooperationskonsortium in Höhe des Anlage- und Umlaufvermögens gestellt. Dafür erfolgt die Vorabfinanzierung der zu gründenden gGmbH nicht privatwirtschaftlich, sondern finanziert sich aus einzuwerbenden Drittmitteln durch die Vertragspartner (vgl. ebenda, S. 15; siehe Abb. 2). Nach Vollendung des Vorhabens wird die gGmbH aufgelöst.

Warum erweist sich die Gründung einer gGmbH als vorteilhafter gegenüber einer Inhouse-Lösung innerhalb des Organisationsschemas von Herbarien oder übergeordneten Hochschulen? Maßstab dieser

Frage ist das Kosten-Nutzen-Verhältnis beider Lösungen. Geht man von identischen Nutzen aus („Bestandsdigitalisierung“), stellt sich die Frage der günstigsten Variante. Als kostenmäßiger Unterschied erweist sich die Betrachtung der vollen Kosten. Während in der Inhouse-Lösung Gemeinkosten der Hochschule und/oder des Herbariums auf die Objekte verrechnet werden würden (siehe hierzu bspw. *Täschner/Jaspersen 2012b*, S. 2 ff.), fallen in einer gGmbH keine verrechenbaren „Allgemeinkosten“ an. In der gGmbH werden IT-Kosten, Management, Flächenkosten etc. separat und einzeln geplant und gehen in das Investitionskalkül ein. Die Gründung einer gGmbH erweist sich daher als kostengünstigere Variante.

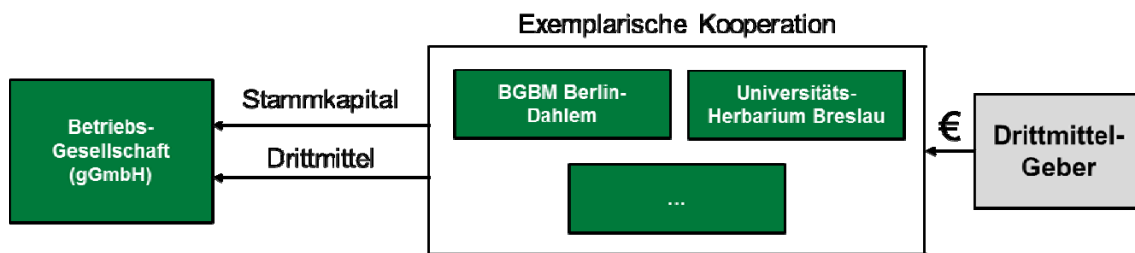


Abb. 2: Organisatorisch-rechtliche Projektfinanzierungsstruktur (nach Eicke/Krause/Täschner)

### 3 Konstruktion von Szenarien

Die Ausprägungen von Variablen definieren das Szenario und liefern den Handlungsrahmen für die Konstruktion von Varianten, dem sogenannten **Szenarientunnel** (vgl. *Jaspersen/Täschner 2012*, S. 124). Anders formuliert, liegen einer Projektfinanzierung Unsicherheiten zu Grunde, die in Varianten von Szenarien untersucht werden können (vgl. *Mahmoud et al. 2009*, S. 802 f.; siehe hierzu auch *Schoemaker 1995*, S. 25 ff.). Abb. 3 fasst die Ergebnisse des Handlungsrahmens im Kontext einer Herbarbeleg-Digitalisierung zusammen (vgl. hierzu *Eicke/Krause/Täschner 2013*, S. 13). Im morphologischen Kasten wird ersichtlich, dass die Variablen Qualität, Metadaten, Technologie, Projektdauer und Digitalisate jeweils unterschiedlich zu definierende Ausprägungen aufweisen. Daraus ließen sich  $3^5$  (243) Szenarien bilden. Zur Reduzierung der Szenarien werden nachfolgend zunächst die Variablen Qualität, Metadaten und Technologie eingegrenzt.

Kriterium	Ausprägung		
	Viele	Mittel	Wenige
Herbarbelege	Viele	Mittel	Wenige
Scan-Qualität	Hoch	Mittel	Niedrig
Metadaten	Viele	Mittel	Wenige
Automationsgrad (Technologie)	Hoch	Mittel	Gering
Projektdauer	Lang	Mittel	Kurz

Abb. 3: Handlungsrahmen zur Konstruktion wirtschaftlicher Szenarien der Herbarbeleg-Digitalisierung

Natürlich kann die Scan-Qualität eines ikonischen Digitalisats nicht ohne weiteres auf die Größe einer Datei reduziert werden, aber es erleichtert die Dimensionierung des informationstechnischen Umfangs und deren monetäre Umcodierung erheblich. So ist die **Qualitätssicherung** in der Durchführung an schlüssigeren Kennzahlen auszurichten, wie etwa Auflösung (dpi), Tiefenschärfe, Beleuchtung (lux) oder Farbechtheit der Bilder (vgl. *Täschner/Jaspersen 2012a*, S. 25). In den Szenarien wird deshalb von einer Informationstechnologie ausgegangen, die zum Zwecke einer Langfristspeicherung 200 MB pro Digitalisat umfasst. Daraus lassen sich je nach Anforderung (wissenschaftlich/nicht wissenschaftlich) unter-



schiedliche Qualitäten generieren. Optional kann darüber hinaus eine öffentlichkeitswirksame Internetplattform mit einer Low-quality-Variante (20 MB pro Digitalisat) zur Vermittlung von Bild- und Metadaten betrieben respektive zur Verbreitung an Verbundprojekte (z. B. GBIF etc.) angeschlossen werden.

**Metadaten** oder weiterführend Metainformationen „sind strukturierte Informationen, die eine Informationsressource beschreiben, erklären, lokalisieren oder es erleichtern, diese zu nutzen oder zu verwalten“ (Eicke 2011, S. 15 in Anlehnung an NISO 2001, S. 1). Die Bestimmung von Herbarbelegen ist auch in der Praxis in zeitlicher Hinsicht ein aufwendiger Prozess. So beinhaltet die vollumfängliche Metadatenerfassung in Projekten zur Typusbelegdigitalisierung der GPI (Global Plant Initiative) am BGBM folgende Tätigkeiten: Recherche nach Namen (Lagername, Typusname), Sammlungsort, Sammlernamen, Übersetzungen, Analyse der Schrift, Prüfung des Status als Typus, Ausdruck des Protolog und Referenzvermerk. Pro Beleg wurde eine Mindestfassungsdauer von 5 Minuten angegeben, bei Literaturrecherche kann der Prozess bis zu 30 Minuten andauern (vgl. Täschner/Jaspersen 2012b, S. 19). Ist keine umfangreiche Bestimmung vorzunehmen, sondern lediglich der Datenbankeintrag erforderlich, reduziert sich die Metadatenerfassung auf ca. 1:10 min bis 1:30 min. (vgl. ebenda, S. 13 f.). Dementsprechend variiert die Erfassungsdauer zwischen 70 Sekunden und 30 Minuten pro Herbarbeleg. Als Konsequenz werden die für die Szenarien benötigten Metadaten auf drei eingrenzend unter dem Gesichtspunkt der Lokalisation des Originalbelegs standardisiert. Neben der Pflanzenart werden zur Lokalisierung der Barcode und der Lagerort erfasst. Selbstverständlich können in Digitalisierungsprojekten die zu erfassenden Metadaten auch umfangreicher definiert werden. Entsprechend erhöhen sich für diese Tätigkeiten die Durchlaufzeiten und Kosten. Alternativ können die Metadaten ebenso in Folgeprojekten, während der wissenschaftlichen Arbeit am Beleg oder in einer zu schaffenden Stelle im Nachgang komplettiert werden. In der Umlaufdigitalisierung für in das Herbarium neu ankommende Belege ist die Metadatenerfassung ohnehin als Tätigkeit definiert (vgl. Eicke/Krause 2012, S. 86 f.).

Zur Digitalisierung wird die **Technologie** angewandt, die im Forschungsprojekt „Herbar Digital“ zur Serienerfassung von Herbarbelegen entwickelt wurde (vgl. Geese/Potthast 2012). Die vorgesehene technische Lösung ist als beispielhaft anzusehen, die situativ variieren kann. Zum Digitalisieren und Speichern benötigt der CNC-Rundtisch 2 Sekunden. Die Durchlaufzeit pro Beleg samt Be- und Entladen beträgt durchschnittlich 20 Sekunden (vgl. Geese/Potthast 2012, S. 2; Dassault Systèmes 2012, S. 2). „Der Digitalisierungsprozess beginnt, sobald der Barcode des Herbar-Belegs gescannt wurde. Die Steuerung für den gesamten Prozessablauf wird automatisch gestartet, der Anwender bestimmt den Takt der Maschine. Eine der Anforderungen war ein synchronisierter Ablauf des speziellen CNC-Rundtisches und der Kamera“ (ebenda). Dieser Automatisierungsgrad kann bereits als so hoch eingestuft werden, dass der „Bottleneck“ nicht mehr der Scan an sich ist, sondern der bearbeitende Mensch, womit der oder die ausführende Person Kontrolle über den Prozessrhythmus erlangt und zugleich ergonomische Aspekte in den Vordergrund rückt. Die Gesamtlösung für das Scannen von Herbarbelegen umfasst zwei Arbeitsplätze (vgl. Potthast 2012; siehe Abb. 3): Während der Rundtisch und zugehörige Elemente die Systemlösung für den Scanner-Arbeitsplatz bilden, ist ein weiterer Arbeitsplatz mit kalibrierbarem Bildschirm zur Qualitätssicherung vorgesehen. Entsprechend sind zwei Arbeiter parallel am **Digitalisierungsprozess** beschäftigt.

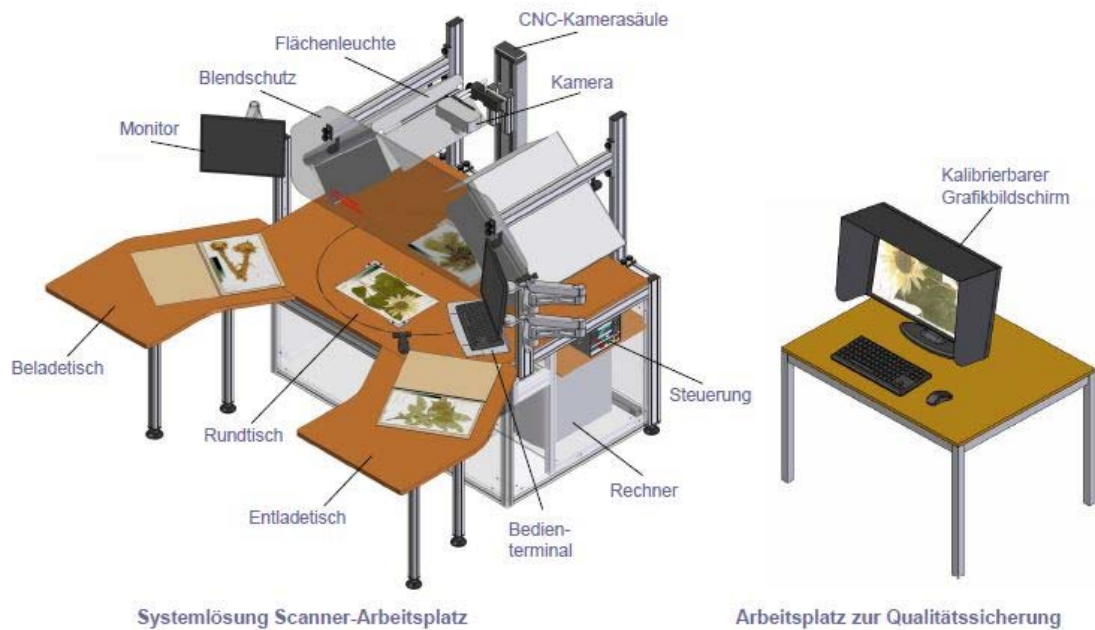


Abb. 4: Gesamtlösung für das Scannen von Herbarbelegen (nach Potthast)

Die Variablen **Projektdauer** und Anzahl der **Digitalisate** verbleiben als zu bestimmende Faktoren für die Projektierung und Finanzierung. In der Praxis der Herbarien können diese – wie die obigen Variablen auch – natürlich sehr unterschiedlich ausfallen. Um entsprechend den Szenarienraum zu bilden, wird vereinfachend davon ausgegangen, dass die Projektdauer auf zwei, fünf oder zehn Jahre ausgelegt sein wird und die zu digitalisierenden Herbarbelege umfassen entweder eine, fünf oder zehn Millionen Stück. Es ergeben sich neun Szenarien, von denen nachfolgend drei mit jeweils fünf Jahren durchdekliniert werden:

- Szenario 1 ( $S_1$ ) geht von einer Digitalisierung mit einer Million Herbarbelegen aus und soll generellere Aussagen zur Herbarbeleg-Digitalisierung in Deutschland liefern. Stellvertretend ist der Standort in Berlin.
- Szenario 2 ( $S_2$ ) umfasst die Digitalisierung von fünf Millionen Herbarbelege, wobei hier von einer Kooperation zwischen den Herbarien in Berlin ( $H_1$ ) mit 4 Mio. und einem ausländischen Herbarium ( $H_2$ ) mit halben Lohnniveau im Umkreis von 350 km mit 1 Mio. Belegen ausgegangen wird.
- In Szenario 3 ( $S_3$ ) werden zehn Millionen Herbarbelege digitalisiert. Zu der Kooperation aus  $S_2$  kommt ein weiteres inländisches Herbarium ( $H_3$ ) im Umkreis von 350 km mit fünf Millionen Belegen hinzu.

## 4 Technische Investitionsplanung

In diesem Kapitel werden die drei Szenarien in technischer Hinsicht dimensioniert. Dies erfolgt über die Produktions- und Logistikplanung sowie über die Personalplanung. Zur Systematik einer technischen Investitionsplanung siehe *Jaspersen/Täschner* (2012, S. 131) sowie *Wiendahl* (2010, S. 238).

## 4.1 Produktionsplanung

Die Dimensionierung der Produktionsplanung ist abhängig von der Kapazität des Rundtisches und der effektiven Arbeitszeit des Ausführenden (siehe hierzu *Jaspersen/Täschner* 2012, S. 225 f.). Bei einem Digitalisierungsprozess von 20 Sekunden pro Digitalisat am Rundtisch (Zeit je Einheit) liegt die **Kapazität** im 1-Schicht-Betrieb, d. h. bei 8 Stunden Arbeitszeit pro Werktag, bei 1.440 Stück und definiert die Ausführungszeit.

Wird davon ausgegangen, dass nach Abzug von Erholungs- und Verteilzeiten die effektive Arbeitszeit (Grundzeit) bei 6,5 Stunden liegt, dann liegt der **Produktivitätsfaktor** menschlicher Arbeit bei 81,25 %. Innerhalb der täglichen Arbeitszeit ist dann bei einer Taktzeit von 20 Sekunden mit einer Produktionsmenge von 1.170 Digitalisaten pro Rundtisch zu rechnen. Bei angenommenen 20 Arbeitstagen (AT) pro Monat und einer proportionalen Verteilung der Arbeitslast ergibt sich entsprechend eine monatliche Produktionsmenge von 23.400 Stück bzw. 280.800 Stück pro Jahr.

Im  $S_1$  wird eine **Produktionsmenge** von 1.000.000 Digitalisaten in 5 Jahren ausgegangen. Würde man in  $S_1$  einen Rundtisch einsetzen, ließen sich so im vorgegebenen Zeitraum 1.404.000 Stück produzieren (siehe Tab. 1). Die erforderliche Menge wäre somit um 404.000 Stück überschritten, wobei realistischer Weise von hier vernachlässigten vor- und nachbereitenden Tätigkeiten (z. B. Rüsten der Kamera), Urlaub und Krankheit der Mitarbeiter sowie Anlaufschwierigkeiten zu rechnen ist, die eine entsprechende zeitliche Kapazität einnehmen.

Nach analoger Berechnung lassen sich die Produktionsplanungen für  $S_2$  und  $S_3$  bewerkstelligen (siehe Tab 1). 5.000.000 bzw. 10.000.000 Digitalisate erfordern vier respektive acht Rundtische. Der Überschuss von 616.000 ( $S_2$ ) bzw. 1.232.000 ( $S_3$ ) zu produzierenden Digitalisaten können wie in  $S_1$  als zeitliche Kompensation vor- und nachbereitender Tätigkeiten, ausfallender Mitarbeiter sowie für das Hochfahren der Rundtische verwendet werden.

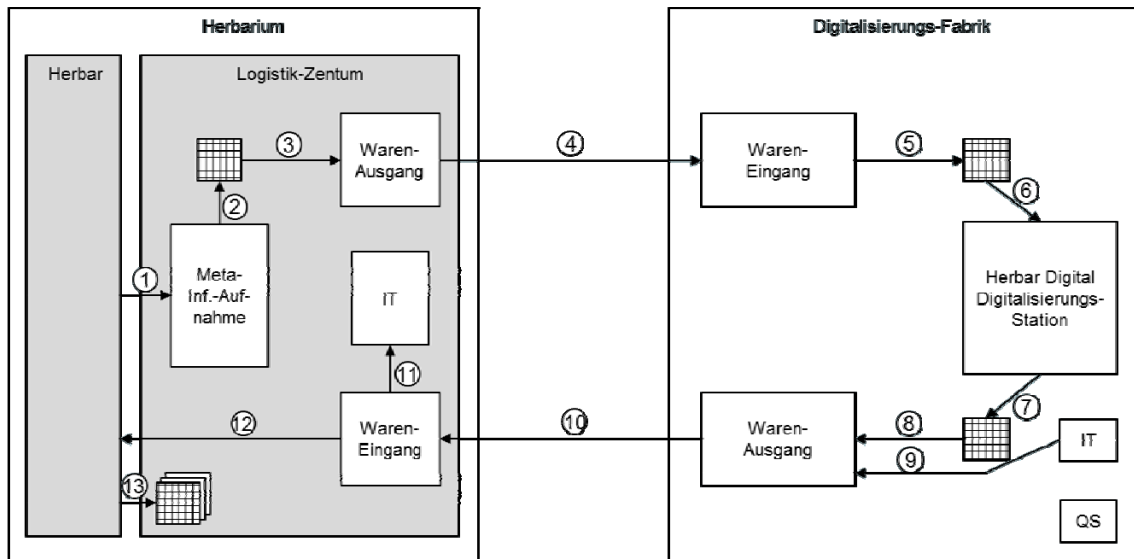
Szenario	Rundtische	Arbeitstag	Monat	Jahr	5 Jahre
$S_1$	1	1.170	23.400	280.800	1.404.000
$S_2$	4	4.680	93.600	1.123.200	5.616.000
$S_3$	8	9.360	187.200	2.246.400	11.232.000

Tab. 1: Produktionsplanung

## 4.2 Logistikplanung

Die logistische Planung der zu transportierenden Herbarbelege und der entstehenden Informationen stellt eine eigenständige Herausforderung in Digitalisierungsprojekten mit Externalisierung dar (vgl. *Eicke/Krause/Täschner* 2013, S. 15 ff.; siehe Abb. 5). Nicht nur, dass die Materialien lagertechnisch erfasst werden müssen, um ihren physischen Standort vor, während und nach dem Digitalisierungsprozess nachvollziehen zu können, sondern auch die neu generierten Meta- und Bilddaten unterstehen einer eigenständigen informationstechnischen (IT)-Konzeption. Die physischen und digitalen Logistikprozesse werden daher getrennt thematisiert, wobei sich die Konzeptionen auf Material- und Informationsflüsse während der Projektphasen begrenzen. Die Integration eines datenbankgestützten IT-Systems zur wissenschaftlichen Auswertung der Bild- und Metadaten ist in der Projektfinanzierung nicht vorgesehen.

### Materialfluss:



### Informationsfluss:

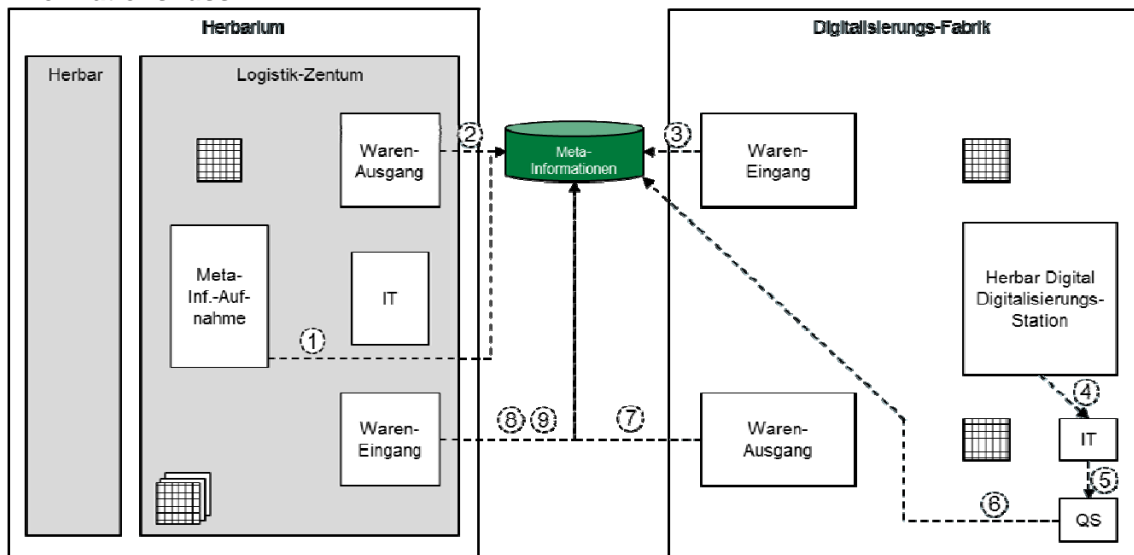


Abb. 5: Material- und Informationsfluss (nach Eicke/Krause/Täschner)

Der **Materialfluss** hängt zunächst einmal mit der Frage des Standorts zusammen. Die Wahl des **Standorts** ist insofern wichtig, als dass hiermit nicht nur Mietkosten, sondern auch Transport- und Personalkosten verbunden sind. In  $S_1$  wird angenommen, dass der Standort in Deutschland liegt, so dass öffentliche Personalkostensätze herangezogen werden können. Natürlich ist im Einzelfall abzuwägen, ob die Digitalisierungsfabrik in unmittelbarer Nähe zum Herbarium oder innerhalb des Herbariums liegen sollte oder aber in einer anderen, etwa entfernten, abgelegenen Region. In  $S_1$  wird davon ausgegangen, dass Herbarien üblicherweise in exponierten Lagen größerer Städte angesiedelt sind, wonach von hohen Mietkosten auszugehen ist. Ein Standort in unmittelbarer Nähe, aber außerhalb der Stadt weist diverse Vorteile auf. Transporte sind schnell und günstig zu realisieren. Wegen der Stadtnähe ist qualifiziertes Personal in hinreichender Zahl vorhanden und leichter für Schulungsmaßnahmen zu erreichen. Die Digitalisierungsfabrik ist generell für Mitarbeiter des Herbariums leicht anzusteuern. Darüber hinaus sind Hallen/Werkstätten in Industrieparks in ausreichender Zahl vorhanden, wobei die Mietkosten als erschwinglich einzustufen sind. Als Entfernung wird daher von etwa 10 Kilometern (km) ausgegangen.

In  $S_2$  besteht eine Kooperation zwischen  $H_1$  und  $H_2$ . Die Entfernung beider Städte beträgt etwa 350 km. Grundsätzlich gilt aus den genannten Gründen das Prinzip der Nähe zum Herbarium. Betrachtet man die Personalsätze als alleiniges Entscheidungskriterium für die Wahl des Standorts, ist die Errichtung der Digitalisierungsfabrik in der Nähe zu  $H_2$  konsequent. In Polen kann erfahrungsgemäß von einem Personalkostenfaktor von 0,5 ausgegangen werden. Zur Evaluation der Standortentscheidung können die Transportkosten mit den Personalkosten verglichen werden (siehe dazu Kapitel 5.3).  $S_3$  weitet die bestehende Kooperation von  $S_2$  auf weitere Herbarien aus. Hierbei wird ebenfalls von einer deutschen Personalkostenstruktur und identischer Entfernung ausgegangen. Die Wahl des Standorts würde dann ebenfalls auf  $H_2$  fallen.

Qualitative Aspekte einer Halle bzw. einer Werkstatt, wie etwa Sauberkeit, Klimaregulierung, sanitäre Anlagen etc. werden an dieser Stelle vernachlässigt, sind in der Entscheidungsfindung jedoch unbedingt zu evaluieren, um die Herbarbelege ordnungsgemäß zu behandeln. Der quantitative **Flächenbedarf** determiniert die Miet- und Hausbewirtschaftungskosten und hängt maßgeblich von der Anzahl der Rundtische ab, da entsprechende Lagerplätze für Warenein- und Warenausgänge vorzuhalten sind. Der Flächenbedarf einer Halle/Werkstatt kann also erst bemessen werden, wenn die Paletten-Stellplätze bekannt sind. Diese ergeben sich aus der Betrachtung der Tourenplanung.

Der routinemäßige Materialfluss beginnt mit der Verpackung der Herbarbelege in Transportboxen (B). Geht man von einer Höhe von 0,5 cm eines A3-Herbarbelegs (297 x 420 mm) und einer Transportboxhöhe von 50 cm aus, dann können etwa 100 Herbarbelege transportfähig portioniert werden. Euro-Paletten weisen Maße von 800 x 1.200 mm auf, so dass zwei Boxen längs und vier Boxen quer in einer Lage verpackt werden können (siehe Abb. 6). Würde man zwei Lagen auf einer Palette (P) transportfähig aufbereiten, hätte dies den Vorteil, dass mit 12 Boxen oder 1.200 Herbarbelegen etwa eine Tagesproduktion (1.170) abgepackt wäre. Damit wird eine Synchronisation der Produktions- mit der Verlademenge nach dem Kanban-Prinzip gewährleistet (siehe hierzu *Jaspersen/Täschner 2012, S. 222 f.*). In einem Mercedes Benz (MB) Atego 816 L mit Hebebühne passen nach Angaben der Sixt Autovermietung 15 Euro-Paletten, so dass 15 Tagesproduktionen oder 17.550 Herbarbelege als Transportmenge verladen werden können. Der Laderaum des MB Atego beträgt 6.050 x 2.460 x 2.370 mm.

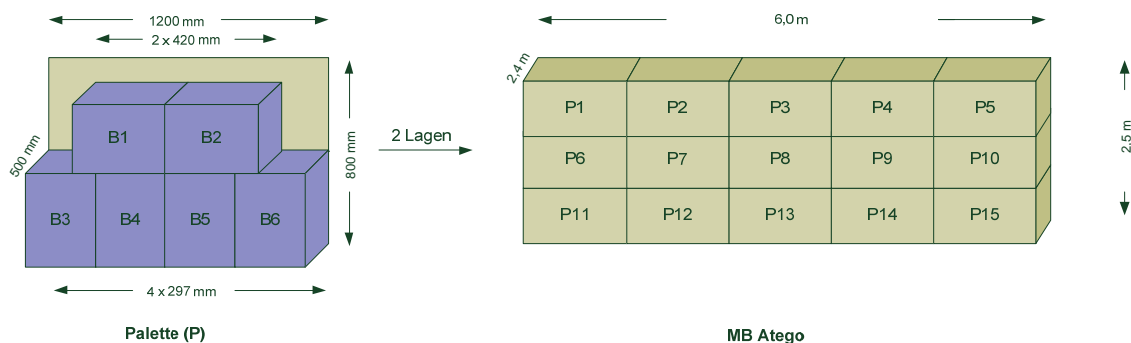


Abb. nicht maßstabsgetreu

Abb. 6: Paletten- und Ladefläche

Die **Tourenplanung**, d. h., die Anzahl der Touren, ergibt sich aus der Division der Produktionsmenge mit der Transportmenge. Es wird von einer Beladung mit 15 Tagesproduktionen (17.550 Herbarbelege) ausgegangen. In  $S_1$  ergibt sich eine Planung von maximal 80 Touren (Berechnung:  $1.404.000/17.550$ ), wobei die tatsächlich anfallenden Touren mit 57 geringer sein werden, weil nur 1.000.000 Herbarbelege zu digitalisieren sind (Berechnung:  $1.000.000/17.550$ ). Durch die Kalkulation maximaler Produktionswerte kann in der Tourenplanung ein zusätzlicher Puffer berücksichtigt werden.

Eine Tour enthält Hin- und Rückfahrten, d. h. die Anzahl der Fahrten ist für die Berechnung der Kilometerzahl zu verdoppeln.  $S_2$  weist eine Tourenplanung von maximal 320 oder 640 Hin- und Rückfahrten auf, die sich allerdings auf die Kooperationspartner im Verhältnis 1:4 verteilen. Für  $H_2$  würde sich demnach die Tourenplanung wie in  $S_1$  darstellen. Berlin würde dagegen mit drei Rundtischen eine Tagesproduktion von 3.510 Digitalisaten aufweisen, so dass ein Transport mit 17.550 Belegen alle fünf Arbeitstage gewährleistet sein muss. Denkbar ist daher eine wöchentliche Belieferung. Geht man weiterhin von einem MB Atega aus, fallen über den gesamten Zeitraum von fünf Jahren 240 Touren an (Berechnung:  $[5.616.000-1.404.000]/17.550$ ). In  $S_3$  ist von einem identischen Szenario auszugehen wie in  $S_2$ . Ferner würden für das weitere Herbarium bei zusätzlichen 5.616.000 Herbarbelegen und einer Verlademenge von 17.550 Belegen eines MB Atega 320 Touren (640 Hin- und Rückfahrten) anfallen. Der Nachschubtransport müsste dann alle 3,75 Arbeitstage erfolgen (Berechnung:  $17.550/4.680$ ). Um Flexibilität im Falle logistischer Verzögerungen zu erlangen, ist in Abhängigkeit von der Entfernung der Einsatz eines zweiten Transporters für das weitere Herbarium in Erwägung zu ziehen. Der **Lagerumschlag** entspricht der Frequenz der Belieferungen und ist in  $H_1$  dreimal so hoch wie in  $H_2$  (5:15 AT), im weiteren Herbarium ( $H_3$ ) sogar noch höher (3,75 AT). Tab. 2 fasst die Materialflussplanung nach Szenarien zusammen.

Mit der Tourenplanung ergeben sich Konsequenzen für den **Flächenbedarf** (Nutz- und Verkehrsfläche) einer Halle/Werkstatt. Geht man von einem Rundtisch aus ( $S_1$ ), dann fällt der Bedarf an Nutzfläche gering aus, da lediglich der Rundtisch, zwei Stationen für Qualitätssicherung und IT sowie Stellplätze zum Ent- und Beladen von Paletten direkt am Rundtisch notwendig werden. Ebenso fällt der Bedarf für die Rundtische samt weiteren Stationen in  $S_2$  und  $S_3$  relativ gering aus.

Der Flächenbedarf hängt in erster Linie vom Lagerbedarf ab. Dieser trennt sich in Warenein- und Warenausgangslager. In  $S_1$  können 15 Paletten eingelagert und 15 Paletten ausgelagert werden. Der Bedarf von 30 Paletten ( $0,96 \text{ m}^2$  pro Palette) entspricht  $28,8 \text{ m}^2$ . Zur logistischen Pufferung wird ein Faktor von 0,75 auf den Netto-Lagerbedarf aufgeschlagen. Daraus ergeben sich  $50,4 \text{ m}^2$  Lagerfläche. Zur Bemessung der Verkehrsfläche (VF) wird ein Plausibilitätsfaktor von 0,75 auf die Brutto-Lagerfläche (LgF) verwendet ( $37,8 \text{ m}^2$ ). Die übrige Nutzfläche betrifft Rundtische etc. (RtF). Diese wird mit einem Bedarf von  $10 \text{ m}^2$  pro Rundtisch geschätzt, so dass der Flächenbedarf für die Digitalisierungsfabrik in  $S_1$   $98,2 \text{ m}^2$  beträgt. Da die Transportmengen pro MB Atega in  $S_2$  und  $S_3$  identisch sind, verhält sich der Flächenbedarf der Lagerplätze weitgehend proportional zu  $S_1$ . Aus den drei unterschiedlichen Lieferfrequenzen ließen sich nur geringe Einsparpotenziale erschließen, die einer genaueren Simulation bedürft hätten. Entsprechend ist mit 60 ( $S_2$ ) bzw. 90 ( $S_3$ ) Paletten sowie 4 ( $S_2$ ) und 8 ( $S_3$ )

Rundtischen zu kalkulieren. Es ergeben sich die in Tab. 2 dargestellten Flächenbedarfe für die Anmietung einer Halle/Werkstatt.

Der Flächenbedarf im Herbarium korrespondiert mit den Zwischenlagern im Warenein- und Warenausgang und den einzurichtenden Arbeitsplätzen zur Metadatenerfassung. Als Faustregel kann der Flächenbedarf im Herbarium wegen der logistischen Ausgewogenheit im Herbarium und der Digitalisierungsfabrik in etwa gleicher Größenordnung wie in der Digitalisierungsfabrik eingeschätzt werden. Allerdings verteilt er sich auf die Kooperationspartner. Die Bereitstellung dieser Flächen wird als unentgeltliche Dienstleistung der Herbarien angesehen.

Der **Informationsfluss** setzt sowohl im Herbarium als auch in der Digitalisierungsfabrik an den Warenein- und Warenausgängen an. Diese sind im IT-System objektbezogen zu dokumentieren, so dass der Lagerort jedes einzelnen Herbarbelegs geortet werden kann. Chargen in Größe einer Transportbox erleichtern die Buchungen. Mit der Barcodeerfassung des Rundtisches wird der Datensatz eines Herbarbeleges aufgerufen und mit den gescannten Bilddaten gekoppelt (vgl. *Eicke/Krause/Täschner* 2013, S. 15 ff.; siehe Abb. 5). Um die Tagesproduktion der Bilddaten in der Digitalisierungsfabrik speichertechnisch bewerkstelligen zu können, sind große Speicherkapazitäten in Terabyte (TB) vorzuhalten (vgl. Tab. 2). Bei der Kalkulation sind die geplanten Digitalisate angesetzt worden. Der **Speicherbedarf** für die Bilddaten ergibt sich aus der nachfolgenden Formel, wobei von einer Datengröße von 200 MB ausgegangen wird (siehe Kapitel 3).

$$\frac{\text{Datengröße} \quad \times \quad \text{Herbarbelege}}{1024^2} \quad (1)$$

Der Speicherbedarf erhöht sich natürlich noch um generierte Metadaten, die in einem Verwaltungs-Server in den Herbarien zu platzieren sind. Die Digitalisierungsfabrik greift über das Internet auf diese Daten zu. Vorgesehen ist, dass in der Digitalisierungsfabrik ein Server Storage für die rohen Bilddaten eingerichtet wird. Daneben ist eine IT-Infrastruktur zum Datentransfer notwendig. Die gespeicherten Rohdaten werden in der Fabrik auf Magnetbänder kopiert und von dort über den Warenausgang in die jeweiligen Herbarien mit den Rückfahrten transportiert. Magnetbänder weisen gegenüber dem Datentransfer den Vorteil auf, dass sie günstig sind und keine Datentransferstörungen verursachen. Deren Haltwertzeit wird zwecks Langfristspeicherung höher eingeschätzt als bei Festplatten (vgl. *Eicke/Krause/Täschner* 2013, S. 16). Der Digitalisierungsprozess erlangt über die Physis der Bänder für die Beteiligten ein wahrnehmbares Produkt „Digitalisat“. Mit der Wareneingangsprüfung wird der Empfang der Magnetbänder in den Herbarien quittiert und verbucht, um anschließend die gespeicherten Digitalisate in das IT-System überspielen zu können. Die Magnetbänder sind damit das physische Produkt der Digitalisierungsfabrik. Im Herbarium schließt sich die Einlagerung der Herbarbelege an, die über den Lagerort im IT-System verbucht werden.

Sze-nario	Herba-rium	Entfernung (km)	Transport-menge	Tou-ren	Lager-umschlag	Flächenbedarf (m <sup>2</sup> ) = LgF / RtF / VF	Speicher-bedarf (TB)
S <sub>1</sub>	H <sub>1</sub>	10	17.550	80	15	98,2 = 50,4 / 10 / 37,8	190,73
S <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	10	17.550	80	15	216,4 = 100,8 / 40 / 75,6	190,73
	H <sub>1</sub>	350	17.550	240	5		762,94
S <sub>3</sub>	H <sub>2</sub>	10	17.550	80	15	344,6 = 151,2 / 80 / 113,4	190,73
	H <sub>1</sub>	350	17.550	240	5		762,94
	H <sub>3</sub>	350	17.550	320	3,75		953,67

Tab. 2: Logistikplanung

## 4.3 Personalplanung

Der Personalbedarf bemisst sich nicht ausschließlich an den ausführenden Arbeitskräften am Rundtisch. An den Ausführungen zur Logistikplanung ist deutlich geworden, dass ein System zur Virtualisierung von Herbarbelegen umfangreicher gestaltet ist als die alleinige Betrachtung von Produktionsmengen und der Sicherstellung der Qualität an beiden Arbeitsplätzen. Eben auch Prozesse der Materialdisposition und der IT hängen unmittelbar mit dem Einsatz menschlicher Arbeit in Externalisierungsprojekten zusammen. So fallen folgende Tätigkeitsprofile an, die die **Personalplanung** determinieren:

Digitalisierungsfabrik:

- Bilddatenerfassung am Rundtisch
- Qualitätssicherung und Datenbankmanagement
- Warenein- und Warenausgang samt innerbetrieblichen Transportaktivitäten

Herbarium:

- Metadatenerfassung an Bürotischen
- Datenbankmanagement
- Warenein- und Warenausgang sowie Ein- und Auslagerungsaktivitäten

In der Digitalisierungsfabrik sind für  $S_1$  zwei Vollzeitbeschäftigte einzustellen, wenn davon ausgegangen werden kann, dass die Qualitätssicherung stichprobenweise erfolgt und das Datenbankmanagement insbesondere das Bespuhlen der Magnetbänder betrifft und somit wöchentlich für den Transport zu bewerkstelligen ist. Aus dem Lager wird täglich die geplante Tagesproduktion an den Rundtisch per Hubwagen gefahren. Die am Vortag digitalisierte Menge wird wieder in das Warenausgangslager gebracht. Die Verantwortung zur Qualitätssicherung und für die Logistik kommt einer Gesamtverantwortung mit Managementfunktion für die stattfindenden Prozesse in der Digitalisierungsfabrik gleich, so dass diese als höherwertige Tätigkeiten einzustufen sind. Hierfür erscheint die Einrichtung einer vollen E13-Stelle für gerechtfertigt. Für Arbeiten am Rundtisch ist eine Fachkraft einer Personaldienstleistungsgesellschaft anzulernen. In  $S_2$  sind vier Rundtische vorgesehen. Neben vier angelernten Fachkräften sind zwei volle E-13-Stellen für Qualitätssicherung, Logistik und Management zweckmäßig.  $S_3$  sieht die Beschaffung von acht Rundtischen vor. Hierbei wächst jedoch die Koordination des innerbetrieblichen Transports so stark an, dass sinnvollerweise neun angelernte Fachkräfte beschäftigt werden, von denen eine Person sich gänzlich der logistischen Verantwortung stellt. Dadurch kann auch die Anzahl der E-13-Stellen konstant gehalten werden, da zusätzliche Tätigkeiten, wie etwa Personalverantwortung, nur unverhältnismäßig hoch ansteigen.

Der Takt des Rundtisches gibt den Rhythmus des Materialflusses vor (Kanban-Prinzip). Entsprechend muss im Herbarium die Verladung terminlich an die Produktion der Bilddigitalisate gekoppelt sein. Bezeichnet man die Erfassung der Metadaten als Vorprodukt, fällt deren Taktung höchst unterschiedlich aus. Auch in dieser Hinsicht erscheint eine Begrenzung der Metadatenerfassung auf vier Einträge sinnvoll, um eine validere Taktung im Herbarium zu erzielen. Eine angelernte Fachkraft benötigt in etwa



1 bis 1,5 Minuten für die gesamte Erfassung, wenn keine Bestimmung vorzunehmen ist (siehe Kapitel 3). Setzt man für derartige Aktivitäten günstige, aber wissenschaftlich geschulte Hilfskräfte (Hiwis) ein, ist tendenziell mit einer höheren Erfassungszeit zu rechnen. Daneben fallen innerlogistische Aktivitäten und das Übertragen der Magnetbänder in das IT-System an. Für die Berechnung der Szenarien wird deshalb die doppelte Zeit für die Hiwi-Aktivitäten angesetzt (3 Minuten pro Herbarbeleg). In einer Stunde können somit 20 Stück, bei 6,5 Arbeitsstunden am Arbeitstag 130 Stück vorproduziert und verpackt werden. Im Anwendungsfall sind an dieser Stelle intensive Diskussionen über die Durchlaufzeiten eines Vorprodukts zu führen, da ein Planungsfehler in zweierlei Hinsicht erhebliche Ausmaße nach sich zieht: Erstens kann es zu Leerzeiten in der Endfertigung der Digitalisierungsfabrik kommen, wenn große logistische Verzögerungen im Herbarium eintreten. Zweitens ist der Personalbedarf immens und determiniert zu großen Teilen die Gesamtpersonalkosten und die Gesamtfinanzierung (siehe Kapitel 5.3).

Zur Absicherung, Anlernen und Koordination von etwa zehn bis 15 Hiwis ist zusätzlich eine volle E-13-Stelle einzurichten. Sogenannte Exceptions, d. h. Herbarbelege, die sich einer Metadatenerfassung entziehen, werden von Hiwis ausgesondert und an E-13-Stellen zur Weiterbearbeitung übertragen. Dadurch wird ein zusätzlicher Mechanismus zur Koordination des Materialflusses eingerichtet.

Die Berechnung der Hiwi-Stellen ergibt sich bei Division der geplanten Tagesproduktion mit der Taktung der Aktivitäten im Herbarium pro Arbeitstag. In  $S_1$  ist für die Bearbeitung einer Tagesproduktion (1.170 Herbarbelege) bei einer effektiven Arbeitszeit von 6,5 Stunden die Einstellung von neun Hiwis nötig (Berechnung:  $1.170/130$ ). Analog kann für die Berechnung von  $S_2$  und  $S_3$  verfahren werden. In  $S_2$  werden dann in Berlin ( $H_1$ ) 27 Hiwi-Stellen (Berechnung:  $3.510/130$ ) bei zwei vollen E-13-Stellen erforderlich. Die Personalplanung für  $H_2$  in  $S_2$  und  $S_3$  entspricht dem  $S_1$ . Für das weitere Herbarium ( $H_3$ ) in  $S_3$  werden 36 Hiwi-Stellen (Berechnung:  $4.680/130$ ) und somit drei E-13-Stellen eingerichtet. Transporte werden als externe Dienstleistungen eingekauft und bedürfen keiner gesonderten Personalplanung. Tab. 3 fasst die Ergebnisse der Personalplanung zusammen.

Szenario	Personal	$H_1$	$H_2$	$H_3$	Fabrik	Gesamt
$S_1$	E-13	1	-	-	1	2
	E-01	0	-	-	1	1
	Hiwi	9	-	-	0	9
$S_2$	E-13	2	1	-	2	5
	E-01	0	0	-	4	4
	Hiwi	27	9	-	0	36
$S_3$	E-13	2	1	3	2	8
	E-01	0	0	0	9	9
	Hiwi	27	9	36	0	72

Tab. 3: Personalplanung

## 5 Wirtschaftliche Investitionsplanung

Auf Basis der technischen Planung des Investitionsvorhabens erfolgt die wirtschaftlich-monetäre Bewertung. Wie in dynamischen Investitionsrechnungen üblich, fungieren Einnahmen und Ausgaben als zahlungsorientierte Wertgrößen (siehe hierzu bspw. *Blohm/Lüder/Schaefer* 2012, S. 44). Im Wesentlichen ergeben sich daraus drei Vorteile gegenüber anderen Wertgrößen:

- Empirische Nachprüfbarkeit durch Belege der Buchführung (vgl. *Küpper* 1985, S. 44)

- Eindeutige Zuordnung auf Objekte (vgl. *Jaspersen/Täschner* 2012, S. 503)
- Prinzipien der (beeinflussbaren) Einzelkosten (vgl. *Riebel* 1990, S. 39)

Wenn in den nachfolgenden Abschnitten von **Kosten** die Rede sein wird, ist damit also genauer der zahlungsorientierte „pagatorische“ Kostenbegriff gemeint.

## 5.1 Standortkosten und Betriebsmittel

Der **Standort** in  $S_1$  liegt in der Nähe von Berlin und weist eine Fläche von 98,2 m<sup>2</sup> auf (siehe Kapitel 4.2). Im Anwendungsfall wird man selbstverständlich in den seltensten Fällen eine Halle/Werkstatt mit der geplanten Größe vorfinden können. Die Standortplanung erweist sich vielmehr als nicht zu unterschreitende Orientierungsgröße. Die Standortkosten fallen in der Realität insofern höher aus als hier dargestellt.

Ein Angebot für eine Halle/Werkstatt im Raum Berlin-Tempelhof gebe einen Mietpreis von monatlich 4,00 € pro m<sup>2</sup> und Nebenkosten von 2,60 € pro m<sup>2</sup> an. Übliche Nebenkosten umfassen Heizung, Wasser, Strom, Versicherung etc. zuzüglich Mehrwertsteuer. Danach belaufen sich die monatlichen Mietkosten auf etwa 400 € und Hausbewirtschaftungskosten auf 260 €. Die Kosten verlaufen proportional, so dass sich pro Jahr Kosten für Miete und Hausbewirtschaftung von 4.800 € bzw. 3.120 € ergeben. Für die gesamte Projektlaufzeit von 5 Jahren beziffert sich die Miete und Hausbewirtschaftung auf 24.000 € bzw. 15.600 €. Die Standortkosten für  $S_2$  und  $S_3$  verhalten sich nur in Abhängigkeit von der Flächenplanung, wenn am Standort  $H_2$  von identischen Mietspiegeln ausgegangen wird. Die jährlichen und gesamten Standortkosten sind nach Szenarien in Tab. 4 dargestellt.

Szenario	Flächenbedarf (m <sup>2</sup> )	Mietspiegel/ Nebenkosten (€/mtl.)	Standortkosten (€/Jahr)	Standortkosten (€)
S <sub>1</sub>	98,2	4,00	4.714	23.570
		2,60	3.064	15.320
S <sub>2</sub>	216,4	4,00	10.387	51.935
		2,60	6.752	33.760
S <sub>3</sub>	344,6	4,00	16.061	80.305
		2,60	10.752	53.760

Tab. 4: Standortkosten

Die Digitalisierungsfabrik ist mit **Betriebsmitteln** auszustatten und bilanziell zu bewerten. Die Anschaffungskosten eines Rundtisches sind bilanziell aktivierungsfähig und betragen 85.000 € netto. Geht man von einem linearen Verschleiß über die Nutzungsdauer (5 Jahre) aus, dann belaufen sich die jährlichen Abschreibungen auf 17.000 €

Weitere Betriebsmittel der Fabrik umfassen Tische, Stühle, PC und Hubwagen. Sie werden als Betriebs- und Geschäftsbedarf (BGB) deklariert und mit Ablauf des ersten Geschäftsjahres abgeschrieben. In der Fabrik fällt der Bedarf an Tischen, Stühlen und PC gering aus. Lediglich für die Stationen Warenein- und Warenausgang sowie für Qualitätssicherung/IT fallen derartige Ausstattungen an. In  $S_1$  wird somit mit drei Arbeitsplätzen zu rechnen sein. In  $S_2$  und  $S_3$  sind für Qualitätssicherung/IT/Management zwei E-13-Stellen vorgesehen, so dass sich Tische/Stühle samt PC um einen Arbeitsplatz auf dann vier erhöhen.

Setzt man für einen vollausgestatteten Arbeitsplatz 1.000 € (Tisch mit 500 €, Stuhl mit 50 €, PC mit 450 €) an, dann belaufen sich die Kosten in S<sub>1</sub> auf 3.000 € und in S<sub>2</sub> sowie S<sub>3</sub> auf 4.000 €. In jedem Szenario ist zusätzlich ein netzwerkfähiger Drucker mit 500 € sowie ein Hubwagen à 500 € vorgesehen. Es ergeben sich folgende Investitionskosten für BGA:

- S<sub>1</sub>: 89.000 € (Berechnung: 1 x 85.000 € + 3 x 1.000 € + 2 x 500 €)
- S<sub>2</sub>: 345.000 € (Berechnung: 4 x 85.000 € + 4 x 1.000 € + 2 x 500 €)
- S<sub>3</sub>: 685.000 € (Berechnung: 8 x 85.000 € + 4 x 1.000 € + 2 x 500 €)

Die Kosten für BGB in den Herbarien sind verhältnismäßig gering. In S<sub>1</sub> sind zehn Personen vorgesehen, so dass sich bei gleichen Kosten pro Arbeitsplatz samt Drucker und Barcodedrucker à 500 € insgesamt 11.000 € ergeben. In S<sub>2</sub> sind zusätzlich zu den Kosten aus S<sub>1</sub>, welche stellvertretend für H<sub>2</sub> herangezogen werden können, noch 29.000 € für die Ausstattung von 29 Arbeitsplätzen und 1.000 € für einen Drucker bzw. Barcodedrucker in Berlin (H<sub>1</sub>) zu berücksichtigen. Im S<sub>3</sub> würden über die Kosten des S<sub>1</sub> und des S<sub>2</sub> weitere 39.000 € für 39 Arbeitsplätze und weitere 1.000 € für einen Drucker und einen Barcodedrucker in die Kalkulation fließen. Es ergeben sich die in Tab. 5 dargestellten produkt- und artbezogenen Kostenaufteilungen für BGB.

Sze-nario	BGA	Anzahl	Stückpreis (€)	H <sub>1</sub> (€)	H <sub>2</sub> (€)	H <sub>3</sub> (€)	Fabrik (€)	Gesamtkosten (€)
S <sub>1</sub>	Rundtische	1	85.000	0	-	-	85.000	85.000
	Tische	13	500	5.000	-	-	1.500	6.500
	Stühle	13	50	500	-	-	150	650
	PC	13	450	4.500	-	-	1.350	5.850
	Drucker	3	500	1.000	-	-	500	1.500
	Hubwagen	1	500	0	-	-	500	500
	BGA-Kosten S <sub>1</sub>				11.000	-	-	89.000
S <sub>2</sub>	Rundtische	4	85.000	0	0	-	340.000	340.000
	Tische	43	500	14.500	5.000	-	2.000	21.500
	Stühle	43	50	1.450	500	-	200	2.150
	PC	43	450	13.050	4.500	-	1.800	19.350
	Drucker	5	500	1.000	1.000	-	500	2.500
	Hubwagen	1	500	0	0	-	500	500
	BGA-Kosten S <sub>2</sub>				30.000	11.000	-	345.000
S <sub>3</sub>	Rundtische	8	85.000	0	0	0	680.000	680.000
	Tische	82	500	14.500	5.000	19.500	2.000	41.000
	Stühle	82	50	1.450	500	1.950	200	4.100
	PC	82	450	13.050	4.500	17.550	1.800	36.900
	Drucker	7	500	1.000	1.000	1.000	500	3.500
	Hubwagen	1	500	0	0	0	500	500
	BGA-Kosten S <sub>3</sub>				30.000	11.000	40.000	685.000

Tab. 5: Kosten für Betriebs- und Geschäftsbedarf

Darüber hinaus fallen Gebühren für Telefon und Internet in der Digitalisierungsfabrik an. Die monatlichen Kosten werden für alle Szenarien mit 100 € angesetzt. Im Jahr ergeben sich somit 1.200 € und über den Gesamtzeitraum 6.000 €. In den Herbarien wird von einer kostenlosen Bereitstellung von Telefonen und Internetzugängen ausgegangen.

## 5.2 IT- und Logistikkosten

Betriebsmittel umfassen auch Investitionen in die IT, werden jedoch separat ausgewiesen. Die **IT-Kosten** sind im Wesentlichen abhängig vom Speicherbedarf und der Logistik (siehe hierzu Kapitel 4.2). Es ist die

Anschaffung eines Storage Servers für Bilddaten in Höhe von 25.000 € in der Digitalisierungsfabrik vorgesehen. Es fällt allerdings in  $S_2$  nur ein zusätzlicher Storage Speicher an, wenn in  $S_3$  nach zwei bis drei Jahren Speicher freigesetzt wird. Der Verwaltungs-Server zur Speicherung von Metadaten ist mit 5.000 € bemessen worden und steht in den Herbarien. Obwohl die Digitalisierungsfabrik über Netzwerk auf diesen Server zugreift, wird ein zusätzlicher Server für Backups installiert. Daneben fallen in Abhängigkeit vom Datenvolumen Kosten für Magnetbänder an. Es wird angenommen, dass ein Magnetband 1 Terabyte (TB) speichert und etwa 50 € kostet. Bei 190 TB ( $S_1$ ) (siehe Tab. 2) werden aufgerundet etwa 200 Magnetbänder benötigt. Analog werden Kosten für  $S_2$  und  $S_3$  angesetzt. Für IT-Infrastruktur werden pauschal 25.000 € veranschlagt. In  $S_2$  und  $S_3$  ist davon auszugehen, dass mit der Vernetzung zusätzlicher Rundtische IT-Infrastrukturkosten und der Bedarf an Magnetbändern zwecks zunehmender Logistik steigen werden. Die Software-Lizenzen in Höhe von pauschal 1.000 € werden an die einzurichtenden Arbeitsplätze gekoppelt. Es ist weiterhin angenommen, dass Dienstleistungen, wie Wartung (inkl. Kauf von Ersatzteilen) der IT anfallen werden. Die monetäre Bemessung der IT-Dienstleistungen ist an die Server zu je 5.000 € gekoppelt. Die Tab. 6 schlüsselt die veranschlagten Kosten nach Szenarien auf.

Sze-nario	IT-Kostenart	Anzahl	Stückpreis (€)	H <sub>1</sub> (€)	H <sub>2</sub> (€)	H <sub>3</sub> (€)	Fabrik (€)	Gesamtkosten (€)
S <sub>1</sub>	Storage	1	25.000	0	-	-	25.000	25.000
	Verwaltung	2	5.000	5.000	-	-	5.000	10.000
	Infrastruktur	-	25.000	0	-	-	25.000	25.000
	Magnetband	200	50	0	-	-	10.000	10.000
	Software	13	1.000	10.000	-	-	3.000	13.000
	Dienstleistung	3	5.000	5.000	-	-	10.000	15.000
	IT-Kosten S <sub>1</sub>				20.000	-	-	78.000
S <sub>2</sub>	Storage	2	25.000	0	0	-	50.000	50.000
	Verwaltung	3	5.000	5.000	5.000	-	5.000	15.000
	Infrastruktur	-	35.000	0	0	-	35.000	35.000
	Magnetband	1.000	50	0	0	-	50.000	50.000
	Software	43	1.000	29.000	10.000	-	4.000	43.000
	Dienstleistung	5	5.000	5.000	5.000	-	15.000	25.000
	IT-Kosten S <sub>2</sub>				39.000	20.000	-	159.000
S <sub>3</sub>	Storage	2	25.000	0	0	0	50.000	50.000
	Verwaltung	4	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	20.000
	Infrastruktur	-	35.000	0	0	0	35.000	35.000
	Magnetband	2.000	50	0	0	0	100.000	100.000
	Software	82	1.000	29.000	10.000	39.000	4.000	82.000
	Dienstleistung	6	5.000	5.000	5.000	5.000	15.000	30.000
	IT-Kosten S <sub>3</sub>				39.000	20.000	49.000	209.000

Tab. 6: IT-Kosten

Von den IT-Kosten können Software und Hardware bilanziell aktiviert und über drei Jahre linear abgeschrieben werden. In  $S_1$  ergeben sich Soft- und Hardwarekosten von 83.000 € (Berechnung: 98.000 € - 15.000 € Dienstleistungen). Als Abschreibungssumme berechnen sich 27.667 € pro Jahr. In  $S_2$  und  $S_3$  ergeben sich aktivierungsfähige Kosten für Soft- und Hardware in Höhe von 183.000 € bzw. 267.000 €. Somit errechnen sich jährliche Abschreibungen von 61.000 € ( $S_2$ ) oder 89.000 € ( $S_3$ ).

Mit der Planung der IT-Kosten ist ein Teil der Umcodierung der Logistik in Geldbeträge abgeschlossen. Stellen die IT-Kosten (außer Dienstleistungen) Anfangsinvestitionen dar, fallen **Transportkosten** in Abhängigkeit von den Entfernungen kontinuierlich an und können dementsprechend auf Monate umgelegt werden. Zudem werden Transportkosten zur Bilddatenerfassung kalkuliert. Der Preis pro

Kilometer (km) beträgt nach einer kurzen Internetabfrage etwa 1 € Für eine Transportversicherung fällt ebenfalls 1 € pro km an. Darüber hinaus ist pro Tour mit einer Bereitstellungsgebühr in Höhe von 250 € zu rechnen. Im Anwendungsfall sind diese Kosten mit Anbietern natürlich zu validieren. Insbesondere ist in diesem Kontext zu prüfen, ob ein Kauf oder Leasinggeschäft des MB Atega samt Betriebskosten in Erwägung gezogen werden könnte. Die Ergebnisse zur Planung der Transportkosten sind in Tab. 7 innerhalb der Szenarien nach Touren aufgelistet.

Szenario	Logistikkostenart	Touren	Doppelte Entfernung (km)	Hin- und Rückfahrt Gesamt (km)	Preise (€)	Kosten (€)	
S <sub>1</sub>	Bereitstellung	80	-	-	250	20.000	
	Transport/Vers.	80	20	160	2	320	
	Transportkosten H <sub>1</sub> – Fabrik – H <sub>1</sub>						20.320
S <sub>2</sub>	Bereitstellung	80	-	-	250	20.000	
	Transport/Vers.	80	20	160	2	160	
	Transportkosten H <sub>2</sub> – Fabrik – H <sub>2</sub>						20.320
	Bereitstellung	240	-	-	250	60.000	
	Transport/Vers.	240	700	168.000	2	336.000	
	Transportkosten H <sub>1</sub> – Fabrik – H <sub>1</sub>						396.000
Transportkosten S <sub>2</sub>						416.320	
S <sub>3</sub>	Bereitstellung	80	-	-	250	20.000	
	Transport/Vers.	80	20	160	2	160	
	Transportkosten H <sub>2</sub> – Fabrik – H <sub>2</sub>						20.320
	Bereitstellung	240	-	-	250	60.000	
	Transport/Vers.	240	700	168.000	2	336.000	
	Transportkosten H <sub>1</sub> – Fabrik – H <sub>2</sub>						396.000
	Bereitstellung	320	-	-	250	80.000	
	Transport/Vers.	320	700	224.000	2	448.000	
	Transportkosten H <sub>3</sub> – Fabrik – H <sub>3</sub>						528.000
	Transportkosten S <sub>3</sub>						944.320

Tab. 7: Transportkosten

### 5.3 Personalkosten

Die wichtigste Ressource in Digitalisierungsprozessen sind die Mitarbeiter. Die Personalkosten betragen in der Herbarbeleg-Digitalisierung etwa 80 % der Gesamtkosten (vgl. *Jaspersen* 2008a, S. 17). Deshalb ist die Bewertung der Personalkosten von besonderer Bedeutung für die Beurteilung der gesamten Investition (siehe dazu Kapitel 6).

Die **Personal-Einzelkosten** werden je nach Szenario in Abhängigkeit vom Personalbedarf (siehe hierzu Kapitel 4.3) bewertet. Entsprechend dem Prinzip der Einzelkosten werden keine Gemeinkosten zur Vollkostenberechnung angesetzt. *Riebel* (1990, S. 35) weist auf die Mängel der Vollkostenrechnung in der Beurteilung von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen hin: „Die übertriebene Zurechnung aller Kosten auf die Kostenträger nach einem starren Schema mag für die staatliche Preiskontrolle und für den Kostennachweis bequem zu handhaben sein, doch ist sie für interne betriebswirtschaftliche Aufgaben ungeeignet. [...] Alle Entscheidungen, die auf der Grundlage der vollen Kosten der Kostenstellen und -träger getroffen werden, sind daher mit größter Wahrscheinlichkeit falsch.“ Da das Vorhaben im Übrigen nicht als wirtschaftlich einzustufen ist (siehe Kapitel 2), sind auch hinsichtlich der **Trennungsrechnung** keine Gemeinkosten anzusetzen. Die Mitarbeiter werden zwar über die gGmbH nur mittelbar im öffentlichen Dienst beschäftigt sein, dennoch sind mit Ansprüchen aus Fürsorgeleistungen, Unfallkasse etc. zu rechnen. Für Wirtschaftlichkeitsberechnungen gelten im Tarifbereich nachgelagerter Behörden die bundesweiten **Personalkostensätze** des Bundesministeriums für Finanzen (BMF) (siehe hierzu BMF

2011, Tabelle 2c, Bezugsjahr 2010, Stand 09.05.2011). In den Personalkostensätzen sind Jahressonderzahlungen, Sozial- und Versorgungskosten in Höhe von 30 % sowie Personalnebenkosten enthalten. Danach ergeben sich bei wissenschaftlichen Mitarbeitern (E13) sowie angelegerten Fachkräften (E01) Personalkosten in Höhe von 57.781 € bzw. 24.347 € pro Jahr. Für wissenschaftliche Hilfskräfte (HIWI-Stellen) wird mit 11,80 €/Stunde kalkuliert. Für polnische Mitarbeiter wird mit der Hälfte der deutschen Personalkostensätze kalkuliert. Bei einer tariflichen Arbeitszeit von 160 Stunden pro Monat (Berechnung: 8 Std./Tag x 20 Arbeitstage, siehe hierzu Kapitel 4.1) ergeben sich je nach Szenario die in Tab. 8 dargestellten Personalkosten.

Sze-nario	Mitarbeiter	Anzahl	Kostensatz (€)	Kosten pro Monat (€)	Kosten pro Jahr (€)	Kosten aller Mitarbeiter pro Jahr (€)	5-Jahres-Personal-kosten (€)	
S <sub>1</sub>	E-13	1	30,09	4.815	57.781	57.781	288.905	
	E-01	0	12,68	2.029	24.347	0	0	
	HIWI	9	11,80	1.888	22.656	203.904	1.019.520	
	Personalkosten H <sub>1</sub> :						261.685	1.308.425
	E-13	1	30,09	4.815	57.781	57.781	288.905	
	E-01	1	12,68	2.029	24.347	24.347	121.735	
	HIWI	0	11,80	1.888	22.656	0	0	
	Personalkosten Fabrik:						82.128	410.640
	Personalkosten S <sub>1</sub> :						343.813	1.719.065
	S <sub>2</sub>	E-13	1	15,05	2.408	28.896	28.896	144.480
E-01		0	6,34	1.015	12.180	0	0	
HIWI		9	5,90	944	11.328	101.952	509.760	
Personalkosten H <sub>2</sub> :						130.848	654.240	
E-13		2	30,09	4.815	57.781	115.562	577.810	
E-01		0	12,68	2.029	24.347	0	0	
HIWI		27	11,80	1.888	22.656	611.712	3.058.560	
Personalkosten H <sub>1</sub> :						727.274	3.636.370	
E-13		2	15,05	2.408	28.896	57.792	288.960	
E-01		4	6,34	1.015	12.180	48.720	243.600	
HIWI		0	5,90	944	11.328	0	0	
Personalkosten Fabrik:						106.512	532.560	
Personalkosten S <sub>2</sub> :						964.634	4.823.170	
S <sub>3</sub>		E-13	1	15,05	2.408	28.896	28.896	144.480
	E-01	0	6,34	1.015	12.180	0	0	
	HIWI	9	5,90	944	11.328	101.952	509.760	
	Personalkosten H <sub>2</sub> :						130.848	654.240
	E-13	2	30,09	4.815	57.781	115.562	577.810	
	E-01	0	12,68	2.029	24.347	0	0	
	HIWI	27	11,80	1.888	22.656	611.712	3.058.560	
	Personalkosten H <sub>1</sub> :						727.274	3.636.370
	E-13	3	30,09	4.815	57.781	173.343	866.715	
	E-01	0	12,68	2.029	24.347	0	0	
	HIWI	36	11,80	1.888	22.656	815.616	4.078.080	
	Personalkosten H <sub>3</sub> :						988.959	4.944.795
	E-13	2	15,05	2.408	28.896	57.792	288.960	
	E-01	9	6,34	1.015	12.180	48.720	243.600	
	HIWI	0	5,90	944	11.328	0	0	
	Personalkosten Fabrik:						106.512	532.560
	Personalkosten S <sub>3</sub> :						1.953.593	9.767.965

Tab. 8: Personalkosten

Mit der Kalkulation der Personalkosten lässt sich zusammen mit den Transportkosten die **Standortwahl** evaluieren (siehe Kapitel 4.2). Es wurden in S<sub>2</sub> 416.320 € Transportkosten von Berlin (H<sub>1</sub>) bzw. von H<sub>2</sub> zur Digitalisierungsfabrik und zurück kalkuliert (siehe Tab. 7). Daneben betragen in diesem Szenario die Personalkosten der Digitalisierungsfabrik 532.560 €. So belaufen sich die Kosten auf 948.880 €. Wäre die Digitalisierungsfabrik nahe Berlin angesiedelt, dann würden sich die Personalkosten auf 1.065.120 € verdoppeln. Dazu müssten noch die nun geringer anfallenden Transportkosten in Höhe von 201.600 €

addiert werden, um die Standortwahl aus kostentheoretischer Sicht treffen zu können (Berechnung  $H_2$ : 80 Touren à 700 km x 2 € + 80 x 250 € = 132.000 €, Berechnung  $H_1$ : 240 Touren à 20 km x 2 € + 240 x 250 € = 69.600 €). Die Ansiedlung der Digitalisierungsfabrik nahe  $H_2$  ist somit um 317.840 € günstiger.

Die Höhe der Personalkosten beeinflusst im hohen Maße die Kosten des Gesamtvorhabens. Insbesondere sind daher die Annahmen zur Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter zu prüfen, um die Kostenabschätzungen zu sensitiveren. So wird davon ausgegangen, dass Hiwis in den Herbarien drei Minuten einen Herbarbeleg bearbeiten. In  $S_2$  werden 27 Hiwis in  $H_1$  und 9 Hiwis in  $H_2$  eingesetzt. Durch eine **Sensitivitätsanalyse** auf eine Minute oder fünf Minuten je Herbarbeleg lassen sich Auswirkungen auf die Personalkosten in diesem Szenario ableiten.

Geht man davon aus, dass nur eine Minute zur Bearbeitung notwendig sein wird, entsteht ein Faktor von 1:3. Es werden lediglich 9 + 3 Hiwis notwendig sein. Monetär sind hierbei dann statt 611.712 € lediglich 203.904 € für Berlin ( $H_1$ ) und für  $H_2$  statt 101.952 € nur 33.983 € (-67%) anzusetzen. Bei fünf Minuten Bearbeitungszeit, also einem Faktor von 5:3, fallen hingegen 45 ( $H_1$ ) + 15 ( $H_2$ ) Hiwis an, die 1.019.520 € bzw. 169.920 € (+67%) kosten. Die Beispielrechnung zeigt, dass sich **Kostenschwankungen** von +/- 67 % in großen Teilen des Personalbereichs auf relativ geringe Veränderungen in der täglichen Bearbeitung der Herbarbelege zurückführen lassen. Daher muss die technische Planung der Metadatenerfassung in den Herbarien durch die Hiwis verlässlich erfolgen. Die den Szenarien zugrunde gelegte „Taktzeit“ von drei Minuten ist unbedingt zu validieren, da ggf. weitere Tätigkeiten, wie z. B. die Anfertigung von Barcodes, situationsspezifisch in den Herbarien auftreten können. Zur Validierung wird auf Arbeitsablauf-Zeitanalysen nach REFA oder MTM (Methods-Time Measurement) verwiesen.

## 5.4 Sonstige Kosten

Zu den sonstigen Kosten zählen Dienstreisen der Beschäftigten, Rechts- und Beratungskosten der Gesellschaft, Geräte- und Sachinvestitionen bis 410 € sowie sonstige anfallende Sachausgaben.

**Dienstreisen** für den wissenschaftlichen Austausch etc. werden in Abhängigkeit von den wissenschaftlichen Beschäftigten und ggf. betreuenden Personen bemessen. Dafür wird ein pauschaler Satz von 1.000 € sowie ein Faktor von 2 (Betreuer) p. a. veranschlagt. Es ergeben sich die in Tab. 9 errechneten Beträge.

**Rechts- und Beratungskosten** fallen für die Gründung sowie jährliche Wirtschafts- und Steuerprüfung der Gesellschaft an. Wird die Buchführung durch eine Steuerberatung durchgeführt, fallen weitere Kosten an. Daneben können Kosten für Managementberatungen notwendig werden, wenn beispielsweise erhebliche organisationale Störungen ohne erkennbare Gründe auftreten. Obwohl deshalb insbesondere in den ersten beiden Geschäftsjahren mit erhöhten Beratungskosten im Managementbereich zu rechnen ist, werden vereinfachend zeitlich proportional in Abhängigkeit von den Standorten 10.000 € also insgesamt 20.000 € ( $S_1$ ), 30.000 € ( $S_2$ ) sowie 40.000 € ( $S_3$ ), angesetzt. Im Falle einer Projektumsetzung sind die Planwerte mit konkreten Angeboten, speziell für die Gründungs-, Prüfungs- und Buchführungskosten, zu evaluieren.

**Geräte- und Sachinvestitionen** bis 410 € können bilanziell unmittelbar über die Gewinn- und Verlustrechnung abgeschrieben werden. Es werden hierfür weitere Investitionen (bis 410 €) in Höhe von 5.000 €/pro Standort angesetzt. Daraus ergeben sich also in S<sub>1</sub> 10.000 € in S<sub>2</sub> 15.000 € und in S<sub>3</sub> 20.000 €

**Sonstige Sachausgaben** betreffen Verbrauchsmaterialien, die im Digitalisierungsprozess regelmäßig in geringen Mengen anfallen. Das sind z. B. Papier, Barcodes, Umschläge für die Herbarbelege, Büro- und Reinigungsmaterial, Chemikalien zur Behandlung der Herbarbelege vor Wiedereinlagerung etc. Pro Jahr und Standort werden hierfür 2.000 € angesetzt. In S<sub>1</sub> ergibt sich ein Betrag von 20.000 € In S<sub>2</sub> und in S<sub>3</sub> ergeben sich demnach Beträge von 30.000 € bzw. 40.000 €

Sze- nario	Wiss. Mitarbeiter	Kostensatz Dienstreise x Faktor (€)	Kosten Dienstreisen p. a. (€)	Dienst- reisekosten (€)	Rechts- und Beratungs- kosten (€)	Geräte- und Sachinvesti- tionen (€)	Sonstige Sachaus- gaben (€)
S <sub>1</sub>	1	1.000 x 2	2.000	10.000	10.000	5.000	10.000
	1	1.000 x 2	2.000	10.000	10.000	5.000	10.000
	Sonstige Kosten H <sub>1</sub> und Fabrik:			20.000	20.000	10.000	20.000
S <sub>2</sub>	1	1.000 x 2	2.000	10.000	10.000	5.000	10.000
	Sonstige Kosten H <sub>2</sub> :			10.000	10.000	5.000	10.000
	2	1.000 x 2	4.000	20.000	10.000	5.000	10.000
	Sonstige Kosten H <sub>1</sub> :			20.000	10.000	5.000	10.000
	2	1.000 x 2	4.000	20.000	10.000	5.000	10.000
	Sonstige Kosten Fabrik:			20.000	10.000	5.000	10.000
Sonstige Kosten S <sub>2</sub>			50.000	30.000	15.000	30.000	
S <sub>3</sub>	1	1.000 x 2	2.000	10.000	10.000	5.000	10.000
	Sonstige Kosten H <sub>2</sub> :			10.000	10.000	5.000	10.000
	2	1.000 x 2	4.000	20.000	10.000	5.000	10.000
	Sonstige Kosten H <sub>1</sub> :			20.000	10.000	5.000	10.000
	3	1.000 x 2	6.000	30.000	10.000	5.000	10.000
	Sonstige Kosten H <sub>3</sub> :			30.000	10.000	5.000	10.000
	2	1.000 x 2	4.000	20.000	10.000	5.000	10.000
Sonstige Kosten Fabrik:			20.000	10.000	5.000	10.000	
Sonstige Kosten S <sub>3</sub>			80.000	40.000	20.000	40.000	

Tab. 9: Sonstige Kosten

## 6 Investitionscontrolling

Das wirtschaftliche Controlling einer Investition setzt auf dem Rechnungswesen auf (vgl. hierzu *Jaspersen/Täschner* 2012, S. 323 ff.). Erst durch eine datentechnische Aufbereitung des Rechnungswesens wird eine Steuerung der Investition aus monetärer Sicht ermöglicht. Hierzu ist der Kontenplan der FU Berlin zu Grunde gelegt und um nicht-zahlungswirksame Posten bereinigt worden, um tatsächliche Einnahmen und Ausgaben (originäre Rechengrößen) für das **Investitionscontrolling** zu generieren (siehe Abb. 7). So werden beispielsweise Abschreibungen, Rückstellungen etc. in der Investitionstheorie nicht betrachtet, da sie keine pagatorischen Bezüge aufweisen. Sie sind empirisch nicht nachprüfbar, sondern unterliegen gesetzlichen Bewertungsgrundsätzen im Sinne des vorsichtigen Kaufmanns (Vorsichtsprinzip) und den sich daraus ergebenden Konsequenzen in der ungleichen Bewertung des Vermögens und der Schulden (Imparitätsprinzip).



Kontenklasse	Kontenplan	Investitionsmodell
CO011	Zuschuss	-
CO012	Sonderprogramme	-
CO013	Eigene Einnahmen	+
CO014	Drittmittel	+
CO021	Personalkosten	+
CO022	Sachkosten	+
CO023	Gebäude- und flächenbezogene Kosten	+
CO024	Geräte- und Sachinvestitionen bis 410 €	+
CO031	Abschreibungen HGB	-
CO032	Leistungsverrechnung	-
CO033	Umlage intern	-
CO034	Umlage Gebäudekosten	-
CO035	Umlage extern	-

Überleitung →

Abb. 7: Zahlungsbereinigter Kontenplan

Bei der Buchung von Belegen ist objektorientiert vorzugehen. Das heißt, dass Einnahmen und Ausgaben den Produkten zuzuordnen sind:

- **Vorprodukt I** der Herbarbeleg-Digitalisierung umfasst die Metadatenerfassung in den Herbarien. Erfolgen die Buchungen stellenbezogen, können dadurch die tatsächlichen Werte den Standorten (Stellen) zugeordnet werden.
- **Vorprodukt II** der Herbarbeleg-Digitalisierung umfasst die Bilddatenerfassung. Entsprechend können die hierbei entstehenden und anfallenden Einnahmen und Ausgaben separiert werden, wenn auf den Buchungen die Stelle „Digitalisierungsfabrik“ vermerkt wird.

Für die Betrachtung des aus beiden Vorprodukten entstehenden **Endprodukts** ist die **Kostenzuordnung** kaum relevant. In Vorhaben zur Digitalisierung von Herbarbelegen sind dennoch Fragen der Kostenspaltung zu klären, um leistungsstellen- und produktartenbezogene Aussagewerte zu generieren. Beispielsweise ist die Zuordnung von Transportkosten zu einem Produkt durchaus zweischneidig. Einerseits verursachen die liefernden Stellen die Höhe der Transportkosten, andererseits entstehen die Kosten nur, um das Vorprodukt II zu erstellen. In der vorliegenden Konzeption der Szenarien sind die Planwerte der Transportkosten dem Endprodukt nach dem **Identitätsprinzip** zugeordnet worden (siehe Kapitel 5.2), weil die Kosten auf die dispositive Entscheidung (der Externalisierung), also dem Entstehungszusammenhang, zurückzuführen sind (siehe dazu *Riebel* 1990, S. 75 ff.). Hierzu heißt es (ebenda): „Zeigt es sich, daß ein Güterverzehr nicht mit der Entstehung nur eines, sondern mehrerer Leistungsgüter (Einheiten oder Arten) gekoppelt ist, dann kann er auch nur der Gesamtheit dieser entstandenen Leistungsgüter (Einheiten oder Arten) eindeutig zugerechnet werden, nicht aber den einzelnen Leistungseinheiten oder Leistungsarten.“

Fasst man entsprechend dem Identitätsprinzip die Planwerte zusammen, ergeben sich in den Szenarien die in den folgenden Tabellen berechneten produktbezogenen **Investitionsplanungen**. In  $S_1$  beläuft sich die Investitionssumme für das Endprodukt auf 2.052.275 € wovon 83,8 % auf Personalkosten entfallen (siehe Tab. 10). Die prozentuale Relation zwischen Personalkosten und Sachkosten verhält sich in allen Szenarien bei ca. 80 % (siehe Tab. 12 und Tab. 14) und erweist sich damit als verhältnismäßig stabile

Kostenspaltung in Digitalisierungsprojekten. Wie bereits erwähnt, wird dabei angenommen, dass Raum- und Telefonkosten in den Herbarien kostenfrei zur Verfügung gestellt werden. Gegebenenfalls sind hierfür zusätzliche Mittel anzusetzen. Des Weiteren könnten Eigenleistungen der Herbarien, wie z. B. Personalkosten der Gesamt-Projektleitung, angesetzt werden.

Kostenart	H <sub>1</sub> (€)	Fabrik (€)	Endprodukt (€)	in % vom IV
Wissenschaftliches Personal (befristet)	288.905	288.905	577.810	
Nichtwissenschaftliches Personal	0	121.735	121.735	
Hiwis	1.019.520	0	1.019.520	
Personalkosten	1.308.425	410.640	1.719.065	83,8 %
Dienstreisen, Exkursionen	10.000	10.000	20.000	
Büro- und Geschäftsbedarf	11.000	89.000	100.000	
Post- und Fernmeldegebühren	0	6.000	6.000	
Werkverträge				
davon IT-Dienstleistungen	5.000	10.000	15.000	
davon Transportkosten	0	20.320	20.320	
davon Rechts- und Beratungskosten	10.000	10.000	20.000	
Sonstige Sachausgaben	10.000	10.000	20.000	
IuK	15.000	68.000	83.000	
Hausbewirtschaftung	0	15.320	15.320	
Mieten	0	23.570	23.570	
Geräte- und Sachinvestitionen bis 410 €	5.000	5.000	10.000	
Sachkosten	66.000	267.210	333.210	16,2 %
Investitionsvolumen (IV)	1.374.425	677.850	2.052.275	100 %

Tab. 10: Investitionsvolumen – Szenario 1

Den Investitionsplanungen stehen Planungen hinsichtlich der Finanzierung gegenüber, die sich über dem Gesamtzeitraum von fünf Jahren erstrecken. Die **Finanzplanung** bemisst die einzuwerbenden öffentlichen Mittel in Abhängigkeit ihres zeitlichen Anfalls. So fallen Mittel zur Finanzierung der Büro- und Geschäftsausstattung und der Informations- und Kommunikationstechnik (IuK) nur im ersten Jahr an. Andere Mittel verteilen sich auf den 5-Jahreszeitraum proportional (siehe Tab. 11, Tab. 13 und Tab 15).

Kostenart	Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 4	Jahr 5
Wissenschaftliches Personal (befristet)	115.562	115.562	115.562	115.562	115.562
Nichtwissenschaftliches Personal	24.347	24.347	24.347	24.347	24.347
Hiwis	203.904	203.904	203.904	203.904	203.904
Personalkosten	343.813	343.813	343.813	343.813	343.813
Dienstreisen, Exkursionen	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Büro- und Geschäftsbedarf	100.000	0	0	0	0
Post- und Fernmeldegebühren	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
Werkverträge					
davon IT-Dienstleistungen	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
davon Transportkosten	4.064	4.064	4.064	4.064	4.064
davon Rechts- und Beratungskosten	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Sonstige Sachausgaben	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
IuK	83.000	0	0	0	0
Hausbewirtschaftung	3.064	3.064	3.064	3.064	3.064
Mieten	4.714	4.714	4.714	4.714	4.714
Geräte- und Sachinvestitionen bis 410 €	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Sachkosten	213.042	30.042	30.042	30.042	30.042
Finanzierungssummen	556.855	373.855	373.855	373.855	373.855

Tab. 11: Finanzierungsplan – Szenario 1

Kostenart	H <sub>1</sub> (€)	H <sub>2</sub> (€)	Fabrik (€)	Endprodukt (€)	in % vom IV
Wissenschaftliches Personal (befristet)	577.810	144.480	288.960	991.250	
Nichtwissenschaftliches Personal	0	0	243.600	243.600	
Hiwis	3.058.560	509.760	0	3.568.320	
Personalkosten	3.636.370	654.240	532.560	4.803.170	79,4 %
Dienstreisen, Exkursionen	20.000	10.000	20.000	50.000	
Büro- und Geschäftsbedarf	30.000	11.000	345.000	386.000	
Post- und Fernmeldegebühren	0	0	6.000	6.000	
Werkverträge					
davon IT-Wartungskosten	5.000	5.000	15.000	25.000	
davon Transportkosten	0	0	416.320	416.320	
davon Rechts- und Beratungskosten	10.000	10.000	10.000	30.000	
Sonstige Sachausgaben	10.000	10.000	10.000	30.000	
luK	34.000	15.000	144.000	193.000	
Hausbewirtschaftung	0	0	33.760	33.760	
Mieten	0	0	51.935	51.935	
Geräte- und Sachinvestitionen bis 410 €	5.000	5.000	5.000	15.000	
Sachkosten	114.000	66.000	1.057.015	1.237.015	20,6 %
Investitionsvolumen (IV)	3.750.370	720.240	1.589.563	6.060.173	100 %

Tab. 12: Investitionsvolumen – Szenario 2

Kostenart	Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 4	Jahr 5
Wissenschaftliches Personal (befristet)	198.250	198.250	198.250	198.250	198.250
Nichtwissenschaftliches Personal	48.720	48.720	48.720	48.720	48.720
Hiwis	713.664	713.664	713.664	713.664	713.664
Personalkosten	960.634	960.634	960.634	960.634	960.634
Dienstreisen, Exkursionen	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
Büro- und Geschäftsbedarf	386.000	0	0	0	0
Post- und Fernmeldegebühren	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
Werkverträge					
davon IT-Dienstleistungen	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
davon Transportkosten	83.264	83.264	83.264	83.264	83.264
davon Rechts- und Beratungskosten	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
Sonstige Sachausgaben	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
luK	193.000	0	0	0	0
Hausbewirtschaftung	6.752	6.752	6.752	6.752	6.752
Mieten	10.387	10.387	10.387	10.387	10.387
Geräte- und Sachinvestitionen bis 410 €	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Sachkosten	710.603	131.603	131.603	131.603	131.603
Finanzierungssummen	1.671.237	1.092.237	1.092.237	1.092.237	1.092.237

Tab. 13: Finanzierungsplan – Szenario 2

Kostenart	H <sub>1</sub> (€)	H <sub>2</sub> (€)	H <sub>3</sub> (€)	Fabrik (€)	Endprodukt (€)	in % vom IV
Wissenschaftl. Personal (befr.)	577.810	144.480	866.715	288.960	1.877.965	
Nichtwissenschaftl. Personal	0	0	0	243.600	243.600	
Hiwis	3.058.560	509.760	4.078.080	0	7.646.400	
Personalkosten	3.636.370	654.240	4.944.795	532.560	9.767.965	80,8%
Dienstreisen, Exkursionen	20.000	10.000	30.000	20.000	80.000	
Büro- und Geschäftsbedarf	30.000	11.000	40.000	685.000	766.000	
Post- und Fernmeldegebühren	0	0	0	6.000	6.000	
Werkverträge						
davon IT-Wartungskosten	5.000	5.000	5.000	15.000	30.000	
davon Transportkosten	0	0	0	944.320	944.320	
davon R.- u. Beratungskst.	5.000	5.000	5.000	5.000	20.000	
Sonstige Sachausgaben	10.000	10.000	10.000	10.000	40.000	
luK	34.000	15.000	44.000	194.000	287.000	
Hausbewirtschaftung	0	0	0	53.760	53.760	
Mieten	0	0	0	80.305	80.305	
Geräte- u. Sachinvest. > 410 €	10.000	10.000	10.000	10.000	40.000	
Sachkosten	114.000	66.000	144.000	2.023.385	2.347.385	19,2%
Investitionsvolumen (IV)	3.750.370	720.240	5.088.795	2.555.945	12.115.350	100%

Tab. 14: Investitionsvolumen – Szenario 3

Kostenart	Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 4	Jahr 5
Wissenschaftliches Personal (befristet)	375.593	375.593	375.593	375.593	375.593
Nichtwissenschaftliches Personal	48.720	48.720	48.720	48.720	48.720
Hiwis	1.529.280	1.529.280	1.529.280	1.529.280	1.529.280
<b>Personalkosten</b>	<b>1.953.593</b>	<b>1.953.593</b>	<b>1.953.593</b>	<b>1.953.593</b>	<b>1.953.593</b>
Dienstreisen, Exkursionen	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000
Büro- und Geschäftsbedarf	766.000	0	0	0	0
Post- und Fernmeldegebühren	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
Werkverträge					
davon IT-Dienstleistungen	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
davon Transportkosten	188.864	188.864	188.864	188.864	188.864
davon Rechts- und Beratungskosten	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Sonstige Sachausgaben	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
luK	287.000	0	0	0	0
Hausbewirtschaftung	10.752	10.752	10.752	10.752	10.752
Mieten	16.061	16.061	16.061	16.061	16.061
Geräte- und Sachinvestitionen bis 410 €	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
<b>Sachkosten</b>	<b>1.311.877</b>	<b>258.877</b>	<b>258.877</b>	<b>258.877</b>	<b>258.877</b>
<b>Finanzierungssummen</b>	<b>3.265.470</b>	<b>2.212.470</b>	<b>2.212.470</b>	<b>2.212.470</b>	<b>2.212.470</b>

Tab. 15: Finanzierungsplan – Szenario 3

Selbstverständlich ist das Investitionscontrolling nicht auf Jahresbeträge beschränkt. Es kann ein Projekt-Reporting auf Monatsebene etabliert werden. So ist auch die monetär-wirtschaftliche Sichtweise in das Reporting zu integrieren. Das Controlling der IT, Qualität, Mengen und Zeiten spielt eine außerordentlich wichtige Rolle in der kurzfristigen Steuerung des Investitionsvorhabens, da sie erhebliche Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit ausüben. Grundsätzlich ist deshalb neben dem hier aufgezeigten wirtschaftlichen Controlling ein **Reporting** für das **Monitoring** der Technik empfehlenswert, dass sich am folgend dargestellten Grundmodell orientieren kann (siehe Tab. 16; siehe hierzu auch *Wallenreiter/Knolle/Krause 2010, S. 10 ff.*).

Technisches Controlling	Monat 1		Kumuliert	
	Plan	Ist	Plan	Ist
<b>Zeiten</b>				
Durchlaufzeit WA-WE (Herbarium)				
Durchlaufzeit WE-WA (Fabrik)				
Metadatenerfassung (pro Min.)				
...				
<b>Qualität</b>				
Durchschnittliche Auflösung (dpi)				
Durchschnittliche Farbechtheit				
Durchschnittliche Beleuchtung (lux)				
...				
<b>IT</b>				
Storage (TB)				
...				
<b>Mengen</b>				
Verpackungsmenge (Herbarium)				
Produktionsmenge (Fabrik)				
...				

Tab. 16: Technisches Jahres-Controlling

## 7 Ergebnisse

In  $S_1$  ergibt sich das Ergebnis, dass sich bei der Produktion von einer Million Digitalisaten die Kosten auf 2.052.275 € summieren. Das bedeutet, dass sich die Kosten pro Beleg auf 2,05 € belaufen würden, wenn die technischen Anlagen und Durchlaufzeiten unter den definierten Geschäftsprozessen angewendet werden. Die Reduzierung der digitalen Belegkosten ist somit nahezu um den Faktor 10 realisierbar, was das generelle Forschungsziel von Herbar Digital darstellt (siehe Kapitel 1). Eine **Marktanalyse** ergab,

dass 5 Herbarien das Kriterium „1 Mio. Herbarbelege“ erfüllen und somit eigenständige Digitalisierungsvorhaben initiieren könnten, sofern Drittmittel eingeworben werden (vgl. *Jaspersen* 2008b, S. 13). Nichtsdestotrotz können auch mittlere und kleinere Herbarien kooperieren, um den Schwellenwert von „1 Mio. Herbarbelegen“ zu erreichen und somit wirtschaftliche Digitalisierungsvorhaben unter vergleichbaren technischen Bedingungen einleiten zu können. Werden Kooperationen wie in S<sub>2</sub> oder S<sub>3</sub> angestrebt, dann ergeben sich Kennzahlen folgender Größenordnungen:

- In S<sub>2</sub> reduzieren sich die Digitalisatskosten auf 1,21 € (Berechnung: 6.060.173/5.000.000).
- S<sub>3</sub> weist ebenfalls Stückkosten von 1,21 € aus (Berechnung: 12.115.350/10.000.000).

Obwohl die Anzahl der Digitalisate in S<sub>3</sub> nochmals verdoppelt wurde, lassen sich keine weiteren Degressionseffekte simulieren. Warum und ob dies so ist, ließe sich ggf. in weiteren Szenarien näher untersuchen. Kostenreduzierungen sind je nach Szenario noch durch das Konzept der **Desinvestition** zu erzielen. Bei Rundtischen, Kameras und anderen Betriebsmitteln ist grundsätzlich davon auszugehen, dass diese auch nach Projektabschluss noch Marktwerte aufweisen. Überschüssige Objekte, die in einer Umlaufdigitalisierung von den Kooperationspartnern keine Verwendung finden würden, können insofern veräußert werden.

Vergleicht man die Ergebnisse der Szenariorechnung mit dem laufenden Projekten in Berlin und Paris (siehe Tab. 17), dann kann zunächst festgestellt werden, dass unter den technischen Gegebenheiten dieser Szenariorechnung keine finanziellen Verhältnisse wie im Pariser Digitalisierungsprojekt realisierbar erscheinen (ca. 1 € pro Digitalisat). Der wesentliche Unterschied ist in den kostenintensiven Prozessen zur Metadatenerfassung zu finden.

Vergleichskennzahlen	Berlin	Paris	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Kosten Typusbelege	15 €	Unbekannt	2,05 €	1,21 €	1,21 €
Kosten Nicht-Typusbelege	-	1 €			
Auflösung (dpi)	600	150	Variabel	Variabel	Variabel
Projektdauer (in Jahren)	111	3	5	5	5
Herbarbelege (Nicht-Typus/Typus)	4 Mio.	9 + 2 Mio.	1 Mio.	5 Mio.	10 Mio.
Metadaten	komplett	keine	3	3	3

Tab. 17: Ergebnisanalyse

Mit dem hier verfolgten Lösungsansatz bewegen sich die Gesamtkosten und die Projektdauer in einem realisierbaren Umfang und es ist neben der anspruchsvollen Bilddigitalisierung ein Mindestdatensatz zur Weiterbearbeitung enthalten. So kann einerseits mithilfe der Datenbank das Bild-Digitalisat betrachtet werden, der Herbarbeleg physisch lokalisiert werden und eine erste digitale Filterung der Metadaten vorgenommen werden. Des Weiteren liefert die Datenbank eine Basis für die Anwendung von Methoden der **Bild- und Zeichenerkennung** (siehe hierzu *Steinke* 2009; *Dzido/Gehrke/Steinke* 2009) in der täglichen, wissenschaftlichen Forschung am Herbarbeleg, was zugleich einen Ansatzpunkt weiterer Forschungen in diesem Feld bildet. Die Anwendungsmöglichkeiten digitaler Datenbestände sind immens, stellen sie doch valides empirisches Datenmaterial dar, wie sie beispielsweise in Untersuchungen zur Vegetation benötigt werden.

## 8 Danksagungen

Wir danken dem Botanischen Garten / Botanischen Museum in Berlin-Dahlem für das Interesse an der Themenstellung. Mit dem hier vorgestellten Lösungsansatz wird der Forschungsschwerpunkt „Herbar Digital“ in seinen technischen und wirtschaftlichen Perspektiven zu einer Gesamtsicht vereint. Herbarien erhalten damit einen Überblick über Methoden der Projektierung im Bereich der Herbarbeleg-Digitalisierung. An der Entstehung des Beitrags waren insbesondere Studierende der Betriebswirtschaft und Wirtschaftsinformatik der Hochschule Hannover beteiligt. Den Studierenden Kiril Farbarzevics, Ekaterina Iglinskaya, Xenia Gabelko und Torsten Pfeffer sind wir zu besonderem Dank verpflichtet.

# Literaturverzeichnis

- Blohm, H.; Lüder, K.; Schaefer, C.: Investition, 10. Auflage, München 2012.
- BMF – Bundesfinanzministerium für Finanzen (Hrsg.): Personalkostensätze für Kostenberechnungen/Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen, Bonn 2011.  
URL: <http://www.olev.de/p/DE-BMF-Personalkostensaetze-2010.pdf>, letzter Abruf: 20.02.2013.
- Dassault Systèmes Deutschland GmbH (Hrsg.): Kundenbericht Akademie: Hochschule Hannover, URL: [http://f2.hs-hannover.de/fileadmin/media/doc/f2/fa/Herbar\\_Digital/7942-2\\_DS\\_UnivHannover\\_German\\_CaseStudy\\_Sep26.pdf](http://f2.hs-hannover.de/fileadmin/media/doc/f2/fa/Herbar_Digital/7942-2_DS_UnivHannover_German_CaseStudy_Sep26.pdf), Abruf: 26.02.13, Stuttgart 2012.
- Deutscher Museumsbund e. V. (Hrsg.): Standards für Museen, Kassel/Berlin 2006.
- Dzido, R.; Gehrke, M.; Steinke, K.-H.: Erkennung von Schreibern mittels handgeschriebener Buchstaben, URL: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:960-opus-2858>, Abruf: 26.02.13, Hannover 2009.
- Eicke, C.; Krause, M.: Das Herbar Digital Referenzmodell zur Digitalisierung von Herbarbelegen, in: Clasen, M. et al. (Hrsg.): Informationstechnologie für eine nachhaltige Landwirtschaft, Referate der 32. GIL-Jahrestagung, Freising 2012, S. 67 ff.
- Eicke, C.: Erstellung eines Referenzmodells zur Digitalisierung von Herbarbelegen, unveröffentlichte Bachelor-Arbeit, Hannover 2011.
- Eicke, C.: Erstellung eines Referenz-Vorgehensmodells für die Externalisierung von Digitalisierungsvorgängen in Herbarien, unveröffentlichte Master-Arbeit, Hannover 2012.
- Eicke, C.; Krause, M.; Täschner, M.: Das Herbar Digital Vorgehensmodell – Ein Referenz-Vorgehensmodell zur Automatisierung und Externalisierung von Digitalisierungsvorgängen in Herbarien, Hannover 2013.
- Geese, F.; Potthast, A.: Systemlösung zum Digitalisieren von Herbar-Belegen, URL: [http://f2.hs-hannover.de/fileadmin/media/doc/f2/fa/Herbar\\_Digital/Info\\_Herbar\\_Version8\\_Links.pdf](http://f2.hs-hannover.de/fileadmin/media/doc/f2/fa/Herbar_Digital/Info_Herbar_Version8_Links.pdf), Abruf: 26.02.13, Hannover 2012.
- Granzow de la Cerda, I.; Beach, J.: Semi-automated workflows for acquiring specimen data from label images in herbarium collections, in: Taxon, Nr. 59, 2010, S. 1830 ff.
- Jaspersen, T.: Investition, München 1997.
- Jaspersen, T.: Kostenanalyse zur Digitalisierung von Herbarbelegen im Botanischen Garten/Botanischen Museum in Berlin-Dahlem, URL: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:960-opus-2575>, Abruf: 08.02.13, Hannover 2008a.
- Jaspersen, T.: Produkt- und Marktanalyse für das Automationssystem Herbar Digital, URL: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:960-opus-2566>, Abruf: 26.02.13, Hannover 2008b.
- Jaspersen, T.; Krause, M.; Steinke, K.-H.: Forschungsprojekt Herbar Digital - Rationalisierung der Virtualisierung von botanischen Belegmaterial und deren Verwendung durch Prozessoptimierung und -automatisierung. Zwischenbericht: Forschungsjahr 07/2007 - 06/2008, URL: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:960-opus-2516>, Abruf: 26.02.13, Hannover 2009.
- Jaspersen, T.; Täschner, M.: Controlling, 4. Auflage, München 2012.
- Krause, M.: Entwurf eines Soll-Prozessmodells für die Verwaltung von Herbarbelegen im Botanischen Garten/ Botanischen Museum in Berlin-Dahlem, URL: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:960-opus-2546>, Hannover 2008.
- Küpper, H.-U.: Investitionstheoretische Fundierung der Kostenrechnung, in: ZfbF (37) Heft 1, S. 26 ff.
- Mahmoud, M.; Liu, Y.; Hartmann, H.; et al.: A formal framework for scenario development in support of environmental decision-making, in: Environmental Modelling & Software, 24, 2009, S. 798 ff.
- NISO – National Information Standards Organisation: Understanding Metadata, Bethesda 2001.
- Potthast, A.: Gesamtlösung für das Scannen von Herbar-Belegen, URL: [http://f2.hs-hannover.de/fileadmin/media/doc/f2/fa/Herbar\\_Digital/Gesamtloesung\\_neu2.pdf](http://f2.hs-hannover.de/fileadmin/media/doc/f2/fa/Herbar_Digital/Gesamtloesung_neu2.pdf), Abruf: 26.02.13, Hannover 2012.
- Riebel, P.: Einzelkosten- und Deckungsbeitragsrechnung, 6. Auflage, Wiesbaden 1990.

- Schoemaker, P.: Scenario Planning: A Tool for Strategic Thinking, in: Sloan Management Review, Winter 1995, 36, 2, S. 25-40.
- Steinke, K.-H.: Lokalisierung von Schrift in komplexer Umgebung, URL: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:960-opus-2838>, Abruf: 26.02.13, Hannover 2009.
- Täschner, M.; Jaspersen, T.: Die Balanced Scorecard als Führungsinstrument zur Herbarbeleg-Digitalisierung, URL: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:960-opus-4036>, Abruf: 08.02.13, Hannover 2012a.
- Täschner, M.; Jaspersen, T.: Die Prozesskostenrechnung als Kosten- und Leistungsmanagement der Herbarbeleg-Digitalisierung, URL: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:960-opus-4046>, Abruf: 08.02.13, Hannover 2012b.
- Täschner, M.; Wendehorst, S.; Jaspersen, T.: Die Sammlung, Archivierung und Digitalisierung von Botanischen Belegen als Wertschöpfungskette, URL: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:960-opus-3147>, Abruf: 26.02.13, Hannover 2010.
- Wallenreiter, D.; Knolle, C.; Krause, M.: Ein Kennzahlensystem für die Digitalisierung von Herbarbelegen im Botanischen Garten und Botanischen Museum Berlin-Dahlem, <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:960-opus-3114>, Abruf: 26.02.13, Hannover 2010.
- Wiendahl, P.: Betriebsorganisation für Ingenieure, 7. Auflage, München 2010.