

Seminararbeit

Thema:

Continuous Delivery

Stefan Kruk

geboren am 14.08.1992

Matr.-Nr.: xxxxxxxx

An der Fachhochschule Dortmund im Fachbereich Informatik erstellte

Seminararbeit

im Studiengang Softwaretechnik (Dual)

Betreuer: Dr. Kim Lauenroth

Fachbereich Informatik

Dortmund, 24. Juni 2016

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	iii
Tabellenverzeichnis	iv
1 Einleitung	1
1.1 Grundlagen	1
1.2 Problemstellung	2
1.3 Ziel der Arbeit	3
2 Systematische Literaturrecherche	5
2.1 Auswahlkriterien und Suchbegriffe	5
2.1.1 Inhaltliche Auswahlkriterien	5
2.1.2 Inhaltliche Ausschlusskriterien	5
2.1.3 P.I.C.O.C.	6
2.1.4 Suchbegriffe	7
2.1.5 Zusätzliche Anmerkungen zur Recherche	8
2.2 Quellen und Suchanfragen	9
2.2.1 Suchstring	9
2.2.2 Quellen	10
2.2.3 Gewählte Quellen	11
2.3 Ergebnisse der Recherche	11
3 Continuous Delivery	12
3.1 Warum Continuous Delivery?	12
3.1.1 Die Entwickler	13
3.1.2 Das Unternehmen	14
3.2 Voraussetzungen für Continuous Delivery	14
3.3 Continuous Integration	15
3.4 Continuous Delivery Pipeline	16
3.5 Werkzeuge von Continuous Delivery	16
3.6 Einführung von Continuous Delivery	17
4 Zusammenfassung und Ausblick	19
4.1 Zusammenfassung	19
4.2 Kritische Reflektion	20
4.3 Ausblick	20
Literaturverzeichnis	22

A Anhang	23
A.1 Rechercheprotokoll	24

Abbildungsverzeichnis

3.1	Continuous Integration	15
3.2	Continuous Delivery Pipeline	17

Tabellenverzeichnis

A.1	IEEEXplore	24
A.2	Google Scholar	26

Kapitel 1

Einleitung

In diesem Kapitel werden zunächst die Grundlagen erläutert, welche für das Verständnis dieser Arbeit notwendig sind. Außerdem werden in den Grundlagen alle wichtigen Begriffe erklärt, die zum Verständnis des Themas beitragen und notwendig sind. Anschließend wird auf die zugrundeliegende Problemstellung eingegangen und darauf aufbauend auf das Ziel der Arbeit.

1.1 Grundlagen

Grundsätzlich ist das in dieser Arbeit behandelnde Thema für jede Person mit einer allgemeinen Informatik-ausbildung ohne weiteres zu verstehen. Es kann bei dieser Personengruppe, die Kenntnisse über grundsätzlichen Prozess einer Softwareentwicklung vorausgesetzt werden. Zudem kann vorausgesetzt werden, dass jede Person dieser Gruppe, der englischen Sprache mächtig ist. Trotzdem soll im weiteren Verlauf einige Begriffe genauer erklärt werden.

Time-to-Market

Unter dem Begriff Time-to-Market wird die Zeit von der Produktentwicklung bis zur Auslieferung auf dem Markt verstanden.¹ In dieser Zeit müssen Kosten für die Erstellung/Entwicklung aufgebracht werden, es wird in dieser Zeit jedoch keine Umsätze erzeugt. Daher strebt jedes Unternehmen eine möglichst geringe Time-to-Market Zeit an. Insbesondere wenn es um Wettbewerb geht, muss diese Zeit kurz gehalten werden.

Delivery

Delivery (zu deutsch Ausliefern) beschreibt das Ausliefern (das Verteilen) von Artefakten. Dabei kann das Artefakt eine ganze Applikation oder nur ein Service in einer Service Orientierten Architektur sein.

Deployment

Unter Deployment (zu deutsch Softwareverteilung) versteht man das installieren, eines Artefaktes. Auch hier kann ein Artefakt eine ganze Applikation oder nur ein Service sein.

¹Vergleich mit [2]

Software-as-a-Service (SaaS) „Das Modell der Software-as-a-Service (SaaS) ist Teil des großen Konzeptes „Cloud-Computing“. SaaS ist dem Konzept des Application-Service-Provider (ASP) sehr ähnlich ist und funktioniert, indem der Kunde eine bereitgestellten Software-Anwendungen online nutzen kann, wie eine Art Dienstleistung. Für die Nutzung der Anwendung zahlt er Gebühren an den Provider, der die Software für ihn bereitstellt. Der Kunde kann hierbei einen monatlichen Betrag wählen oder die Software on Demand, also je nach Bedarf, nutzen und zahlen.“[7]

1.2 Problemstellung

Durch fortschreitende Technologien, werden Arbeitsabläufe immer automatisierter. Dadurch wird die Zeitspanne für Time-to-Market immer relevanter und kürzer, wodurch der Wettbewerbsdruck wächst. Daher ist es wichtig eine kurze TTM zu haben.

fiktives Beispiel

Eberhard Wolff beschreibt in [12, S. 2 ff.] einen Fall eines fiktiven E-Commerce Unternehmens. Das Unternehmen hatte nur eine große Software, den E-Commerce Shop. Durch neue Angebote und das dauerhaft ändernde Interesse der Kunden mussten neue Funktionen regelmäßig und in möglichst kurzen abständen dem Kunden zugänglich gemacht werden. Dies wurde jedoch durch die Tatsache behindert, dass die Software über die Jahre gewachsen ist und das erneute Ausliefern der Software für eine Funktion sich nicht lohnte. Daher wurde nur einmal im Monat neu Deployed. Der Prozess wurde außerdem dadurch behindert, dass die Qualitätssicherung zwar ein Teil der Softwareentwicklung war, jedoch Tests nur manuell ausgeführt worden sind, wodurch regelmäßig Fehler übersehen wurden.

die Software wurde schließlich mit Fehlern ausgeliefert und es stellte sich erst am nächsten Tag, oder schlimmer nach einer Woche, heraus, dass sie nicht einwandfrei funktionierte. Entwickler mussten ihre Arbeit unterbrechen und den Fehler finden und beheben. Da jedoch ein wenig Zeit vergangen ist, seit dem die Entwickler an diesem Teil des Codes gearbeitet haben, müssen sie sich erst wieder einarbeiten, bis sie den Fehler finden und beheben können.

Das Unternehmen hatte eine große TTM-Zeit und dadurch hohe Kosten. Zusätzlich entstehen fehlerhafte Releases wodurch zusätzliche Kosten bzw. Einbußen entstehen.

Reales Beispiel

Als Reales Beispiel dient das Unternehmen *Rally Software*.

“When Rally Software was founded in April 2002 the engineering strategy was to ship code early and often. The company founders had been successfully practicing Agile and Scrum, with its well-known patterns of story planning, sprints, daily stand-ups and retrospectives. They adopted an eight week release cadence that propelled the online software as a service (SaaS) product forward for more than seven years.”[10]

Weiter steht in [10]: Rally Software deployed alle acht Wochen Code in Ihre SaaS Umgebung. Sieben der acht Wochen wird für die Ausführung des planning-sprint cycles genutzt und die verbleibende Woche für das 'härten' des Codes. Hiermit ist die Testphase gemeint. Dabei klicken sich alle Angestellten durch die Anwendung auf der Suche nach Fehlern. Wurde ein Fehler gefunden, wird dieser direkt an die Entwicklungsabteilung gegeben. Die wiederum versuchten den Fehler so schnell wie möglich zu beheben. Ist der Release Zeitpunkt gekommen, werden die Datenbanken manuell migriert und die komprimierten WAR Dateien durch das Netzwerk kopiert.

“If anything went wrong we could lose a [day] to fix the failure.”[10]

Am nächsten Tag standen die Entwickler früh im Büro, noch bevor der erste user-traffic-spike, war um die Software zu überwachen.

“After a successful release Rally would celebrate. The event was recorded for history with a prized release sticker and the eight week cycle began again.”[10]

Dieses Beispiel verdeutlicht sehr stark, was das ausführen von manuellen Tests bewirken kann und wie glücklich die Mitarbeiter sind, wenn ein Release ohne Fehler durchgeführt wurde.

1.3 Ziel der Arbeit

In dieser Arbeit soll Continuous Delivery genauer erläutert und dabei folgende Leitfragen beantwortet werden:

1. Was ist Continuous Delivery?
2. Warum sollte man Continuous Delivery einsetzen?
3. Welche Voraussetzungen müssen gegeben sein, um Continuous Delivery einzusetzen?
4. Was ist Continuous Integration und wie gehört es zu Continuous Delivery?
5. Was ist eine Continuous Delivery Pipeline?
6. Welche Werkzeuge werden benötigt für die Verwendung von Continuous Delivery?
7. Wie kann man Continuous Delivery in ein bestehenden Entwicklungsprozess einbinden?

Die erste Leitfrage soll den Begriff Continuous Delivery erläutern. In diesem Zusammenhang wird zunächst einmal der Begriff *Continuous Integration* eingeführt und mit der vierten Leitfrage genauer erläutert. Zudem wird erläutert welche Ziele mit Continuous Delivery verfolgt werden sollen.

Darauf aufbauend wird geklärt warum Continuous Delivery eingesetzt werden soll. Konkret werden die Vorteile von Continuous Delivery anhand von Realen Situationen dargelegt und erläutert. Zudem wird erläutert, welche Vorteile sowohl Entwickler, als auch das Unternehmen selbst, von dem Schritt, den Entwicklungsprozess auf Continuous Delivery umzustellen, haben.

Anschließend soll die dritte Leitfrage geklärt werden. Es wird erläutert, welche Voraussetzungen gegeben sein müssen, bzw. welche Schritte notwendig sind, damit Continuous Delivery eingeführt werden kann.

Nachdem erläutert wurde was Continuous Delivery ist, warum ein Unternehmen die Softwareentwicklung auf diesen Prozess umstellen sollte und welche Voraussetzungen dafür gegeben sein müssen, wird schließlich der Begriff *Continuous Integration* weiter erläutert. Zudem wird genauer dargelegt, wie *Continuous Integration* mit Continuous Delivery zusammenhängt. Es wird außerdem erläutert, in wie weit Tests verändert werden müssen, damit sie in den Continuous Integration Prozess mit aufgenommen werden können.

Mit der fünften Leitfrage wird der Begriff *Continuous Delivery Pipeline* eingeführt und erläutert. Dies wird schließlich an ein Beispiel weiter verdeutlicht.

Da nun ein Verständnis von *Continuous Delivery* vorhanden ist, werden Werkzeuge eingeführt, welche zum Beispiel die Frage genauer erklären: "Was ist ein *Continuous Integration Server*". Zudem wird noch einmal darauf eingegangen wie welche Werkzeuge eingesetzt werden können, um Tests in den Continuous Integration Prozess aufnehmen zu können.

Abschließend soll die Leitfrage geklärt werden, wie ein bestehender Entwicklungsprozess zu Continuous Delivery überführt werden kann.

Kapitel 2

Systematische Literaturrecherche

Die Systematische Literaturrecherche stellt die Basis der Quellen und Informationen, des in Kapitel 3 **Continuous Delivery** vorgestellten Inhalts dar.

In diesem Kapitel wird daher aufgezeigt, wie die herangezogenen Quellen und Informationen ermittelt, welche Auswahl- und Ausschlusskriterien festgelegt wurden und was für Ergebnisse die entsprechenden Suchanfragen gebracht haben.

2.1 Auswahlkriterien und Suchbegriffe

Um die Auswahl der Literaturen zu Filtern, wird zunächst allgemeine Auswahl- und Ausschlusskriterien definiert, mit denen die im **Rechercheprotokoll** angegebenen Suchergebnisse begründet werden. Anschließend wird der Zugrundeliegende Ansatz (P.I.C.O.C.) genauer erläutert und darauf aufbauend Suchbegriffe in Deutsch und Englisch definiert.

2.1.1 Inhaltliche Auswahlkriterien

Folgende Inhaltliche Auswahlkriterien wurden für die Recherche festgelegt: spacing

P1 Dokument ist über oder hat direkten Bezug zu Continuous Delivery

P2 Dokument beschreibt die Einsatzmöglichkeiten von Continuous Delivery

P3 Dokument beschreibt wichtige Technologien für den Einsatz von Continuous Delivery

P4 Dokument kann zum Beantworten der Leitfragen genutzt werden.

Mit Hilfe der Auswahlkriterien wird im **Rechercheprotokoll** die Relevanz der gefundenen Materialien begründet. Sie werden über die Buchstaben a) bis c) referenziert.

2.1.2 Inhaltliche Ausschlusskriterien

Folgende Inhaltliche Ausschlusskriterien wurden für die Recherche festgelegt. spacing

- N1** Dokument ist zu allgemein und/oder hat nur am Rande etwas mit dem Thema zu tun (Bsp.: Enthält den Begriff nur in Referenzen)
- N2** Dokument ist unvollständig.
- N3** Inhalt des Dokumentes muss kostenpflichtig erworben werden oder ist aus anderen Gründen nicht einsehbar
- N4** Inhaltsangabe, Einleitung, Fazit oder Abstract sind nicht Aussagekräftig bzw. lassen keine Hinweise auf den Einsatz oder der Beschreibung von Continuous Delivery zu
- N5** Inhalt trägt nicht zur Beantwortung der Leitfragen bei. (Bsp.: Das Dokument ist ein Erfahrungsbericht, enthält jedoch keine konkreten Erläuterungen oder Verweise auf Dokumente, die den Prozess genauer beschreiben.)
- N6** Dokument ist nicht in Deutsch oder Englisch (Material kann aufgrund der Sprachbarriere nicht verwendet werden)
- N7** Inhalt des Dokumentes muss kostenpflichtig erworben werden oder ist aus anderen Gründen nicht einsehbar.
- N8** Dokument beschreibt wie ein Werkzeug und/oder Framework aufgebaut ist und funktioniert.

Mit Hilfe der Ausschlusskriterien wird im **Rechercheprotokoll** die Irrelevanz der gefundenen Materialien begründet. Sie werden über die Buchstaben d) bis j) referenziert.

2.1.3 P.I.C.O.C.

Die Suchbegriffe werden mit Hilfe des PICOC-Ansatzes (siehe [9]) ermittelt.

Population

Die Population, zu Deutsch etwa "Bevölkerung", beschreibt eine Teilmenge von relevanten Personen, wie Tester, Manager, Novizen oder Experten. Aber auch Applikationsfelder wie IT-Systeme, Command und Control Systeme oder Industrielle Gruppen wie Telekommunikations- oder kleine IT-Unternehmen.

Bezüglich der Population werden hier die sogenannten SStackholder"weggelassen. Da das Thema jedoch stark mit dem Thema DevOp-Teams tangiert, wird hier zusätzlich zu diesem Thema Suchanfragen gestellt. Eine Einschränkung des Thema auf DevOps besteht jedoch nicht.

Intervention

Bei der Intervention handelt es sich um die eingesetzten Methoden, Werkzeugen, Technologien oder Prozeduren für ein bestimmtes Problem. Im Rahmen von Continuous Delivery bedeutet dies, die Werkzeuge die nötig sind um eine Continuous Delivery Pipeline aufbauen und durchführen zu können. Grundlegend sollen Werkzeuge erläutert werden, welche zur Verwaltung, Bauen, Testen und Ausliefern dienen.

Comparison / Vergleich

Der Vergleich (Comparison) beschreibt die Werkzeuge einer Kontrollgruppe, welche mit denen aus der Intervention verglichen werden. Konkret werden die Gruppen aufgrund der TTM verglichen. Anzumerken sei, dass die Vergleichsgruppe ohne einen automatisierten Prozess Softwareprojekte durchführt.

Outcomes / Auswirkung

Bei der Auswirkung soll mit Hilfe von Zahlen und Faktoren der Vergleich erläutert werden zwischen der Intervention und der Kontrollgruppe. Hier kann zum Beispiel die Zeitspanne des Time-to-Market verglichen werden, was wiederum einen Einblick in die Kosten für die Implementierung/Auslieferung eines Produktes/einer Funktion gibt.

Context / Kontext

Der Kontext ist hier die Software-Entwicklung in Bezug auf Aufwand und Kosten der Produktion. Bei Continuous Delivery spielt ebenfalls der Aufbau des Teams eine Rolle. Wie bei der **Population** spielen hier DevOp-Teams eine zentrale Rolle. Zusätzlich sei hier auf **Intervention** und die dortigen Werkzeuge verwiesen.

2.1.4 Suchbegriffe

Im Nachfolgenden sind für jeden, der in Abschnitt **2.1.3 P.I.C.O.C** genannten Aspekte Synonyme in Deutsch und Englisch festgehalten, welche die Basis für die verwendeten Suchanfragen bilden.

Kategorie	Deutsche Begriffe	Englische Begriffe
Population	DevOps	
Intervention	<ul style="list-style-type: none"> • Continuous Delivery • Docker • Jenkins • Deployment • pipeline • DevOps 	
Comparison	<ul style="list-style-type: none"> • Manuel (Deployment) 	
Outcomes	<ul style="list-style-type: none"> • Kosten • Tests • Zeit 	<ul style="list-style-type: none"> • costs • tests • time / duration
Context	<ul style="list-style-type: none"> • Technik • Prinzipien • Praxis • Anwendung 	<ul style="list-style-type: none"> • techniques • principles • practice • usage

Der Begriff Deploy-

ment ist sowohl in Intervention und Comparison, da dieser ein zentraler Begriff in beiden Mengen ist und unterschiedlich verwendet werden kann.

2.1.5 Zusätzliche Anmerkungen zur Recherche

Für diese Arbeit wurden zusätzlich folgenden Einschränkungen, für die Durchführung der systematischen Suche festgelegt:

Zugänglichkeit Materialien müssen entweder öffentlich oder für den Personenkreis, für die diese Arbeit angefertigt wird, ohne weitere Einschränkungen, wie ein notwendiges Login, zugänglich sein. da ansonsten der Beschaffungsaufwand zu hoch ist und die Materialien nicht für andere Studenten bzw. den Dozenten zugänglich wären.

Auswahl der Materialien Materialien werden anhand der Inhaltsübersicht, Einleitung, Fazit oder eines Abstracts ausgewählt, da ein einlesen in einzelne Kapitel zu viel Zeit beanspruchen würde.

Suchergebnisse Bei auffinden von Großen Mengen bei der Suche, wird zunächst versucht durch eventuelle Filtermöglichkeiten, die Relevanz der Materialien zu ordnen und die ersten 20 Resultate begutachtet. Dabei wird die Qualität der Ordnung und die Effizienz des zugrunde liegenden Algorithmus der Suchmaschine überlassen. Sollten keine Filtermöglichkeiten vorhanden sein, wird anhand der Kurzbeschreibungen und der Titel die ersten 20 besten Treffer ausgewählt.

2.2 Quellen und Suchanfragen

2.2.1 Suchstring

In Abschnitt 2.1.4 **Suchbegriffe** wurden Suchbegriffe festgelegt, auf denen die Literaturrecherche basiert. Diese werden zu nächst mit einem "ODER" bzw. "OR" verknüpft. Im Zweiten Schritt werden die Suchbegriffe mit einem "UND" bzw. "ÄND" verknüpft.

Da bestimmte Begriffe mit verschiedenen Kontexte in Verbindung gebracht werden können. Wird zunächst ein Suchstring aufgebaut, der als Erstes Element ("Continuous Delivery" OR "Deployment") besitzt. Nachfolgend werden nun die einzelnen Suchstrings aufgelistet, die verwendet wurden, um die systematische Literaturrecherche durchzuführen. Da Suchmaschinen einen komplexen Algorithmus aufweisen, wird ebenfalls davon ausgegangen, dass auch eine aneinander reihen von den in 2.2.1 **Suchstring** Ausdrücken (immer mit dem Führenden "Continuous Delivery" Oder "Deployment") zum gewünschten Ergebnis führt. Dies beruht auf den Eigenschaften moderner Suchalgorithmen. Nach einer ersten suche, hat sich ergeben, dass einige Begriffe irreführend für die Suchmaschinen sind, wodurch Materialien gefunden wurde, welche absolut nichts mit dem Thema zu tun haben. Daher sind nur die folgenden Suchanfragen von Bedeutung.

$$S_{Komplex} = ("Continuous Delivery" OR "Deployment")$$

AND

("SSH" OR "FTP" OR "Deployment" OR "Kosten" OR "costs" OR "Tests" OR "Zeit" OR "time" OR "duration" OR "Fehler" OR "error" OR "Qualitätssicherung" OR "quality assurance" OR "Technik" OR "techniques" OR "Prinzipien" OR "principles" OR "Praxis" OR "practice" OR "Anwendung" OR "usage")

$$S_{deployment} = ("Continuous Delivery" OR "Deployment")$$

AND

("Deployment")

$$S_{pipeline} = ("Continuous Delivery" OR "Deployment")$$

AND

("Pipeline")

$$S_{devops} = ("Continuous Delivery" OR "Deployment")$$

AND

("DevOps")

Da nach [9, vgl. S. 26] auch ein einfacher Suchstring effektiv sein kann, wurde neben den bereits genannten Suchstrings noch ein weiterer abgeleitet, welcher lediglich aus dem Thema dieser Arbeit besteht.

$$S_{einfach} = "Continuous Delivery"$$

Dieser Suchstring wird ausschließlich dazu verwendet, bei einer Suche, den Dokumenten bzw. den Publikations Titel, nach vorkommen dieser Begriffe zu durchsuchen.

2.2.2 Quellen

In [9] wurden einige elektronische Standardquellen der Informatik genannt. Nachfolgend, werden diese noch einmal aufgelistet und kurz begründet, warum jeweilige Quellen gewählt bzw. nicht gewählt wurde.

ACM Digital Library

Dokumente aus der *ACM Digital Library* sind nicht frei zugänglich und müssen zunächst erworben werden, bevor sie gelesen werden können.

Citeseer Library

Eine erste Literaturrecherche in der *Citeseer Library* ergab keine nennenswerten Einträge. Es wurden Dokumente zu Themen zurückgeliefert, welche nur ansatzweise etwas mit dem Thema zu tun haben und nach N5 ausscheiden.

EI Compendix

Bei *EI Compendix* ist zunächst eine Registrierung erforderlich, bevor Dokumente angesehen werden können.

IEEEExplore

Bei IEEEExplore handelt es sich um eine Digitale Datenbank für wissenschaftliche Literaturen. Sie ist für jeden Informatiker, bzw. für jedes Informatik-Thema eine wichtige Ressource für die Literaturrecherche. Sie ist einer der wichtigsten Datenbanken für wissenschaftliche Arbeiten im Bereich Informatik, Elektrotechnik und Elektronik.

Informationen bezogen von: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/aboutUs.jsp>

Inspect

Bei *Inspect* ist zunächst eine Registrierung erforderlich, bevor Dokumente angesehen werden können.

Google Scholar

Google Scholar hat ein großes Angebot und die meisten PDFs sind frei zugänglich. Jedoch ist hier zu beachten, dass *Google Scholar* auch auf Dokumente verweist, die zum Beispiel im *IEEEExplore* liegen.

ScienceDirect

Die Dokumente in *ScienceDirect* sind nur teilweise frei zugänglich.

2.2.3 Gewählte Quellen

Nachstehende Tabelle zeigt noch einmal die gewählten und nicht gewählten Quellen:

Quelle	gewählt
ACM Digital Library	✗
Citeseer Library (citiseer.ist.psu.edu)	✗
EI Compendex (www.engineeringvillage2.org)	✗
IEEEExplore	✓
Inspec (www.iee.org/Publish/INSPEC/)	✗
Google scholar (scholar.google.com)	✓
ScienceDirect (www.sciencedirect.com)	✗

2.3 Ergebnisse der Recherche

In der Nachfolgenden Tabelle sind, nach Suchmaschine geordnet, die Ergebnisse der systematischen Literaturrecherche. Es wird der Suchstring, die Anzahl der gefundenen Ergebnisse, die Anzahl der betrachteten Ergebnisse, die Anzahl der relevanten Ergebnisse, die Anzahl der gewählten Ergebnisse und das Datum an dem die Suche durchgeführt worden ist.

IEEEExplore					
Suchstring	gesamt	betrachtet	relevant	gewählt	Datum
$S_{komplex}$	201.863	200	0	0	23.06.2016
$S_{deployment}$	12.092	200	1	1	23.06.2016
$S_{pipeline}$	10	10	6	6	23.06.2016
S_{devops}	11	11	4	1	23.06.2016
$S_{einfach}$	40	40	10	6	23.06.2016

Google scholar					
Suchstring	gesamt	betrachtet	relevant	gewählt	Datum
$S_{komplex}$	1.580	50	0	0	23.06.2016
$S_{deployment}$	224.00	50	1	1	23.06.2016
$S_{pipeline}$	80.800	50	2	1	23.06.2016
S_{devops}	1.230	50	5	1	23.06.2016
$S_{einfach}$	3.180.000	50	0	0	23.06.2016

Der Begriff *Continuous Delivery* ist stark mit dem Bereich Biologie verbunden. Gibt man diesen Begriff in Google Scholar ein, so sind die meisten Einträge aus der Biologie.

Kapitel 3

Continuous Delivery

Continuous Delivery beschreibt ein Prozess, der mit Hilfe verschiedener Werkzeuge, den Softwareauslieferungsprozess verbessern soll. Durch Techniken wie Continuous Integration, automatisieren von Tests und kontinuierlichen Installationen soll qualitativ hochwertige Software erstellt werden.

“Officially, we describe continuous delivery as the ability to release software whenever we want. This could be weekly or daily deployments to production; it could mean every check-in goes straight to production“[\[10\]](#)

Es soll nicht nur qualitativ hochwertige Software erstellt werden, sondern auch die Möglichkeit geboten werden, Software zu jederzeit zu veröffentlichen (releasen).

Auch Martin Fowler schreibt [\[5\]](#):

“Continuous Delivery is a software development discipline where you build software in such a way that the software can be released to production at any time. [...] You achieve continuous delivery by continuously integrating the software done by the development team, building executables, and running automated tests on those executables to detect problems. Furthermore you push the executables into increasingly production-like environments to ensure the software will work in production. To do this you use a Deployment Pipeline.“

Continuous Delivery soll den Softwareauslieferungsprozess verbessern, welche Vorteile dieses im einzelnen mit bringt, wird als nächstes beschrieben.

3.1 Warum Continuous Delivery?

Der Softwareentwicklungsprozess unterliegt einem ständigen Wandel. Viele Unternehmen arbeiten nach agilen Vorgehensmodelle wie Scrum, um Software zu entwickeln. Andere Unternehmen verwenden ggf. andere Vorgehensmodelle wie das Wasserfallmodell, jedoch alle Unternehmen arbeiten nach dem gleichen Prinzip: *Sie wollen Software möglichst qualitativ Hochwertig und Preis günstig Entwickeln.* Diese beiden Aussagen widersprechen sich jedoch oft, denn damit Software qualitativ Hochwertig erstellt werden kann,

müssen ausführliche und gründliche Tests durchgeführt werden, welche die Qualität der Software sicherstellt. Oft werden diese Tests manuell durchgeführt und nehmen viel Zeit in Anspruch, weshalb Unternehmen diesen Teil der Softwareentwicklung meist verkürzen wollen um Geld zu sparen. In den meisten Unternehmen existiert zudem ein fester Zeitpunkt, an dem die Software fertig gestellt sein muss.

Ein weiteres Problem besteht darin, wenn Software nur jeden Monat ausgeliefert wird. Enthält die produktive Software einen Fehler, dauert es im schlimmsten Fall einen Monat, bis dieser behoben wird.

Continuous Delivery ermöglicht durch automatisierte Tests zum einen die Zeit, die für die Durchführung der Tests, benötigt wird zu reduzieren und zum anderen die Tests zu standardisieren. Das heißt, ein Tests kann beliebig oft ausgeführt und immer das selbe Ergebnis erwartet werden. Dadurch ist es möglich die selben Tests nach jeder Änderung durchzuführen und zu überprüfen ob Fehler aufgetreten sind oder nicht.

Jedoch spielt auch der Erfolg des Produktes eine große Rolle. Es wurde zuvor erwähnt, dass Unternehmen oft Geld einsparen wollen, in dem sie den Testzeitraum verkürzen, wodurch die Qualität leidet.

“The Time to Market of a product critically affects its success especially when talking about technologies, which have to be delivered while they are still new. In such environment, then, what really differentiates the product on the market is not only the product itself, or its quality, but also the speed at which it can evolve: for a company, taking the product to market fast means to win over the competitors and being always aligned with new tendencies.” [1]

Besitzt ein Produkt eine zulange Time-to-Market Zeitspanne ist die Wahrscheinlichkeit höher, dass der Erfolg eines Produktes nicht so hoch ist, wie wenn die Zeitspanne kürzer wäre. Zudem spielen Konkurrenzunternehmen eine wichtige Rolle. Ist die Time-to-Market Zeitspanne zu groß, kann ein anderes Unternehmen ein gleichwertiges Produkt auf den Markt bringen und so den Erfolg des eigenen Produktes noch weiter verringern. Durch Continuous Delivery kann die Time-to-Market Zeitspanne verkürzt und neue Produkte/-Funktionen schneller auf dem Markt etabliert werden.

3.1.1 Die Entwickler

“Selling continuous delivery to our development team was relatively easy. The Software engineers [...] are eager to experiment with new technologies and methodologies. They understood that smaller batch size would lead to fewer defects-in production as we limited the size of code changes and garnered fast feedback from our systems.” [10]

Durch Continuous Delivery erhält der Entwickler zum einen die Möglichkeit mit neuen Technologien zu experimentieren, zum anderen erhalten sie direktes Feedback vom System ob die durchgeführten Änderungen funktionieren oder den Code zerbrechen.

3.1.2 Das Unternehmen

Es gibt verschiedene Gründe für die Einführung von Continuous Delivery. Rally Software zum Beispiel hatte nur alle zwei Monate released.

“Releasing every two months is painful for a number of reasons: (1) when you miss a release you potentially have to wait another eight weeks to deliver your features to customers; [...]“[10]

Eines der größten Probleme ist das verpassen von Release-Zeitpunkten. Es muss 4 Monate gewartet werden, bis eine Funktion in Produktion geht. Durch Continuous Delivery wird diese Zeit erheblich verringert. Funktionen müssen nicht zu einem fixen Zeitpunkt fertig gestellt werden, sondern können, sobald diese fertiggestellt, direkt im Continuous Integration Prozess getestet und released werden.

3.2 Voraussetzungen für Continuous Delivery

Bisher wurde beschrieben welche Vorteile Continuous Delivery bietet, jedoch nicht welche Voraussetzungen gegeben sein müssen, damit es eingeführt werden kann.

“The improved test coverage, rapid feedback cycles, scrutiny of monitoring systems, and fast rollback mechanisms result in a far safer environment for shipping code. But it is not free; it is not painless. It is important to have the right level of sponsorship before you begin.“[10]

Konkret heißt das, bevor Continuous Delivery eingeführt werden kann, muss zunächst einmal geklärt werden, warum man diesen Schritt durchführen möchte und welche Ziele damit verfolgt werden sollen. Argumente wie: *Es ermöglicht schneller releases.* oder *Continuous Delivery bringt uns mehr Geld.* sind schlichtweg ein falscher Ansatz.

Vorallem müssen die beteiligten Personen überzeugt werden können. Dafür ist es umso wichtiger zu wissen, wohin man möchte und mit welchen mitteln.

“When you present the vision to these stakeholders it is important to have the mission clarified. [...] You must set clear objectives and keep progress steering toward the right direction. There are many side paths, experiments and “shiny“ things to distract you on the journey towards continuous delivery. It is easy to become distracted or waylaid by these.“[10]

Zudem darf man sich nicht vom Ziel ablenken lassen, sondern sollte zunächst einmal auf dieses zusteuern. Hat man das Ziel, welches durch Continuous Delivery erreicht werden soll, erreicht, kann man versuchen den Prozess stetig zu verbessern. Jedoch ist auch hier Vorsicht geboten.

Ein bekanntes Sprichwort sagt:

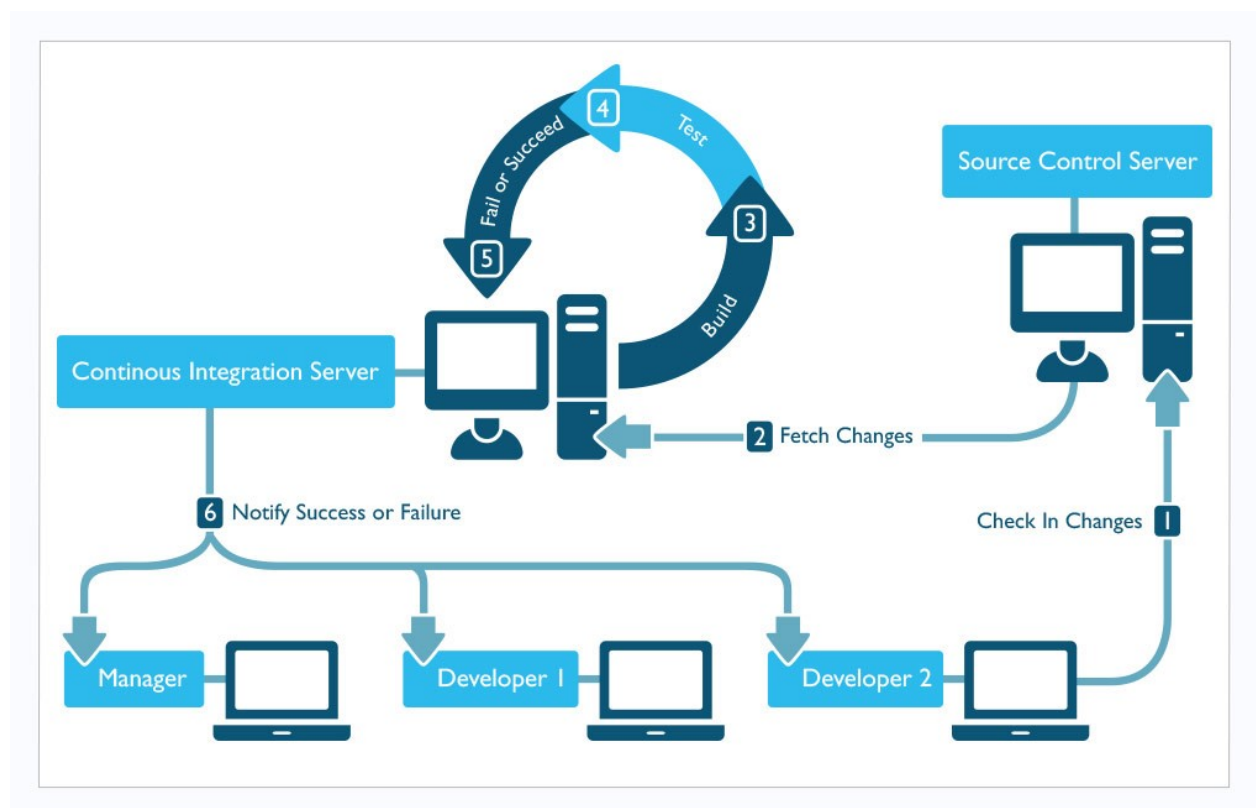
"Nicht alles was Glänzt ist Gold!"

und so ist es auch hier. Continuous Delivery kann beliebig verändert und erweitert werden, jedoch sollten nie Änderungen durchgeführt werden, die keinen Nutzen haben bzw. den eigentlichen Prozess behindern. Dies würde den Prozess unübersichtlich und ggf. langsamer machen.

3.3 Continuous Integration

“Continuous Integration is a software development practice where members of a team integrate their work frequently, usually each person integrates at least daily - leading to multiple integrations per day. Each integration is verified by an automated build (including test) to detect integration errors as quickly as possible. Many teams find that this approach leads to significantly reduced integration problems and allows a team to develop cohesive software more rapidly. This article is a quick overview of Continuous Integration summarizing the technique and its current usage. [...] At all times you know where you are, what works, what doesn't, the outstanding bugs you have in your system “[4].

Das ist die Aufgabe von Continuous Integration. Um dies zu erreichen ist es notwendig jede Teilaufgabe innerhalb der Entwicklung in den Prozess mit einzubinden. Das Ziel ist es so früh wie möglich Bugs zu erkennen und diese zu beheben. Dafür muss jeder Prozess automatisiert werden. Vor allem muss es möglich sein, Tests automatisiert durchführen zu können. Eine einfache Continuous Integration zeigt folgendes Bild:



Quelle:

<https://insights.sei.cmu.edu/devops/2015/01/continuous-integration-in-devops-1.html>

Abbildung 3.1: Continuous Integration

Wie zu erkennen ist, sorgt ein zentraler “Continuous Integration Server“ für das Bauen und Testen der Software und informiert die zuständigen Entwickler über den Status. In der Regel wird dies bei jeder Code Änderung durchgeführt, sodass direkt erkannt wird, ob eine Änderung des Codes zu einem Erfolg oder einem Fehlschlag führt.

“The concept of Continuous Integration (CI) was a first step that significantly sped up the lifecycle of a product, pushing developers to commit/integrate more frequently to a shared repository, triggering automated unit-tests after each commit; as direct consequence, this helped to detect problems right after a bad commit and reduced the necessity of back-tracking to individuate the issue in changes happend far away in time.“[1, in Introduction]

Continuous Delivery ist eine natürliche Erweiterung von Continuous Integration. Trotzdem unterscheiden sich die beiden Begriffe nicht wirklich von einander. Während bei der Continuous Integration wert darauf gelegt wird, Software möglichst fehlerfrei zu erzeugen, wird bei Continuous Delivery darauf wert gelegt, Software möglichst regelmäßig zu deployen. Continuous Delivery beinhaltet Continuous Integration und erweitert diese um das ausliefern.

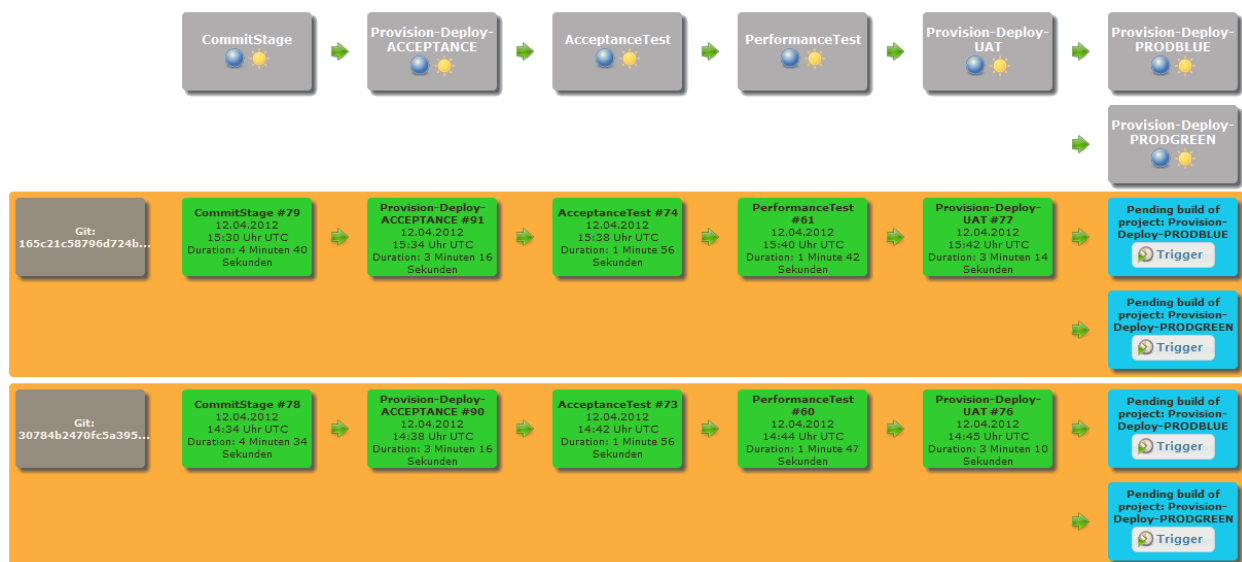
3.4 Continuous Delivery Pipeline

Es wurden bisher die Vorteile von Continuous Delivery erläutert, wie funktioniert jedoch Continuous Delivery im einzelnen? Die einzelnen Schritte werden durch die *Continuous Delivery Pipeline* beschrieben. Dabei wird der Durchlauf der Pipeline automatisch durchgeführt. Die Continuous Delivery Pipeline integriert zum einen Die Folgende Abbildung zeigt eine mögliche Pipeline. Das Deployen in die Produktionsumgebungen “PRODBLUE“ und “PRODGREEN“ muss in diesem Beispiel jedoch manuell, durch klicken auf Trigger, erfolgen.

Wie man in der Abbildung sehen kann beinhaltet die Pipeline alle nötigen Schritte, welche zuvor in ?? besprochen wurden. Hier sei noch einmal erwähnt, dass Continuous Integration alle Prozesse, bis auf den letzten (das Deployment), beinhaltet. Continuous Integration und Delivery unterscheiden sich, wie schon zuvor erwähnt, nur beim letzten Schritt, dem Deployen. Dieser wird jedoch bei Continuous Delivery manuell ausgeführt. Unter ausgeführt ist hierbei zu verstehen, dass ein Prozess, hier durch einen Klick, gestartet wird, welcher die Software, bzw. das Artefakt, automatisch in die Produktion bringt.

3.5 Werkzeuge von Continuous Delivery

Es wurde bisher erläutert was Continuous Delivery ist, welche Vorteile es hat und welche Voraussetzungen gegeben sein müssen, damit Continuous Delivery eingeführt werden kann. Es wurde ebenfalls mit Abschnitt 3.3 Continuous Integration und Abbildung 3.1 Continuous Integration der Begriff *Continuous Integration Server* eingeführt. Es wurde jedoch noch nicht geklärt was dieser Server genau ist und welche konkreten



Quelle: <https://blog.codecentric.de/en/2012/04/continuous-delivery-in-the-cloud-part1-overview/>

Abbildung 3.2: Continuous Delivery Pipeline

Aufgaben dieser besitzt. Dies soll in diesem Abschnitt geklärt werden. Zudem sollen weitere Werkzeuge vorgestellt werden, der für den *Continuous Delivery Prozess* nützlich sein können.

3.6 Einführung von Continuous Delivery

In Kapitel 1.2 *Problemstellung* wurde bereits ein Fall beschrieben, in der kein Continuous Delivery eingesetzt wird. Darauf aufbauend wird nun Schritt für Schritt die vorhandene Softwareentwicklung in Continuous Delivery überführt.

Damit das Dependencie Management und automatisieren von Tests bzw. das ausführen zusätzlicher Aktionen erleichtert wird, wird zunächst ein Build-Management-Tool eingeführt. Dadurch wird sichergestellt, dass Software idempotent gebaut werden kann. Der Build-Prozess ist dadurch Standardisiert und kann beliebig oft wiederholt werden.

Wie bereits erläutert wurde, ist in diesem Beispiel die Qualitätssicherung zwar ein Teil der Softwareentwicklung, jegliche Tests werden jedoch nur manuell ausgeführt, was zu regelmäßigen, unentdeckten Fehlern führt. Daher muss zunächst einmal dafür gesorgt werden, dass Unit-Tests geschrieben werden, welche vor dem Bauen der Software, die Code Qualität und Richtigkeit überprüft. Test-Driven-Development (TDD)¹ ist einer der Möglichkeiten, sicherzustellen, dass Tests regelmäßig geschrieben werden. Zusammen mit dem eingeführten Build-Management-Tool können nun, vor dem Bauen der Software, die Unit Tests durchlaufen und dadurch der Code der Software überprüft werden.

Nun ist zu mindestens Sichergestellt, dass diese Art der Tests automatisiert ablaufen und nicht mehr ma-

¹TDD wird hier nur erwähnt und nicht weiter erläutert. Es sei auf Fachliteratur zu diesem Thema verwiesen.

nuell durchgeführt werden müssen. Jedoch müssen noch Akzeptanz-, Performanz- und Integrations-Tests automatisiert werden. Diese Tests können jedoch nicht immer durch das Build-Management-Tool abgedeckt werden. Daher wird nun ein “Build and Management“ Werkzeug wie Jenkins² eingesetzt, welches sowohl die Software baut, unter anderem mit dem eingeführten Build-Management-Tool, als auch die anderen Tests abbilden kann. Wie die Software genau funktioniert, soll hier jedoch nicht weiter erläutert werden. Es sei nur erwähnt, dass es durch Konfiguration und Plugins möglich ist, die oben genannten Tests innerhalb von Jenkins abzubilden. Es wurde eine *Continuous Delivery Pipeline* erschaffen. Die Abbildung 3.2 *Continuous Delivery Pipeline* zeigt einen Ausschnitt aus dem “Build and Management“ Werkzeug Jenkins. Außerdem ist es durch Jenkins möglich, jeden Schritt zu überwachen und zu protokollieren, sowie nach jedem Schritt zu stoppen, sollte ein Fehler auftreten. Dadurch ist es möglich, frühzeitig Fehler zu erkennen und diese zu beheben.

Es wurde nun dafür gesorgt, dass sowohl das Bauen, als auch jegliche Tests automatisiert wurde. Dadurch kann die Software standardisiert gebaut und getestet werden. Durch die Automatisierung ist es zusätzlich möglich, die Time-to-Market Zeitspanne deutlich zu kürzen, da automatisch durchgeführte Tests, meistens kürzer und genauer sind, als wenn man diese manuell ausgeführt hätte. Außerdem werden unter anderem dadurch Fehler frühzeitig erkannt und können behoben werden, bevor die Software in Produktion geht. Durch die durchgeführten Änderungen am Entwicklungsprozess, ist es nun möglich, bei jeder Änderung des Quellcodes, die Software standardisiert zu bauen und zu testen. Dadurch erhält der, bzw. die Entwickler regelmäßig und in kurzen Abständen eine Rückmeldung, ob die durchgeführten Änderungen am Code zu Problemen führen oder die Software weiterhin funktioniert. Dies führt dazu, dass regelmäßig releasefähige Software erzeugt wird, welche in Produktion gebracht werden kann.

²siehe: <https://jenkins.io/>

Kapitel 4

Zusammenfassung und Ausblick

4.1 Zusammenfassung

Continuous Delivery ist ein großes Thema. Dies sieht man an der zuvor genannten **Problemstellung**. Es wurde ein konkretes Beispiel genannt und dessen Probleme herausgearbeitet. Danach wurden die Leitfragen dieser Ausarbeitung geklärt. Als erstes sollte geklärt werden, was “Continuous Delivery“ ist. Danach wurde der Begriff “Continuous Delivery Pipeline“ eingeführt und darauf aufbauend der Entwicklungsprozess, des in der Problemstellung genannten Beispiels, in Continuous Delivery überführt.

Zunächst wurde jedoch eine Systematische Literaturrecherche durchgeführt. Dafür wurden Inhaltliche Auswahl- und Ausschlusskriterien aufgestellt. Danach wurde mit Hilfe des PICOC-Ansatzes zunächst die Begriffe und der Personenkreis für die eigentliche Suche ermittelt. Außerdem wurden zusätzliche Anmerkungen zur Recherche, bezogen auf diese Ausarbeitung, getroffen. Es wurden die eigentlichen Suchstrings gebaut und die zu durchsuchenden Quellen eingeführt. Darauf aufbauend wurden die Ergebnisse der Recherche wiedergegeben (Das Rechercheprotokoll ist im Anhang zu finden). Es stellte sich heraus, dass “Google Scholar“ zwar viele Ergebnisse liefert, jedoch nicht viele relevante. Außerdem ist anzumerken, dass die wenigen Relevanten Ergebnisse der “Google Scholar“-Suche auf IEEEExplore Dokumente verweisen, welche bereits bei der Suche in dem genannten Archiv gefunden worden sind und daher nicht weiter betrachtet wurden. Die Ergebnisse der Systematischen Literaturrecherche wurden zwar Berücksichtigt und durchgelesen, jedoch umfassten sie im nach hinein betrachtet zu weitgehende Informationen, sodass sie nicht zum Erläutern der Grundlagen dienen konnten und nur die im Literaturverzeichnis angegebenen Quellen verwendet wurden.

Aufbauend auf die Systematische Literaturrecherche wurde das Thema “Continuous Delivery“ behandelt. Dafür wurde zunächst der Begriff “Continuous Delivery“ erläutert und es kristallisierte sich heraus, dass Continuous Integration ein großer Bestandteil von “Continuous Delivery“ ist. Daher wurde zunächst Continuous Integration erläutert und die Teilprozesse kurz erwähnt. Darauf aufbauend wurde die “Continuous Delivery Pipeline“ eingeführt und mit Hilfe von Continuous Integration und Delivery erläutert. Mit Hilfe der Pipeline wurde anschließend das Beispiel aus der Problemstellung um Continuous Delivery erweitert.

Zuletzt erfolgt nun eine kritische Reflektion des Themas und ein Ausblick.

4.2 Kritische Reflektion

Continuous Delivery ist ein Großes und für Unternehmen interessantes Thema. Es kann dafür sorgen, dass die Zeitspanne von der Idee bis zur Produktion (die Time-to-Market (TTM) Zeitspanne) verkürzt wird. Dadurch können Unternehmen sehr viel Geld sparen und Umsetzungen viel schneller in die Produktion bringen. Zusätzlich kann man den Build- und die Test-Prozesse durch Continuous Delivery standardisieren und automatisieren. Durch standardisierte Tests kann sichergestellt werden, dass auch nach Änderung einer Software, die Funktionalitäten weiterhin funktionieren. Außerdem bekommen Entwickler dadurch eine schnelle Rückmeldung über den Status der Software. Sie können direkt sehen, ob die Software ohne Fehler gebaut werden konnte und alle Tests erfolgreich durchgelaufen sind oder ob Fehler aufgetreten sind. Durch Automatisierte Tests kann außerdem sichergestellt werden, dass die Fehler in Produktion deutlich verringert werden, da die gleichen Tests ausgeführt werden können, welche vor einer Änderung erfolgreich ausgeführt wurden. Zudem kann der Prozess beliebig oft mit den gleichen Einstellungen durchlaufen werden und das gleiche Ergebnis erwarten. Der Prozess ist also Idempotent.

Jedoch muss *Continuous Delivery* auch kritisch betrachtet werden. Zum einen sind nicht alle Tests automatisierbar. Zum Beispiel ist ein Oberflächentest sehr schwer automatisierbar. Zum anderen kann es schwer sein ein bestehenden Entwicklungsprozess um Continuous zu erweitern. Zusätzlich werden dafür ggf. neue Werkzeuge wie ein "Build-management-Tool" oder einen sogenannten Continuous Integration Server wie Jenkins benötigt. Entwickler müssen sich zunächst einmal mit diesen Werkzeugen auseinander setzen und erlernen. Manch ein Werkzeug ist recht teuer und durch das fehlende Wissen, kann es schnell passieren, dass falsche oder zu teure Software gekauft wird. Möchte ein Unternehmen also Continuous Delivery einführen, hat jedoch selber keine Ahnung des Themas, ist es ratsam einen Experten dazu zu holen, der einen beraten kann und ggf. Schulungen durchführen kann. Weiter sollten möglichst alle, aber auf jeden Fall ein Großteil der Entwickler davon überzeugt sein oder überzeugt werden können eine Veränderung des Entwicklungsprozesse zuzulassen bzw. durchzuführen.

Es sei hier noch erwähnt, dass der Vergleich zwischen Continuous Integration vs Delivery vs Deployment ausgelassen wurde, da diese Begriffe nicht eindeutig definiert sind und zum Teil synonym zueinander verwendet werden. Es gibt keine direkten Vergleiche außerhalb von Blogs, jedoch wird für jeden klar, der sich mehr mit diesem Thema beschäftigt, dass zum Teil die Übergänge fließend sind. Hier sollte sich jeder ein eigenes Bild machen und sich selber mit dem Thema beschäftigen.

4.3 Ausblick

Continuous Delivery ist, wie bereits erwähnt, ein Großes Thema, daher konnte in dieser Ausarbeitung nur eine kleine Einführung des Themas stattfinden. Es kann jedoch noch zusätzlich Continuous Integration,

Delivery und Deployment verglichen werden und die Werkzeuge erläutert werden, die zum Umsetzen des jeweiligen Prozesses benötigt werden. Man kann auf verschiedene Teilgebiete von Continuous Delivery, wie zum Beispiel dem “Build-management-Tool“ eingegangen werden. Genauso kann man auf das “Build und Management“ Werkzeug Jenkins eingegangen werden.

Außerdem ist es möglich auf die Unterschiede in der Time-to-Market Zeitspanne zwischen einem Entwicklungsprozess ohne Continuous Delivery und einen mit Continuous Delivery einzugehen und darauf aufbauend die Kosten der jeweiligen Prozesse zu vergleichen.

Literaturverzeichnis

- [1] ARMENISE valentina: *Continuous Delivery with Jenkins*. IEEE/ACM. 2015
- [2]
- [3] CHEN, Lianping: *Continuous Delivery Huge Benefits, but Challenges Too*. IEEE. 2015
- [4] FOWLER, Martin: *Continuous Integration*. 01 May 2006. – URL <http://martinfowler.com/articles/continuousIntegration.html>. – visited: 08.06.2016
- [5] FOWLER, Martin: *ContinuousDelivery*. 30 May 2013. – visited: 08.06.2016
- [6] FOWLER, Martin: *DeploymentPipeline*. 30 May 2013. – visited: 08.06.2016
- [7]
- [8] JOHANNES GMEINER, Julian H.: *Automated Testing in the Continuous Delivery Pipeline: A Case Study of an Online Company*. IEEE. 2015
- [9] KITCHENHAM: *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*. 2007
- [10] NEELY, Steve ; SOFTWARE), Steve Stolt (.: *Continuous Delivery? Easy! Just Change Everything (well, maybe it is not that easy)*. IEEE. 2013
- [11] WIESMANN, Prof. Dr. D.: *Skript der Veranstaltung SWT D*. FH-Dortmund. 2014
- [12] WOLFF, Eberhard: *Continuous Delivery - Der pragmatische Einstieg*. 1. Auflage. dpunkt.verlag, 2015. – ISBN 978-3-86490-208-6

Anhang A

Anhang

A.1 Rechercheprotokoll

Kriterien der Kategorie **P** sind **Inhaltliche Auswahlkriterien**.

Kriterien der Kategorie **N** sind **Inhaltliche Ausschlusskriterien**. Doppelte Einträge wurden Grau hinterlegt.

Tabelle A.1: IEEEExplore

IEEEExplore			
Suchstring	Titel	Author	Kriterium
$S_{deployment}$	System dynamics Modeling of Agile Continuous Delivery Process	Olumide Akerele, Muthu Ramachandran, Mark Dixon	P1/P2
$S_{pipeline}$	End to End Automation on Cloud with Build Pipeline: The Case for DevOps in Insurance Industry, Continuous Integration, Continuous Testing, and Continuous Delivery	Miteshi Soni	P2/P3
$S_{pipeline}$	Test orchestration a framework for Continuous Integration and Continuous Delivery	Nikhil Rathod, Anil Surve	P3
$S_{pipeline}$	Towards Architecture for Continuous Delivery	Lianping Chen	P1
$S_{pipeline}$	The Highways and Country Roads to Continuous Deployment	Marko Leppänen, Simon Mäkinien, Max Pagels, Veli-Pekka Eloranta, Juhu Itkonen, Mika V. Mäntylä, Tomi Männistö	P1
$S_{pipeline}$	Continuous Delivery: Huge Benefits, but Challenges Too	Lianping Chen	P1
$S_{pipeline}$	Automated testing in the continuous delivery pipeline: A case study of an online company	Johannes Gmeiner, Rudolf Ramler, Julian Haslinger	P1
Continued on next page			

Tabelle A.1 – continued from previous page

Suchstring	Titel	Author	
S_{devops}	Delivering Software with agility and quality in a cloud environment	F. Oliveira, T. Elam, P. Nagapurkar, C. Isci	N3
S_{devops}	DevOps and Its Practices	Liming Zhu, Len Bass, George Champlin-Scharff	N1/N5
S_{devops}	Research Opportunities in Continuous Delivery: Reflections from Two Years' Experiences in a Large Bookmaking Company	Lianping Chen	N2
S_{devops}	DevOps: Making It Easy to Do the Right Thing	Matt Callanan, Alexandra spillane	P4
$S_{einfach}$	Continuous Delivery with Jenkins: Jenkins Solutions to Implement	Valentina Armenise (CloudBees)	P3
$S_{einfach}$	Understanding DevOps & bridging the gap from continuous integration to continuous delivery	Manish Virmani	P1
$S_{einfach}$	Microfabricated silicon nanopore membranes provide continuous delivery of biopharmaceuticals	P. Gardner	N2
$S_{einfach}$	Introducing Continuous Delivery of Mobile Apps in a Corporate Environment: A Case Study	Sebastian Klepper, Stephan Krusche, Sebastian Peters, Bernd Bruegge, Lukas Alperowitz	P1
$S_{einfach}$	Continuous Delivery? Easy! Just Change Everything (Well, Maybe It Is Not That easy)	Steve Neely, Steve Stolt	P1
$S_{einfach}$	An Experimental Continuous Delivery Framework for SmartX-mini IoT-Cloud playground	Jeongju Bae, JongWon Kim	P4
$S_{einfach}$	Toward Design Decisions to Enable Deployability: Empirical Study of Three projects Reaching for the Continuous Delivery Holy Grail	Stephany Bellomo, Neil Ernst, Robert Nord, Rick Kazman	P1
Continued on next page			

Tabelle A.1 – continued from previous page

Suchstring	Titel	Author	
$S_{einfach}$	Social testing: A frameowkr to support adoption of continuous delivery by small medium enterprises	Jonathan dunne, David Malone, Jason Flood	N1
$S_{einfach}$	Full exploitation of process variation space for continuous delivery of optimal delay test quality	Baris Arslan, Alex Orailoglu	N1
$S_{einfach}$	Continuous Delivery Message dissemination Problems under the Multicasting Communication Mode	Teofilo F. Gonzalez	N1

Tabelle A.2: Google Scholar

Google Scholar			
Suchstring	Titel	Author	Kriterium
$S_{deployment}$	Continuous Integration	Martin Fowler	P1
$S_{pipeline}$	Continuous Delivery with Jenkins: Jenkins Solutions to Implement Continuous Delivery	Valentina Armenise	P3
$S_{pipeline}$	(IEEEExplore) Continuous Delivery? Easy! Just Change Everything (Well, Maybe It Is Not That Easy)	Steve Neely	P2
S_{devops}	Continuous Delivery	Martin Fowler	P1 / N3
S_{devops}	Continuous Delivery and DevOps - A Quickstart Guide	Paul Swartout	N3
S_{devops}	Breaking down barriers and reducing cycle times with devops and continuous delivery	Paul Duvall	P1
Continued on next page			

Tabelle A.2 – continued from previous page

Suchstring	Titel	Author	
S_{devops}	Synthesizing Continuous Deployment Practices Used in Software Development (gefunden in IEEEExplore)	Akond Ashfaqur Rahman, Eric Helms, Laurie Williams, Chris Parnin	N1/N4
S_{devops}	Continuous Integration and Automation for Devops	Adnreas Schaefer, Marc Reichenbach, Dietmar Fey	N2/N3