

# HANSER



## Leseprobe

zu

## Der Pragmatische Programmierer

von David Thomas und Andrew Hunt

Print-ISBN: 978-3-446-46384-4

E-Book-ISBN: 978-3-446-46632-6

E-Pub-ISBN: 978-3-446-46633-3

Weitere Informationen und Bestellungen unter

<https://www.hanser-kundencenter.de/fachbuch/artikel/978-3-446-46384-4>

sowie im Buchhandel

© Carl Hanser Verlag, München

# Inhalt

<b>Geleitwort</b> .....	<b>XI</b>
<b>Vorwort zur zweiten Ausgabe</b> .....	<b>XIII</b>
<b>Aus der Einleitung zur ersten Ausgabe</b> .....	<b>XVII</b>
<b>1 Eine Pragmatische Philosophie</b> .....	<b>1</b>
Topic 1: Es ist Ihr Leben .....	2
Topic 2: Der Hund hat meinen Quelltext gefressen .....	3
Topic 3: Software-Entropie .....	5
Topic 4: Steinsuppe und gekochte Frösche .....	8
Topic 5: Gut ist gut genug .....	10
Topic 6: Ihr Wissensportfolio .....	12
Topic 7: Kommuniziere! .....	17
<b>2 Ein Pragmatisches Vorgehen</b> .....	<b>23</b>
Topic 8: Die Essenz des guten Designs .....	24
Topic 9: Das Übel der Wiederholung .....	26
Topic 10: Orthogonalität .....	33
Topic 11: Umkehrbarkeit .....	41
Topic 12: Leuchtpurmunition .....	44
Topic 13: Prototypen und Post-it-Zettel .....	49
Topic 14: Fachsprachen .....	52
Topic 15: Abschätzen .....	57
<b>3 Das Handwerkszeug</b> .....	<b>63</b>
Topic 16: Die Kraft von Klartext .....	64
Topic 17: Kommandospiele .....	67
Topic 18: Profi-Editor .....	70
Topic 19: Versionsverwaltung .....	73
Topic 20: Fehlersuche .....	77
Topic 21: Textbearbeitung .....	85
Topic 22: Entwickler-Journale .....	87

<b>4</b>	<b>Pragmatisch paranoid</b> .....	<b>89</b>
	Topic 23: Design by Contract .....	90
	Topic 24: Tote Programme lügen nicht .....	97
	Topic 25: Abgesichert programmieren .....	99
	Topic 26: Wie man Ressourcen balanciert .....	103
	Topic 27: Nicht schneller als die Scheinwerfer .....	109
<b>5</b>	<b>Biegen oder Zerschlagen</b> .....	<b>113</b>
	Topic 28: Entkopplung .....	114
	Topic 29: Jonglieren mit der realen Welt .....	121
	Topic 30: Transformierende Programmierung .....	130
	Topic 31: Erbschaftssteuer .....	141
	Topic 32: Konfiguration .....	148
<b>6</b>	<b>Concurrency</b> .....	<b>153</b>
	Alles ist nebenläufig .....	153
	Topic 33: Auflösen der zeitlichen Kopplung .....	154
	Topic 34: Shared State ist ein falscher Zustand .....	158
	Topic 35: Aktoren und Prozesse .....	164
	Topic 36: Blackboards .....	170
<b>7</b>	<b>Beim Implementieren</b> .....	<b>175</b>
	Topic 37: Hören Sie auf Ihr Reptiliengehirn .....	176
	Topic 38: Programmieren mit dem Zufall .....	180
	Topic 39: Geschwindigkeit von Algorithmen .....	185
	Topic 40: Refaktorisieren .....	191
	Topic 41: Testen fürs Entwickeln .....	195
	Topic 42: Property-Based Testing .....	203
	Topic 43: Sicher bleiben da draußen .....	210
	Topic 44: Dinge benennen .....	216
<b>8</b>	<b>Vor dem Projekt</b> .....	<b>221</b>
	Topic 45: Die Anforderungsgrube .....	221
	Topic 46: Unlösbare Rätsel .....	229
	Topic 47: Zusammenarbeit .....	232
	Topic 48: Die Essenz der Agilität .....	235
<b>9</b>	<b>Pragmatische Projekte</b> .....	<b>239</b>
	Topic 49: Pragmatische Teams .....	239
	Topic 50: Kokosnüsse bringen's nicht .....	245
	Topic 51: Pragmatic Starter Kit .....	248
	Topic 52: Erfreuen Sie die Anwender .....	254
	Topic 53: Stolz und Vorurteil .....	255

<b>Nachwort</b> .....	<b>257</b>
Der moralische Kompass .....	258
Stellen Sie sich Ihre Zukunft vor, die Sie sich wünschen .....	259
<b>Anhang A: Literaturverzeichnis</b> .....	<b>261</b>
<b>Anhang B: Lösungen zu den Übungen</b> .....	<b>263</b>
<b>Die Autoren</b> .....	<b>276</b>
<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	<b>277</b>

# Vorwort

## zur zweiten Ausgabe

In den 1990er-Jahren arbeiteten wir mit Unternehmen, deren Projekte Probleme bereiteten. Wir ertapten uns dabei, wie wir jedem das Gleiche sagten: Vielleicht sollten Sie das testen, bevor Sie es ausliefern? Warum geht der Build für diesen Code nur auf dem Rechner von Maria? Warum hat niemand die Anwender gefragt?

Um bei neuen Kunden Zeit zu sparen, begannen wir mit unseren Notizen. Und aus diesen Notizen wurde *Der Pragmatische Programmierer*. Zu unserer Überraschung schien das Buch den Nerv der Zeit zu treffen und es ist in den letzten 20 Jahren nach wie vor beliebt.

Aber 20 Jahre sind in Bezug auf Software viele Lebensalter. Nehmen Sie einen Entwickler von 1999 und setzen Sie ihn heute in ein Team und er würde sich sehr abkämpfen, in dieser fremden neuen Welt klarzukommen. Aber die Welt der 1990er-Jahre ist dem heutigen Entwickler ebenso fremd. Die Verweise des Buchs auf Dinge wie CORBA, CASE-Tools und indexbasierte Schleifen waren bestenfalls kurios und wahrscheinlich eher verwirrend.

Gleichzeitig haben 20 Jahre keinerlei Auswirkungen auf den gesunden Menschenverstand gehabt. Die Technologie mag sich geändert haben, aber die Menschen eben nicht. Praktiken und Ansätze, die damals eine gute Idee waren, sind auch heute noch gut. Diese Aspekte des Buchs sind gut gealtert.

Als es also an der Zeit war, zum 20. Jahrestag diese Ausgabe zu erstellen, mussten wir eine Entscheidung treffen. Wir könnten die Technologien, auf die wir verweisen, durchgehen, aktualisieren und dann Feierabend machen. Oder wir könnten die Annahmen, die den von uns empfohlenen Praktiken zugrunde liegen, im Lichte weiterer zwei Jahrzehnte Erfahrung noch einmal überprüfen.

Am Ende haben wir beides getan.

Daher ist dieses Buch so etwas wie ein Schiff des Theseus.<sup>1</sup> Etwa ein Drittel der Themen in diesem Buch sind brandneu. Von den übrigen wurden die meisten teilweise oder vollständig umgeschrieben. Unsere Absicht war es, die Dinge klarer, relevanter und hoffentlich etwas zeitloser zu machen.

Wir mussten einige schwierige Entscheidungen treffen. Wir haben den „Ressourcen“-Anhang weggelassen, sowohl weil es unmöglich wäre, auf dem neuesten Stand zu bleiben, als auch weil es einfacher ist, das Gewünschte zu finden. Angesichts des derzeitigen Überflusses an parallel arbeitender Hardware und des Mangels an guten Möglichkeiten, damit umzugehen, haben wir Themen im Zusammenhang mit Concurrency neu organisiert und verfasst. Ergänzt wird das durch Inhalte, die die sich verändernden Einstellungen und Umgebungen reflektieren: von der agilen Bewegung, die wir mit ins Leben gerufen haben, über eine steigende

<sup>1</sup> Wenn im Laufe der Jahre jede Komponente eines Schiffs ersetzt wird, wenn sie ausfällt, ist das daraus resultierende Schiff dann immer noch das gleiche Schiff?

Akzeptanz funktionaler Programmiersprachen bis hin zum wachsenden Bedürfnis nach Berücksichtigung von Privatsphäre und Sicherheit.

Interessanterweise gab es zwischen uns jedoch wesentlich weniger Diskussionen über den Inhalt dieser Ausgabe als beim Verfassen der ersten. Wir waren beide der Meinung, dass die wichtigen Sachen leichter zu erkennen sind.

Das Buch, das Sie in Händen halten, ist jedenfalls das Ergebnis. Bitte genießen Sie es. Vielleicht eignen Sie sich ein paar neue Praktiken an. Vielleicht beschließen Sie, dass einige der von uns vorgeschlagenen Dinge falsch sind. Lassen Sie sich auf Ihr Handwerk ein. Sagen Sie uns Ihre Meinung.

Denken Sie aber vor allem daran, dass es Spaß machen soll.

### **Aufbau des Buchs**

Dieses Buch ist mehr als eine Sammlung von Tipps. Jedes Thema ist in sich abgeschlossen und behandelt einen bestimmten Aspekt. Zahlreiche Querverweise sollen helfen, jedes Thema in Zusammenhänge einzuordnen. Sie können das Buch mit seinen *Topics* in beliebiger Reihenfolge lesen.

Gelegentlich werden Sie auf einen Kasten mit der Beschriftung *Tipp n* stoßen (so wie *Tipp 1*, kümmern Sie sich um Ihr Können). Tipps betonen einerseits entscheidende Stellen im Text, andererseits sind sie auch für sich alleine gültig – wir selbst wenden sie täglich an. Eine Zusammenfassung aller Tipps finden Sie auf dem Beihefter im Buch.

An geeigneten Stellen haben wir Übungen und weiterführende Aufgaben eingefügt. Während die Übungen relativ einfache Lösungen haben, sind die Aufgaben ziemlich offen gestellt. Um Ihnen eine Vorstellung von unserer Denkweise zu geben, haben wir unsere Lösungen zu den Übungen im Anhang zusammengetragen. Nur wenige Übungen haben eine einzige richtige Lösung. Die Aufgaben sind eher als Grundlage für Diskussionen oder Ausarbeitungen in Programmierkursen für Fortgeschrittene gedacht.

Am Ende finden Sie auch eine kurze Bibliografie, in der die Bücher und Artikel aufgeführt sind, auf die wir ausdrücklich verweisen.

### **Schall und Rauch**

*„Wenn ich ein Wort gebrauche“, sagte Humpty Dumpty in leicht verächtlichem Ton, „so bedeutet es das, was ich will, dass es bedeutet – nicht mehr und nicht weniger.“*

Lewis Carroll, „Alice hinter den Spiegeln“

Quer über das Buch verteilt finden sich Fachjargonschnipsel – entweder vollkommen vernünftige Wörter, die für eine technische Bedeutung missbraucht wurden, oder schreckliche Wortschöpfungen, denen von Informatikern ohne Gefühl für Sprache eine Bedeutung zugewiesen wurde. Wir versuchen, solche Fachbegriffe zu definieren oder zumindest ihre Bedeutung zu beschreiben, wenn wir sie zum ersten Mal verwenden. Dennoch sind uns sicher einige durch die Lappen gegangen und andere wie Objekt und Relationale Datenbank sind so gebräuchlich, dass eine Definition nur langweilen würde. Wenn Sie auf ein unbekanntes Wort stoßen, überspringen Sie es bitte nicht. Nehmen Sie sich die Zeit, es im Internet oder einem Informatiklehrbuch nachzuschlagen, und schicken Sie uns eine E-Mail, damit wir in der nächsten Auflage eine Definition angeben können.

Wir haben uns entschieden, Rache an den Informatikern zu nehmen. Manchmal gibt es durchaus gute Fachwörter für Konzepte, doch wir haben beschlossen, diese Wörter zu ignorieren. Warum? Weil der vorhandene Fachjargon in der Regel auf einen bestimmten Problembereich oder auf eine bestimmte Entwicklungsphase beschränkt ist. Eine der Grundphilosophien dieses Buchs ist jedoch, dass die meisten von uns vorgeschlagenen Techniken universell sind: Modularität zum Beispiel betrifft Quelltext, Entwurf und Teamorganisation. Wenn wir gebräuchliche Fachwörter in einem breiteren Kontext verwenden wollten, erschien es verwirrend, und wir konnten den ganzen Ballast der ursprünglichen Bedeutung nicht loswerden. In diesen Fällen haben wir zum Verfall der Sprache beigetragen und unsere eigenen Wörter erfunden.

### Quelltexte und andere Quellen

Die meisten Beispiele in diesem Buch sind kompilierbaren Quelltexten entnommen, die Sie von der Plus.Hanser-Webseite herunterladen können:



#### Die Quelltexte zu diesem Buch

Geben Sie auf [plus.hanser-fachbuch.de](https://plus.hanser-fachbuch.de) einfach diesen Code ein:

Dann steht Ihnen der Download zur Verfügung.

**Hinweis:** In diesem Buch stehen die Namen der entsprechenden Dateien jeweils vor den Codes, die diesen Quelltexten entnommen wurden.

Außerdem haben wir eine eigene Website zum Pragmatischen Programmierer:



#### Die Website zum Pragmatischen Programmierer

Auf unserer Website

<https://pragprog.com/titles/tpp20>

finden Sie auch Links zu nützlichen Quellen zusammen mit Aktualisierungen des Buches und Neuigkeiten zu weiteren Aktivitäten der Pragmatischen Programmierer.

### Danksagungen für die zweite Ausgabe

Wir haben in den letzten 20 Jahren buchstäblich Tausende von interessanten Gesprächen über die Programmierung geführt, Menschen auf Konferenzen, bei Kursen und manchmal sogar im Flugzeug getroffen. Jedes einzelne hat unser Verständnis des Entwicklungsprozesses erweitert und zu den Aktualisierungen in dieser Ausgabe beigetragen. Wir danken Ihnen allen (und sagen Sie uns immer wieder, wenn wir uns irren).

Dank geht auch an die Teilnehmer am Beta-Prozess des Buchs. Ihre Fragen und Kommentare haben uns geholfen, die Dinge besser zu erklären.

Bevor wir zur Beta-Version übergangen, baten wir einige Leute um Kommentare zu diesem Buch. Dank an VM (Vicky) Brasseur, Jeff Langr und Kim Shrier für eure detaillierten Kommentare und an José Valim und Nick Cuthbert für eure technischen Überprüfungen.

Wir bedanken uns bei Ron Jeffries, dass wir das Sudoku-Beispiel verwenden durften.

Vielen Dank an die Leute von Pearson, die bereit waren, dass wir dieses Buch auf unsere Weise verwirklichen durften.

Ein besonderer Dank gilt der unentbehrlichen Janet Furlow, die alles meistert, was sie angeht, und uns bei der Stange hält.

Und schließlich Applaus für all die Pragmatischen Programmierer da draußen, die in den letzten zwanzig Jahren die Programmierung für alle besser gemacht haben! Wir freuen uns auf zwanzig weitere Jahre.



# 9

## Pragmatische Projekte

Wenn Ihr Projekt in Gang kommt, müssen wir uns von Themen wie individuelle Philosophie und Implementierung lösen und größere, projektweite Themen betrachten. Wir werden nicht auf die Einzelheiten des Projektmanagements eingehen, aber eine Handvoll kritischer Bereiche behandeln, die über Wohl und Wehe eines jeden Projekts entscheiden können.

Sobald mehrere Personen an einem Projekt arbeiten, muss man einige Grundregeln aufstellen und Teile des Projekts entsprechend delegieren. In *Topic 49, Pragmatische Teams*, werden wir zeigen, wie man dabei der pragmatischen Philosophie folgt.

Der Zweck einer Software-Entwicklungsmethode ist es, Menschen bei der Zusammenarbeit zu unterstützen. Tun Sie und Ihr Team das, was für Sie gut funktioniert, oder investieren Sie nur in triviale Oberflächen-Artefakte und erhalten nicht die echten Vorteile, die Sie verdienen? Wir werden sehen, was es mit *Kokosnüsse bringen's nicht (Topic 50)* auf sich hat, und das wahre Geheimnis des Erfolgs lüften.

Und natürlich spielt all das keine Rolle, wenn Sie Software nicht konsistent und zuverlässig liefern können. Die Grundlage des magischen Trios aus Versionsverwaltung, Testen und Automatisierung finden Sie in *Topic 51, Pragmatic Starter Kit*.

Letztlich misst sich der Erfolg im Auge des Betrachters, dem Auftraggeber des Projekts. Die Wahrnehmung des Erfolgs ist das, was zählt, und in *Topic 52, Erfreuen Sie die Anwender*, zeigen wir Ihnen einige Tricks, um jeden Auftraggeber zu erfreuen.

Der letzte Tipp in diesem Buch ist eine direkte Folgerung aus den übrigen. In *Topic 53, Stolz und Vorurteil*, ermutigen wir Sie dazu, Ihr Werk zu signieren und stolz auf Ihr Tun zu sein.

### Topic 49: Pragmatische Teams

49

*Stoffel führt Gruppe L - sechs erstklassige Programmierer.  
Das ist eine Management-Herausforderung, die dem Hüten von Katzen entspricht.*

The Washington Post Magazine, 9. Juni 1985

Schon 1985 war der Witz über das Hüten von Katzen alt. Zum Zeitpunkt der Erstausgabe um die Jahrtausendwende war sie geradezu steinalt. Dennoch besteht sie fort, weil sie einen wahren Beiklang hat. Programmierer sind ein bisschen wie Katzen: intelligent, willensstark, rechthaberisch, unabhängig und werden oft vom Netz angebetet.

Bisher haben wir in diesem Buch pragmatische Techniken betrachtet, die einem Einzelnen helfen, ein besserer Programmierer zu werden. Können diese Methoden auch für Teams funktionieren, selbst für Teams von willensstarken, unabhängigen Menschen? Die Antwort ist ein klares „Ja“! Es hat Vorteile, als Einzelner pragmatisch zu sein, und diese Vorteile vervielfachen sich, wenn der Einzelne in einem pragmatischen Team arbeitet.

Ein Team ist unserer Ansicht nach eine kleine, weitgehend stabile eigene Einheit. Fünfzig Leute sind kein Team, sie sind eine Horde.<sup>1</sup> Teams, in denen Mitglieder ständig für andere Aufträge abgezogen werden und keiner den anderen kennt, sind auch kein Team; sie sind lediglich Fremde, die sich vorübergehend im Regen an einer Bushaltestelle unterstellen.

Ein pragmatisches Team ist klein, weniger als etwa 10–12 Mitglieder. Mitglieder wechseln eher selten. Jeder kennt jeden gut und vertraut dem anderen, alle sind aufeinander angewiesen.



#### Tipp 84

Arbeiten Sie auf kleine, stabile Teams hin.

In diesem Abschnitt werden wir kurz betrachten, wie pragmatische Techniken auf ein Team als Ganzes angewendet werden können. Diese Notizen sind nur der Anfang. Sobald man eine Gruppe pragmatischer Software-Entwickler hat, die in einer aufgeschlossenen Umgebung arbeiten, werden sie schnell ihre eigene funktionierende Teamdynamik entwickeln und verbessern.

Lassen Sie uns die vorangegangenen Abschnitte im Zusammenhang mit Teams noch einmal betrachten.

### Keine zerbrochenen Fensterscheiben

Qualität ist eine Team-Angelegenheit. Selbst der gewissenhafteste Programmierer wird es in einem ignoranten Team schwer haben, den notwendigen Enthusiasmus aufrechtzuerhalten, um die drängenden Aufgaben zu lösen. Das Problem wird noch verschärft, wenn das Team dem Programmierer den Mut nimmt, Zeit für diese Dinge aufzubringen.

Teams als Ganzes sollten keine zerbrochenen Fensterscheiben tolerieren – diese kleinen Unzulänglichkeiten, die niemand in Ordnung bringt. Das Team muss die Verantwortung für die Qualität des Produkts übernehmen. Es muss die Programmierer unterstützen, die hinter der „Keine zerbrochenen Fensterscheiben“-Philosophie stehen (siehe *Topic 3, Software-Entropie*), und auch diejenigen ermutigen, die sie noch nicht für sich entdeckt haben.

Manche Teammodelle haben einen Qualitätsbeauftragten. Jemand, an den das Team die Verantwortung für die Qualität ihrer Ergebnisse delegiert. Das ist absolut lächerlich: Qualität kann nur aus den individuellen Beiträgen aller Teammitglieder entstehen. Qualität ist eingebaut, nicht angeflanscht.

<sup>1</sup> Mit zunehmender Teamgröße wachsen die Kommunikationswege mit der Geschwindigkeit  $O(n^2)$ , wobei  $n$  die Anzahl der Teammitglieder ist. In größeren Teams beginnt die Kommunikation zusammenzubrechen und wird ineffektiv.

## Gekochte Frösche

Erinnern Sie sich an den armen Frosch in dem Topf mit Wasser in *Topic 4, Steinsuppe und gekochte Frösche*? Er bemerkt die schrittweise Veränderung in seiner Umgebung nicht und wird gekocht. Dasselbe kann mit Einzelnen passieren, die nicht wachsam sind. Es ist manchmal ganz schön schwer, in der Hitze des Projekts die Augen für die eigene Umgebung offen zu halten.

Es ist sogar noch leichter, sich als ganzes Team zu verbrühen. Die Team-Mitglieder nehmen an, es werde sich schon jemand anders um das Problem kümmern oder dass der Teamleiter die angeforderte Änderung abgesegnet habe. Selbst Teams mit den besten Absichten können bedeutende Veränderungen in ihrer Umgebung übersehen.

Verhindern Sie das. Stellen Sie sicher, dass jeder seine Umgebung aktiv auf Veränderungen beobachtet. Bleiben Sie wachsam, falls sich der Umfang vergrößert, die Zeiträume verkürzen, zusätzliche Funktionen erwünscht sind, neue Umgebungen hinzukommen – alles, was nicht in der ursprünglichen Abstimmung vorhanden war. Führen Sie Metriken für neue Anforderungen.<sup>2</sup> Das Team muss Änderungen nicht einfach kurzerhand ausschlagen, Sie müssen sich nur darüber im Klaren sein, dass diese Veränderungen stattfinden. Andernfalls sind *Sie* derjenige, der im heißen Wasser sitzt.

## Planen Sie Ihr Wissensportfolio

In *Topic 6, Ihr Wissensportfolio*, haben wir untersucht, wie Sie in Ihrer Freizeit in das persönliche Wissensportfolio investieren sollten. Teams, die Erfolg haben wollen, müssen auch ihre Investitionen in Wissen und Fähigkeiten berücksichtigen.

Wenn Ihr Team ernsthaft an Verbesserung und Innovation interessiert ist, müssen Sie einen Zeitplan dafür aufstellen. Der Versuch, das „immer dann zu erledigen, wenn man mal Zeit hat“, bedeutet, *dass es niemals geschieht*. Mit welcher Art von Backlog oder Aufgabenliste oder Flow Sie auch arbeiten, reservieren Sie dieses Arbeitsmittel nicht nur für die Entwicklung von Features. Das Team arbeitet an mehr als nur neuen Funktionen. Einige mögliche Beispiele sind diese:

**Wartung alter Systeme.** Während wir es lieben, an dem schicken neuen System zu arbeiten, gibt es wahrscheinlich auch Wartungsarbeiten, die am alten System durchgeführt werden müssen. Wir haben Teams getroffen, die versuchen, diese Arbeiten möglichst zurückzustellen. Wenn das Team mit diesen Aufgaben betraut ist, dann erledigen Sie sie auch wirklich.

**Prozessreflexion und -verfeinerung.** Kontinuierliche Verbesserung kann nur geschehen, wenn man sich die Zeit nimmt, sich umzusehen und herauszufinden, was funktioniert und was nicht. Dann geht man Änderungen an (siehe *Topic 48, Das Wesen der Agilität*). Zu viele Teams sind so sehr mit Wasser schöpfen beschäftigt, dass sie keine Zeit haben, das Leck zu reparieren. Planen Sie das. Bringen Sie es in Ordnung.

**Neue Tech-Experimente.** Nehmen Sie keine neuen Technologien, Frameworks oder Bibliotheken an, bloß weil „jeder das macht“ oder weil es auf etwas basiert, das Sie online gelesen oder auf einer Konferenz gesehen haben. Prüfen Sie gezielt potenzielle Kandidaten für neue Technologien anhand von Prototypen. Setzen Sie Aufgaben auf den Zeitplan, um die neuen Dinge auszuprobieren und die Ergebnisse zu analysieren.

<sup>2</sup> Ein *Burn-up-Diagramm* ist dafür besser geeignet als das üblichere *Burn-down-Diagramm*. Mit einem *Burn-up-Diagramm* können Sie deutlich erkennen, wie die zusätzlichen Merkmale die Zieltermine verschieben.

**Verbesserung der Lernfähigkeiten und Skills.** Persönliches Lernen und Verbesserungen sind ein guter Anfang, aber viele Skills sind effektiver, wenn sie teamweit verbreitet werden. Planen Sie das ein, sei es bei informellen Treffen wie der gemeinsamen Kaffeepause oder formelleren Trainingseinheiten.



#### Tipp 85

Planen Sie es ein, damit es passiert.

### Teampräsenz kommunizieren

Es ist naheliegend, dass Entwickler in einem Team miteinander reden müssen. Wir haben einige Vorschläge dafür in *Topic 7, Kommuniziere!*, gemacht. Nur zu leicht vergisst man, dass auch jedes Team in der Organisation eigenständig auftritt. Das Team als Ganzes muss klar und deutlich mit der Außenwelt kommunizieren.

Für Außenstehende sind die unangenehmsten Projektteams diejenigen, die mürrisch und wortkarg auftreten. Besprechungen dieser Teams haben keine klare Linie, und niemand möchte etwas sagen. Ihre E-Mails und Projektdokumente sind eine Schande, denn keines sieht aus wie das andere und jedes verwendet eine andere Terminologie.

Großartige Projektteams haben Charakter. Man freut sich auf Besprechungen mit ihnen, weil man einen gut vorbereiteten Beitrag erwartet, der alle zufriedenstellt. Ihre erstellte Dokumentation ist knapp, präzise und konsistent. Das Team spricht mit einer Stimme.<sup>3</sup> Vielleicht hat es sogar Sinn für Humor.

Es gibt einen einfachen Marketing-Trick, der Teams hilft, als Einheit zu kommunizieren: Wenn Sie mit einem Projekt beginnen, sollten Sie einen Namen dafür erfinden, idealerweise einen seltsamen (in der Vergangenheit haben wir Projekte nach Killer-Papageien, die sich Schafe als Opfer aussuchen, optischen Täuschungen oder mystischen Städten benannt). Nehmen Sie sich 30 Minuten, um ein verrücktes Logo zu entwerfen, und verwenden Sie es in Mitteilungen und Berichten. Setzen Sie den Namen Ihres Teams bewusst ein, wenn Sie mit Leuten reden. Es mag albern klingen, gibt aber Ihrem Team eine Identität, auf die es bauen kann, und die Welt kann sich zu Ihrer Arbeit etwas Unverwechselbares einprägen.

### Wiederhole dich nicht

In *Topic 9, Die Übel der Wiederholung*, haben wir über die Schwierigkeiten geredet, doppelte Arbeit unter Teammitgliedern zu vermeiden. Diese Wiederholung führt zu unnötigem Aufwand und vermutlich auch zu einem Wartungsabtraum. „Ofenrohr“- oder „Silo“-Systeme sind in diesen Teams weit verbreitet, mit wenig gemeinsamer Nutzung und vielen doppelten Funktionen. Gute Kommunikation ist der Schlüssel zur Vermeidung dieser Probleme. Und mit „gut“ meinen wir *sofort* und *reibungslos*.

Sie sollten in der Lage sein, Teammitgliedern eine Frage zu stellen und zeitnah eine Antwort zu erhalten. Wenn das Team räumlich beieinander arbeitet, kann das z. B. so einfach sein wie mal über die Trennwand der Arbeitsplätze zu schauen oder sich auf dem Flur zu treffen.

<sup>3</sup> Das Team spricht nach außen hin mit einer Stimme. Nach innen wollen wir zu lebendigen, harten Debatten ermutigen. Gute Entwickler sind manchmal ziemlich leidenschaftlich bei ihrer Arbeit.

Bei Remote-Teams müssen Sie sich möglicherweise auf eine Messaging-App oder andere elektronische Mittel verlassen.

Wenn Sie eine Woche auf die Teambesprechung warten müssen, um Ihre Frage zu stellen oder Ihren Status mitzuteilen, ist das eine Menge Reibung.<sup>4</sup> Reibungslos bedeutet, dass einfach und ohne großen Aufwand Fragen zu stellen sind und dass man Fortschritt, Probleme, Einsichten und Erkenntnisse mitteilen kann und weiß, was die Teamkollegen tun.

Fördern Sie das Bewusstsein dafür, DRY zu bleiben.

### Leuchtspurmunitie fürs Team

Ein Projektteam hat viele verschiedene Aufgaben in verschiedenen Bereichen des Projekts zu erfüllen, wobei viele verschiedene Technologien ins Spiel kommen. Ein Verständnis der Anforderungen, für den Entwurf der Architektur, die Entwicklung von Frontend und Server, für das Testen, all das muss umgesetzt werden. Aber es ist ein weit verbreiteter Irrtum, dass diese Aktivitäten und Aufgaben getrennt voneinander und isoliert stattfinden können. Dem ist nicht so.

Einige Methoden befürworten, dass im Team selbst alle möglichen unterschiedlichen Rollen und Titel vorhanden sind, oder schaffen separate spezialisierte Teams. Das Problem bei diesem Ansatz ist jedoch, dass er *Schranken* und *Übergabepunkte* einführt. Statt eines reibungslosen Ablaufs vom Team zum Deployment haben Sie jetzt künstliche Tore, an denen die Arbeit aufhört. Übergaben, auf deren Akzeptanz man warten muss. Genehmigungen. Papierkram. Die Lean-Profis nennen das *Verschwendung* und bemühen sich, so etwas aktiv zu beseitigen.

All diese verschiedenen Rollen und Aktivitäten sind in Wirklichkeit unterschiedliche Ansichten desselben Problems, und ihre künstliche Trennung kann eine Menge Ärger verursachen. Beispielsweise ist es unwahrscheinlich, dass Programmierer, die zwei oder drei Ebenen von den tatsächlichen Anwendern ihres Codes entfernt sind, sich des Kontexts bewusst sind, in dem ihre Arbeit verwendet wird. Sie sind daher nicht in der Lage, fundierte Entscheidungen zu treffen.

In *Topic 12, Leuchtspurmunitie*, empfehlen wir die Entwicklung einzelner, wenn auch zunächst kleiner und begrenzter Funktionen, die sich durch das gesamte System ziehen. Das bedeutet, dass Sie alle Fähigkeiten benötigen, um dies innerhalb des Teams zu tun: Frontend, UI/UX, Server, DBA, QS usw., und alle können reibungsarm und gut aufeinander abgestimmt miteinander daran arbeiten. Mit dem Leuchtspurmunitie-Ansatz können Sie sehr kleine Funktionalitäten sehr schnell implementieren und erhalten sofortiges Feedback darüber, wie gut Ihr Team kommuniziert und liefert. Das schafft eine Umgebung, in der Sie Änderungen umsetzen und Feinabstimmungen für Ihr Team und Ihre Prozesse schnell und einfach vornehmen können.



#### Tipp 86

Organisieren Sie voll funktionsfähige Teams.

Stellen Sie Teams zusammen, damit Sie den Code durchgängig, inkrementell und iterativ erstellen können.

<sup>4</sup> Andy hat Teams getroffen, die ihre täglichen Scrum-Stand-ups am Freitag durchführten.

## Automatisierung

Alle Tätigkeiten des Teams zu automatisieren, ist eine großartige Möglichkeit, um sowohl Konsistenz als auch Genauigkeit zu sichern. Warum sich mit Code-Formatierungsstandards abmühen, wenn Ihr Editor oder die IDE dies automatisch für Sie erledigen kann? Warum manuelle Tests durchführen, wenn der kontinuierliche Build Tests automatisch ausführen kann? Warum von Hand deployen, wenn die Automatisierung dies jedes Mal auf die gleiche Weise, wiederholbar und zuverlässig tun kann?

Automatisierung ist für jedes Projektteam unverzichtbar. Stellen Sie sicher, dass das Team über Fähigkeiten verfügt, um *Werkzeuge* zur automatischen Projektentwicklung und Produktionseinsatz zu konstruieren und einzusetzen.

## Wissen, wann genug Farbe drauf ist

Denken Sie daran, dass die Teams aus Individuen bestehen. Geben Sie jedem Mitglied die Möglichkeit, auf seine oder ihre Art zu glänzen. Sie müssen ihnen nur so viel Struktur vorgeben, wie nötig ist, um sie zu unterstützen, damit das Projekt Werte liefert. Dann müssen Sie der Versuchung widerstehen, noch mehr Farbe drauf zu tun – wie der Maler in *Topic 5, Gut ist gut genug*.

## Verwandte Topics

- Topic 2, *Der Hund hat meinen Quelltext gefressen*
- Topic 7, *Kommuniziere!*
- Topic 12, *Leuchtspurmunition*
- Topic 19, *Versionsverwaltung*
- Topic 50, *Kokosnüsse bringen's nicht*
- Topic 51, *Pragmatic Starter Kit*

## Aufgaben

- Betrachten Sie erfolgreiche Teams außerhalb der Software-Entwicklung. Was macht sie erfolgreich? Verwenden sie irgendein Vorgehen aus diesem Topic?
- Versuchen Sie zu Beginn Ihres nächsten Projekts, die Leute davon zu überzeugen, es zu einer Marke zu machen. Geben Sie Ihrer Organisation Zeit, sich daran zu gewöhnen, und machen dann eine kurze Umfrage, welchen Unterschied es im Team und außerhalb bedeutet hat.
- Wahrscheinlich wurden Ihnen mal Aufgaben gestellt wie „Wenn 4 Arbeiter 6 Stunden brauchen, einen Graben auszuheben, wie lange würden dann 8 Arbeiter brauchen?“. Im wirklichen Leben beeinflussen welche Faktoren die Antwort, wenn die Arbeiter stattdessen Code schreiben würden? In welchen Fällen wird die Zeit tatsächlich reduziert?
- Lesen Sie *Vom Mythos des Mann-Monats* [Bro96] von Frederick Brooks. Wollen Sie ein Extrasternchen, kaufen Sie zwei Exemplare, um es doppelt so schnell lesen zu können.

## Topic 50: Kokosnüsse bringen's nicht

Die einheimischen Inselbewohner hatten noch nie zuvor ein Flugzeug gesehen oder Menschen wie diese Fremden getroffen. Als Gegenleistung für die Nutzung ihres Landes stellten die Fremden mechanische Vögel zur Verfügung, die den ganzen Tag über auf einer „Landebahn“ ein- und ausflogen und unglaublichen materiellen Reichtum in ihre Inselheimat brachten. Die Fremden erwähnten irgendetwas über Krieg und Kämpfe. Eines Tages war es vorbei, und die Fremden verschwanden und nahmen alle ihre seltsamen Reichtümer mit.

Die Inselbewohner versuchten verzweifelt, ihr Glück wiederherzustellen, und bauten den Flughafen mit dem Kontrollturm und der Ausrüstung nach. Sie schufen diese Attrappe mit lokalen Materialien wie Weinreben, Kokosnussschalen oder Palmwedel. Aber aus irgendeinem Grund kamen keine Flugzeuge mehr, obwohl sie alles richtig vorbereitet hatten. Sie hatten die Form nachgeahmt, aber nicht den Inhalt. Anthropologen bezeichnen dies als „Cargo-Kult“.

Allzu oft sind *wir* die Inselbewohner.

Es ist einfach und verlockend, in die Cargo-Kult-Falle zu tappen: Man investiert in die leicht sichtbaren Artefakte, erbaut sie und hofft so, die zugrunde liegende, wirkungsvolle Magie anzuziehen. Aber wie bei den originalen Cargo-Kulten Melanesiens<sup>5</sup> ist ein nachgebauter Flughafen aus Kokosnussschalen kein Ersatz für den echten.

Zum Beispiel haben wir selbst Teams getroffen, die behaupteten, Scrum zu verwenden. Bei genauerem Hinsehen stellte sich jedoch heraus, dass sie einmal pro Woche ein Daily Stand-up-Meeting mit vierwöchigen Iterationen abhielten, aus denen oft sechs- oder achtwöchige Iterationen wurden. Sie waren der Meinung, dass dies in Ordnung sei, weil sie ein beliebtes „agiles“ Terminplanungsinstrument verwendeten. Sie investierten nur in die oberflächlichen Artefakte – oft nur dem Namen nach, als ob „Stand up“ oder „Iteration“ eine Art Beschwörungsformel für Abergläubische wäre. Es überrascht nicht, dass es auch ihnen nicht gelungen ist, die wahre Magie anzuziehen.

### Kontext ist wichtig

Sind Sie oder Ihr Team in diese Falle geraten? Fragen Sie sich, warum Sie überhaupt diese spezielle Entwicklungsmethode anwenden. Oder dieses Framework? Oder jene Testtechnik? Eignet sie sich tatsächlich gut für die anstehende Aufgabe? Funktioniert es auch für Sie gut? Oder hat man es übernommen, nur weil es im Internet gerade die neueste Erfolgsgeschichte angetrieben hat?

Es gibt einen aktuellen Trend, die Richtlinien und Prozesse von erfolgreichen Unternehmen wie Spotify, Netflix, Stripe, GitLab und anderen zu übernehmen. Alle haben ihre eigenen, einzigartigen Auffassungen von Software-Entwicklung und -Management. Aber bedenken Sie den Kontext: Sind Sie auf dem gleichen Markt tätig, mit den gleichen Zwängen und Möglichkeiten, ähnlicher Expertise und Organisationsgröße, ähnlichem Management und ähnlicher Kultur? Haben Sie eine ähnliche Nutzerbasis und Anforderungen?

Fallen Sie nicht darauf herein. Besondere Artefakte, oberflächliche Strukturen, Richtlinien, Prozesse und Methoden reichen nicht aus.

<sup>5</sup> Siehe <https://de.wikipedia.org/wiki/Cargo-Kult>

**Tipp 87**

Machen Sie, was funktioniert, und nicht, was gerade Mode ist.

Woher wissen Sie, „was funktioniert“? Sie verlassen sich auf diese grundlegendste aller pragmatischen Techniken:

**Probieren Sie es aus.**

Versuchen Sie, die Idee mit einem kleinen Team oder einer Reihe von Teams zu erproben. Behalten Sie die Teile, die gut zu funktionieren scheinen, und entsorgen Sie alles andere als Abfall oder Overhead. Niemand wird Ihre Organisation herabstufen, weil sie anders arbeitet als Spotify oder Netflix, denn auch diese befolgten auf dem Weg des Wachstums ihre eigenen aktuellen Prozesse nicht. Und Jahre später, wenn diese Unternehmen reifen, umschwenken und weiter florieren, werden sie wieder etwas anderes tun.

Das ist das eigentliche Geheimnis ihres Erfolgs.

**Die eine Größe passt niemandem**

Der Zweck einer Software-Entwicklungsmethode ist es, Menschen bei der Zusammenarbeit zu unterstützen. Wie wir in *Topic 48, Das Wesen der Agilität*, ausführen, gibt es keinen einzigen Plan, dem man bei der Entwicklung von Software folgen kann, insbesondere keinen Plan, den sich jemand anderes in einer anderen Firma ausgedacht hat.

Viele Zertifizierungsprogramme sind sogar noch schlimmer als das: Sie setzen voraus, dass der Student in der Lage ist, die Regeln auswendig zu lernen und zu befolgen. Aber das liegt nicht in Ihrem Interesse. Sie brauchen die Fähigkeit, über bestehende Regeln hinauszusehen und Möglichkeiten für Vorteile zu nutzen. Das ist eine ganz andere Denkweise als ein „aber bei Scrum/Lean/Kanban/XP/agile macht man es so und so ...“ und so weiter.

Stattdessen wollen Sie die besten Elemente aus einer bestimmten Methodik nehmen und sie an Ihre Gegebenheiten anpassen. Wir haben keine Einheitsgröße, die allen passt, und die derzeitigen Methoden sind bei Weitem nicht vollständig, sodass Sie sich mehr als nur eine beliebte Methode ansehen müssen.

Zum Beispiel definiert Scrum einige Praktiken zum Projektmanagement, aber Scrum allein bietet nicht genügend Anleitung auf der technischen Ebene für Teams oder auf der Portfolio/Governance-Ebene für die Führung. Wo fangen Sie also an?

**Nehmen Sie die als Vorbild!**

Wir hören häufig, wie Software-Entwicklungsleiter ihren Mitarbeitern sagen: „Wir sollten wie Netflix arbeiten“ (oder eines dieser anderen führenden Unternehmen). Natürlich *könnten* Sie das tun.

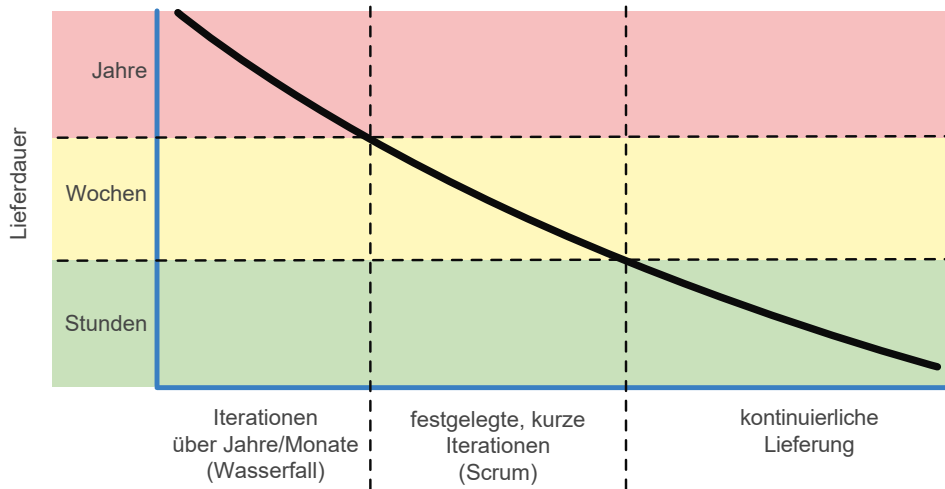
Zuerst besorgen Sie sich ein paar hunderttausend Server und zig Millionen Benutzer ...

**Das eigentliche Ziel**

Das Ziel besteht natürlich nicht darin, „Scrum umzusetzen“, „agil zu sein“, „nach Lean zu arbeiten“ oder was es da sonst noch gibt. Ziel ist es, in der Lage zu sein, funktionierende



Software zu liefern, die den Anwendern *jederzeit* neue Möglichkeiten bietet. Nicht erst in Wochen, Monaten oder Jahren, sondern *jetzt*. Für viele Teams und Organisationen fühlt sich eine kontinuierliche Lieferung wie ein hochgestecktes, unerreichbares Ziel an, vor allem, wenn Sie mit einem Prozess belastet sind, der die Lieferung auf Monate oder sogar Wochen beschränkt. Aber wie bei jedem Ziel kommt es darauf an, weiterhin in die richtige Richtung zu zielen.



Wenn Sie in jährlichen Releases liefern, versuchen Sie, den Zyklus auf Monate zu verkürzen. Von Monaten verkürzen Sie auf Wochen. Ausgehend von einem vierwöchigen Sprint versuchen Sie einen zweiwöchigen. Kochen Sie von einem zweiwöchigen Sprint auf einen einwöchigen herunter. Dann täglich. Dann schließlich auf Anfrage. Beachten Sie, dass die Fähigkeit, auf Anfrage zu liefern, nicht bedeutet, dass Sie gezwungen sind, in jeder Minute eines jeden Tages zu liefern. Sie liefern, wenn die Anwender es brauchen, wenn es geschäftlich sinnvoll ist, dies zu tun.



### Tipp 88

Liefen Sie, wenn Anwender es brauchen.

Um zu dieser Art der kontinuierlichen Entwicklung überzugehen, benötigen Sie eine grundsätzliche Infrastruktur, die wir im nächsten *Topic 51, Pragmatic Starter Kit*, erörtern. Sie entwickeln im Hauptstamm Ihres Versionsverwaltungssystems, nicht in den Zweigen, und verwenden Techniken wie *Feature Switches*, um Testfunktionen selektiv an Anwender zu liefern.

Sobald Ihre Infrastruktur in Ordnung ist, müssen Sie entscheiden, wie Sie die Arbeit organisieren wollen. Anfänger sollten beim Projektmanagement vielleicht mit Scrum beginnen, plus die technischen Praktiken von eXtreme Programming (XP). Diszipliniertere und erfahrenere Teams könnten auf Kanban- und Lean-Techniken zurückgreifen, sowohl für das Team als auch vielleicht für größere Governance-Themen.

Aber folgen Sie uns hier nicht sklavisch, sondern untersuchen Sie alles und probieren Sie diese Ansätze selbst aus. Seien Sie aber vorsichtig, es nicht zu übertreiben. Eine übermäßige Investition in eine bestimmte Methodik kann dazu führen, dass man für Alternativen blind wird. Man gewöhnt sich daran. Bald wird es schwer, andere Wege zu sehen. Sie haben sich festgefahren, und jetzt können Sie sich nicht mehr schnell anpassen.

Man könnte genauso gut Kokosnüsse verwenden.

### Verwandte Topics

- Topic 12, *Leuchtspurmunitien*
- Topic 27, *Nicht schneller als die Scheinwerfer*
- Topic 48, *Die Essenz der Agilität*
- Topic 49, *Pragmatische Teams*
- Topic 51, *Pragmatic Starter Kit*

## 51

## Topic 51: Pragmatic Starter Kit

*Die Zivilisation schreitet dadurch fort, dass wir die Anzahl wichtiger Tätigkeiten steigern, die wir ohne Nachdenken verrichten können.*

Alfred North Whitehead

Damals, als Autos noch eine Neuheit waren, war die Anleitung für das Starten eines Ford T mehr als zwei Seiten lang. Bei modernen Autos dreht man nur den Schlüssel herum, die Anlassprozedur läuft automatisch und idiotensicher. Ein Mensch, der einer Liste von Anweisungen folgt, könnte den Motor absaufen lassen, der automatische Starter nicht.

Obwohl die Software-Industrie immer noch auf dem Stand des Ford T ist, können wir es uns nicht leisten, bei immer wiederkehrenden Aufgaben jedes Mal zwei Seiten Anleitung durchzugehen. Ob es der Build-Prozess ist, die Freigabe von Programmversionen, Testen, der Papierkram für Projekte oder irgendeine andere wiederkehrende Aufgabe im Projekt, es muss automatisch geschehen.

Zusätzlich wollen wir die Konsistenz und Wiederholbarkeit im Projekt gewährleisten. Manuelle Vorgänge überlassen die Konsistenz dem Zufall und Wiederholbarkeit ist nicht garantiert, insbesondere wenn Teile des Vorgehens offen für Interpretationen sind.

Nachdem wir die erste Ausgabe von „Der Pragmatische Programmierer“ geschrieben hatten, wollten wir weitere Bücher erstellen, die Teams bei der Software-Entwicklung helfen. Wir dachten uns, wir sollten am Anfang beginnen: Was sind die grundlegendsten und wichtigsten Elemente, die *jedes* Team unabhängig von Methodik, Sprache oder Technologie benötigt? Und so entstand die Idee des Pragmatic Starter Kit, das diese drei kritischen und miteinander verbundenen Themen abdeckt:

- Versionsverwaltung
- Regressionstests
- Vollständige Automatisierung

Dies sind die drei Säulen, die jedes Projekt unterstützen. Und das geht so.

### Setzen Sie stets eine Versionsverwaltung ein

Wie bereits in *Topic 19, Versionsverwaltung*, erwähnt, sollten wir alles unter Versionsverwaltung stellen, was für das Projekt benötigt wird. Diese Idee wird im Zusammenhang mit dem Projekt selbst noch wichtiger.

Erstens erlaubt es, dass Build-Maschinen vergänglich sind. Statt dieser geheiligten, ratternden Maschine in der Ecke des Büros, die keiner zu berühren wagt,<sup>6</sup> werden Build-Rechner und/oder Cluster bei Bedarf als Spot Instances in der Cloud erstellt. Auch die Deployment-Konfiguration unterliegt der Versionsverwaltung, sodass die Freigabe zur Produktion automatisch erfolgen kann.

Und das ist der wichtige Teil: Auf der Projektebene *steuert* die Versionsverwaltung den Build- und Release-Prozess.



#### Tipp 89

Nutzen Sie Versionsverwaltung zur Steuerung von Builds, Tests und Releases.

Das heißt, Builds, Tests und Deployment werden durch Commits oder Pushs an die Versionsverwaltung ausgelöst und in einem Container in der Cloud ausgeführt. Die Freigabe zur Bereitstellung oder Produktion wird durch die Verwendung eines Tags in Ihrem Versionskontrollsystem festgelegt. Releases werden dann zu einem viel weniger zeremoniellen Teil des täglichen Lebens – eine echte kontinuierliche Lieferung, die nicht an einen bestimmten Build- oder Entwicklungsrechner gebunden ist.

### Schonungsloses Testen

Viele Entwickler testen sanft und wissen unbewusst, wo der Code versagen wird. Sie vermeiden diese Schwachstellen. Pragmatische Programmierer sind anders. Wir werden davon *angetrieben*, unsere Fehler *jetzt* zu finden. So müssen wir die Schande nicht ertragen, dass unsere Fehler später von anderen gefunden werden.

Fehler zu suchen, ist wie Fischen mit Netzen. Wir benutzen kleine, engmaschige Netze (Unit-Tests), um die kleinen Fische zu fangen, und große, grobe Netze (Integrationstests) für die Killer-Haie. Manchmal schaffen es die Fische zu entkommen. Dann flicken wir die sichtbaren Löcher in der Hoffnung, immer mehr von den glitschigen Defekten zu erwischen, die in unserem Projekt-Pool herumschwimmen.



#### Tipp 90

Testen Sie frühzeitig, häufig und automatisch.

<sup>6</sup> Wir haben das schon öfter live selbst gesehen, als Sie vielleicht glauben.

Wir beginnen mit dem Testen, sobald wir Quelltext haben. Diese mickrigen, kleinen Fische haben die üble Angewohnheit, ziemlich schnell zu gigantischen, menschenfressenden Haien zu werden, und Haie fangen ist ein ganzes Stück schwieriger. Also schreiben wir Unit-Tests. Ganz viele Unit-Tests.

Genau genommen wird in einem guten Projekt sogar *mehr* Quelltext für Tests geschrieben als für die eigentliche Anwendung. Der Aufwand für das Schreiben der Tests lohnt sich, denn auf lange Sicht kommt es Sie günstiger, und Sie haben damit eine reelle Chance, ein nahezu fehlerfreies Produkt abzuliefern.

Zusätzlich geben Ihnen die erfolgreichen Tests die Zuversicht, dass ein Stück Quelltext wirklich fertig ist.



#### Tipp 9 1

Das Programmieren ist erst fertig, wenn alle Tests erfolgreich waren.

Der automatische Build-Lauf führt alle verfügbaren Tests aus. Es ist wichtig, einen „Echttest“ anzustreben, oder anders gesagt sollte die Testumgebung genau der Produktionsumgebung entsprechen. Lücken sind die Brutstätten von Bugs.

Der Build kann mehrere Haupttypen von Software-Tests abdecken: Unit-Tests, Integrations-tests, Validierung und Verifizierung sowie Leistungstests.

Diese Liste ist keineswegs vollständig und einige spezialisierte Projekte werden auch verschiedene andere Arten von Tests erfordern. Aber damit haben wir eine gute Ausgangsbasis.

#### Unit-Tests

Ein *Unit-Test* ist Quelltext, der ein Modul auf die Probe stellt. Darum ging es in *Topic 41, Testen fürs Entwickeln*. Es ist die Basis aller anderen Testarten, die wir in diesem Topic behandeln. Wenn die Teile schon einzeln nicht funktionieren, werden sie sicher auch zusammen nicht besser arbeiten. Alle verwendeten Module müssen ihre eigenen Unit-Tests bestehen, bevor Sie weitermachen können.

Sobald alle relevanten Module ihre eigenen Unit-Tests bestanden haben, sind Sie bereit für den nächsten Schritt. Sie müssen testen, wie die Module im System interagieren.

#### Integrationstests

Integrationstests prüfen, ob die wesentlichen Teilsysteme des Projekts funktionieren und gut miteinander zusammenspielen. Mit vernünftigen Verträgen und sorgfältigen Tests können Integrationsprobleme leicht entdeckt werden. Anderenfalls wird die Integration ein fruchtbarer Nährboden für Fehler. Genau genommen sind Integrationsprobleme die allergrößte Fehlerquelle in einem System.

Integrationstests sind in der Tat nur eine Erweiterung der Unit-Tests. Man testet jetzt eben, ob ganze Subsysteme ihren Vertrag erfüllen.

#### Validierung und Verifikation

Sobald Sie eine ausführbare Benutzeroberfläche oder einen Prototyp haben, müssen Sie sich vor allem eine Frage stellen: Die Anwender haben Ihnen gesagt, was sie wollen, aber ist es auch das, was sie brauchen?

Erfüllt es die funktionalen Anforderungen des Systems? Auch das muss getestet werden. Ein fehlerfreies System, das die falschen Fragen beantwortet, ist nicht besonders sinnvoll. Finden Sie heraus, wie Anwender das System benutzen, und prüfen Sie, wie die Daten der Anwender von den Testdaten der Programmierer abweichen (siehe die Geschichte in Abschnitt *Wo Sie beginnen* (Kapitel 3) über das Linienziehen).

### Performancetests

Performance- oder Lasttests sind sicherlich ein ebenfalls wichtiger Aspekt für das Projekt. Fragen Sie sich selbst, ob die Software die Performance-Anforderungen unter realen Bedingungen erfüllt: mit der erwarteten Anzahl von Benutzern, Verbindungen oder Transaktionen pro Sekunde. Ist sie skalierbar?

Bei einigen Anwendungen benötigen Sie vielleicht sogar spezielle Test-Hardware und -Software, um die Last realistisch simulieren zu können.

### Tests testen

Wenn niemand perfekte Software schreiben kann, sind auch perfekte Tests unmöglich. Wir müssen die Tests testen.

Betrachten Sie unsere Testreihen als aufwendiges Sicherheitssystem, das einen Alarm auslösen soll, wenn ein Fehler auftritt. Wie kann man ein Sicherheitssystem besser testen als mit einem Einbruchversuch?

Haben Sie einen Test geschrieben, der einen bestimmten Fehler erkennen soll, müssen Sie den Fehler bewusst verursachen und sichergehen, dass der Testalarm anschlägt. Das gewährleistet, dass der Test den Fehler auch erkennt, wenn er wirklich auftritt.



#### Tipp 92

Testen Sie Ihre Tests durch Sabotage.

Wenn Sie es mit dem Testen *wirklich* ernst meinen, nehmen Sie einen gesonderten Zweig des Quelltexts und bauen dort absichtlich Fehler ein, die von den Tests entdeckt werden müssen. Auf einer höheren Ebene können Sie etwas wie *Chaos Monkey*<sup>7</sup> von Netflix nutzen, um Dienste zu unterbrechen (d. h. zu „killen“) und die Widerstandsfähigkeit Ihrer Anwendung zu testen. Gehen Sie beim Schreiben von Tests sicher, dass der Alarm losgeht, wenn er soll.

### Sorgfältig testen

Wenn Sie überzeugt sind, dass Ihre Tests korrekt sind und auftretende Fehler von Ihnen gefunden werden, woher wissen Sie dann, ob Sie Ihren Quelltext sorgfältig genug getestet haben?

Die Antwort lautet: „Sie wissen es nicht“ und werden es auch nie wissen. Versuchen Sie es auch einmal mit Tools zur *Abdeckungsanalyse*, die Ihren Code während des Testens beobachten und verfolgen, welche Codezeilen ausgeführt wurden und welche nicht. Diese Tools helfen Ihnen, ein allgemeines Gefühl dafür zu bekommen, wie umfassend Ihre Tests sind, aber erwarten Sie keine 100%ige Abdeckung.<sup>8</sup>

<sup>7</sup> <https://netflix.github.io/chaosmonkey>

<sup>8</sup> Eine interessante Studie über die Korrelation zwischen Testabdeckung und Defekten finden Sie in *Mythical Unit Test Coverage* [ADSS18].

Selbst wenn Sie jede Quelltextzeile erwischen, zeigt das nicht das ganze Bild. Wichtig ist die Anzahl der Zustände, die Ihr Programm annehmen kann. Zustände sind nicht gleichbedeutend mit Quelltextzeilen. Nehmen Sie beispielsweise an, Sie hätten eine Funktion, die zwei Integer erwartet, von denen jede eine Zahl zwischen 0 und 999 sein kann.

```
int test(int a, int b) {
    return a / (a + b);
}
```

In der Theorie hat dieser Dreizeiler 1.000.000 logische Zustände, von denen 999.999 korrekt funktionieren und einer nicht (wenn  $a + b = 0$  ist). Allein die Tatsache, dass diese Quelltextzeile ausgeführt worden ist, zeigt das nicht. Sie müssen alle möglichen Zustände des Programms identifizieren. Dummerweise ist das im Allgemeinen ein *echt hartes* Problem. Hart im Sinne von: „Die Sonne wird ein kalter, harter Brocken sein, bevor Sie es gelöst haben.“



### Tipp 93

Testen Sie Zustandsabdeckung, nicht Quelltextabdeckung.

### Property-Based Testing

Eine gute Möglichkeit zu untersuchen, wie Ihr Code mit unerwarteten Zuständen umgeht, besteht darin, diese Zustände von einem Computer generieren zu lassen.

Verwenden Sie Property-Based Testing, um Testdaten gemäß den Verträgen und Invarianten des zu prüfenden Codes zu erzeugen. Wir behandeln dieses Thema ausführlich in *Topic 42, Property-Based Testing*.

### Das Netz enger ziehen

Schließlich wollen wir noch das allerwichtigste Konzept beim Testen enthüllen. Es ist naheliegend, und praktisch jedes Lehrbuch weist darauf hin, aber aus irgendeinem Grund wenden es die meisten Projekte nicht an.

Wenn ein Fehler durch das bestehende Netz von Tests schlüpft, müssen Sie einen neuen Test hinzufügen, um ihn beim nächsten Mal zu entdecken.



### Tipp 94

Finden Sie Fehler nur einmal.

Wenn ein menschlicher Tester einen Fehler findet, sollte es das *letzte* Mal gewesen sein, dass ein Mensch darauf gestoßen ist. Die automatisierten Tests müssen so geändert werden, dass ab dann auf diesen speziellen Fehler hin geprüft wird. Die Prüfung erfolgt jedes Mal, ohne Ausnahme, egal wie trivial der Fehler auch sein mag und wie bestimmt der Programmierer auch behauptet: „Oh, das wird nie wieder passieren.“

Es wird wieder passieren, und wir haben nicht die Zeit zur Jagd auf Fehler, die automatisierte Tests für uns finden könnten. Wir müssen unsere Zeit nutzen, neuen Quelltext zu schreiben – und neue Fehler.

## Vollständige Automatisierung

Wie wir zu Beginn dieses Topics gesagt haben, beruht die moderne Entwicklung auf skript-gesteuerten, automatischen Verfahren. Egal, ob Sie etwas so Einfaches wie Shell-Skripte mit `rsync` und `ssh` oder voll funktionsfähige Lösungen wie Ansible, Puppet, Chef oder Salt verwenden, verlassen Sie sich einfach nicht auf manuelles Eingreifen.

Es war einmal ein Kundenstandort, an dem alle Entwickler dieselbe IDE benutzten. Der Systemadministrator gab jedem Anweisungen, welche zusätzlichen Pakete zur IDE installiert werden sollten. Die Anweisungen waren viele Seiten lang, voll von „Klicken Sie hier“, „Scrollen Sie dahin“, „Ziehen Sie dies“, „Doppelklicken Sie das“ und „Wiederholen Sie das“.

Wenig überraschend: Die Rechner aller Software-Entwickler waren immer ein klein wenig anders konfiguriert. Wenn verschiedene Software-Entwickler dieselbe Anwendung laufen ließen, gab es feine Unterschiede. Auf manchen Rechnern traten Fehler auf, auf anderen aber nicht. Das Aufspüren der Versionsdifferenzen enthüllte bei jeder Komponente Überraschungen.



### Tipp 95

Vermeiden Sie manuelle Vorgänge

Menschen können einfach nicht so gut wiederholen wie Computer, und wir sollten das auch nicht von ihnen erwarten. Ein Shell-Skript oder ein Programm führt dieselben Anweisungen aus, in derselben Reihenfolge und immer wieder. Es steht selbst unter Versionsverwaltung, sodass Sie Veränderungen an der Build-/Release-Prozedur im Lauf der Zeit feststellen können („aber es *hat* mal funktioniert ...“).

Alles hängt von der Automatisierung ab. Sie können den Build für das Projekt nicht auf einem anonymen Cloud-Server erstellen, es sei denn, die Erstellung erfolgt vollautomatisch. Sie können kein automatisches Deployment durchführen, wenn manuelle Schritte erforderlich sind. Und sobald man manuelle Schritte einführt („nur für diesen einen Teil ...“), zerbricht man gerade ein sehr großes Fenster.<sup>9</sup>

Mit diesen drei Säulen der Versionsverwaltung, schonungslosem Testen und vollständiger Automatisierung hat Ihr Projekt die solide Grundlage, die Sie brauchen, um sich auf den schwierigen Teil konzentrieren zu können: die Anwender zu begeistern.

## Verwandte Topics

- Topic 11, *Umkehrbarkeit*
- Topic 12, *Leuchtspurnmunition*
- Topic 17, *Kommandospiele*
- Topic 19, *Versionsverwaltung*
- Topic 41, *Testen fürs Entwickeln*
- Topic 49, *Pragmatische Teams*
- Topic 50, *Kokosnüsse bringen's nicht*

<sup>9</sup> Denken Sie immer an *Topic 3, Software-Entropie*. Immer!

## Aufgaben

- Sind Ihre nächtlichen oder kontinuierlichen Builds automatisch, aber das Deployment zur Produktion nicht? Warum? Was ist so besonders an diesem Server?
- Können Sie Ihr Projekt vollständig automatisch testen? Viele Teams sind gezwungen, das zu verneinen. Und warum? Ist es zu schwierig, die richtigen Ergebnisse festzulegen? Wäre es dann nicht auch schwierig, den Auftraggebern klar zu machen, dass das Projekt „fertig“ ist?
- Ist es zu schwierig, die Anwendungslogik unabhängig von der grafischen Benutzeroberfläche zu testen? Was sagt das über die grafische Benutzeroberfläche aus? Was über Kopplung?

## 52

## Topic 52: Erfreuen Sie die Anwender

*Wenn Sie Menschen verzaubern, ist es nicht Ihr Ziel, an ihnen Geld zu verdienen oder sie dazu zu bringen, das zu tun, was Sie wollen, sondern Ihr Ziel ist es, sie mit großer Freude zu erfüllen.*

Guy Kawasaki

Unser Ziel als Entwickler ist es, die Anwender zu *erfreuen*. Deshalb sind wir hier. Nicht, um sie nach ihren Daten zu durchsuchen, ihre Aktivitäten abzusaugen oder ihre Brieftaschen zu leeren. Mal abgesehen von solch ruchlosen Zielen ist selbst die rechtzeitige Bereitstellung funktionierender Software nicht genug. Das allein wird sie nicht erfreuen.

Ihre Anwender fahren nicht eigentlich besonders auf Code ab. Stattdessen haben sie ein geschäftliches Problem, das im Rahmen ihrer Ziele und ihres Budgets gelöst werden muss. Sie sind davon überzeugt, dass sie das in Zusammenarbeit mit Ihrem Team erreichen können.

Ihre Erwartungen beziehen sich nicht auf Software. Sie sind nicht einmal implizit in irgendeiner Spezifikation enthalten, die Sie von ihnen bekommen (weil diese Spezifikationen unvollständig sind, bis Ihr Team sie mit den Anwendern mehrmals durchgesprochen hat).

Wie finden Sie dann ihre Erwartungen heraus? Stellen Sie diese einfache Frage:

*Wie werden Sie einen Monat (oder ein Jahr oder was auch immer) nach Abschluss dieses Projekts wissen, dass wir alle erfolgreich waren?*

Die Antwort wird Sie vielleicht überraschen. Ein Projekt zur Verbesserung von Produktempfehlungen könnte tatsächlich vom Aspekt der Kundenbindung her beurteilt werden; ein Projekt zur Konsolidierung zweier Datenbanken könnte unter dem Gesichtspunkt der Datenqualität beurteilt werden, oder es könnte um Kosteneinsparungen gehen. Aber es sind diese Erwartungen an den Geschäftswert, die wirklich zählen – nicht nur das Software-Projekt selbst. Die Software ist nur ein Mittel zu diesem Zweck.

Und jetzt, da Sie einige der dem Projekt zugrunde liegenden Wertenerwartungen ausgegraben haben, können Sie darüber nachdenken, wie Sie diese Erwartungen erfüllen können:

- Achten Sie darauf, dass jeder im Team sich über diese Erwartungen völlig im Klaren ist.
- Überlegen Sie bei Ihren Entscheidungen, welcher Weg Sie diesen Erwartungen näherbringt.



- Analysieren Sie kritisch die Anforderungen der Anwender im Hinblick auf die Erwartungen. Bei vielen Projekten haben wir festgestellt, dass die angegebene „Anforderung“ in Wirklichkeit nur eine Vermutung war, was man mithilfe der Technologie erreichen könnte: Es handelte sich eigentlich um einen als Anforderungsdokument verkleideten Amateur-Implementierungsplan. Scheuen Sie sich nicht, Vorschläge zu machen, die die Anforderungen ändern, wenn Sie nachweisen können, dass sie das Projekt dem Ziel näherbringen.
- Denken Sie weiterhin über diese Erwartungen nach, während Sie das Projekt vorantreiben.

Wir haben festgestellt, dass wir mit zunehmender Kenntnis des Bereichs besser in der Lage sind, Vorschläge für andere Dinge zu machen, die zur Lösung der zugrunde liegenden Geschäftsprobleme beitragen könnten. Wir sind der festen Überzeugung, dass Entwickler, die vielen verschiedenen Aspekten einer Organisation ausgesetzt sind, oft Wege sehen können, verschiedene Teile des Unternehmens miteinander zu verweben, die für einzelne Abteilungen nicht immer offensichtlich sind.



#### Tipp 96

Liefere Sie nicht bloß Code ab, sondern erfreue Sie die Anwender.

Wenn Sie Ihren Kunden erfreuen wollen, bauen Sie eine Beziehung zu ihm auf, in der Sie aktiv zur Lösung seiner Probleme beitragen können. Auch wenn Sie irgendeine Variante von „Software-Entwickler“ oder „Software-Ingenieur“ in Ihrer Berufsbezeichnung herumtragen, sollte sie in Wahrheit „Problemlöser“ lauten. Denn genau das ist es, was wir tun, und genau das ist das Wesen eines Pragmatischen Programmierers.

Wir lösen Probleme.

#### Verwandte Topics

- Topic 12, *Leuchtspurnmunition*
- Topic 13, *Prototypen und Post-it-Zettel*
- Topic 45, *Die Anforderungsgrube*

## Topic 53: Stolz und Vorurteil

53

*Sie haben uns lange genug erfreut.*

Jane Austen, „Stolz und Vorurteil“

Pragmatische Programmierer entziehen sich ihrer Verantwortung nicht. Stattdessen genießen wir es, Herausforderungen anzunehmen und für unseren Sachverstand bekannt zu sein. Wenn wir für einen Entwurf oder ein Stück Quelltext verantwortlich sind, erfüllen wir eine Aufgabe, auf die wir stolz sein können.

**Tipp 97**

Signieren Sie Ihre Arbeit.

Früher waren Handwerker stolz, ihre Arbeiten zu signieren. Auch Sie sollten das sein.

Projektteams bestehen immer noch aus Menschen, und das kann zu Problemen führen. In manchen Projekten verursacht die Vorstellung vom *Eigentum am Quelltext* Probleme bei der Zusammenarbeit. Die Teammitglieder verteidigen ihr Territorium und arbeiten nicht mehr an gemeinsamen Fundamenten. Das Projekt endet eventuell in einem Haufen kleiner Machtinseln. Man betrachtet den eigenen Quelltext voreingenommen und stellt sich gegen den Quelltext der Kollegen.

Das ist nicht, was wir wollen. Sie sollten Ihren Quelltext nicht eifersüchtig gegen Eindringlinge verteidigen. Aus demselben Grund sollten Sie andere Programmierer mit Respekt behandeln. Die goldene Regel „Was du nicht willst, das man dir tu“, das füg' auch keinem andern zu“ und ein grundlegender gegenseitiger Respekt der Entwickler voneinander sind entscheidend, damit dieser Tipp funktioniert.

Anonymität kann insbesondere in großen Projekten ein Nährboden für Nachlässigkeit, Fehler, Faulheit und schlechten Quelltext sein. Zu leicht sieht man sich nur als kleines Rädchen im Getriebe und schreibt endlose Statusberichte mit billigen Ausreden statt guten Quelltext.

Quelltext braucht einen Eigentümer, aber es muss nicht unbedingt eine Einzelperson sein. Übrigens empfiehlt auch Kent Beck mit seinem eXtreme Programming<sup>10</sup> gemeinsames Eigentum am Quelltext (es erfordert aber auch noch weitere Praktiken wie Pair-Programming, um sich vor den Gefahren der Anonymität zu schützen).

Wir wollen stolze Eigentümer sehen („Ich habe das geschrieben, und ich stehe hinter meiner Arbeit“). Ihr Kürzel sollte sich zu einem anerkannten Zeichen für Qualität entwickeln. Man soll ein Stück Software für robust, gut geschrieben, gut getestet und gut dokumentiert halten, wenn man Ihren Namen darauf liest. Eine wirklich professionelle Arbeit, die ein echter Fachmann geschrieben hat.

Ein Pragmatischer Programmierer.

*Wir danken Ihnen.*

<sup>10</sup> <http://www.extremeprogramming.org>

# Die Autoren

**Dave Thomas** und **Andy Hunt** sind international anerkannt als führende Stimmen in der Community der Software-Entwickler.

Die beiden sind weltweit als Consultants unterwegs und halten Vorträge. Gemeinsam gründeten sie „Pragmatic Bookshelf“, in dem preisgekrönte hochaktuelle Bücher für Software-Entwickler veröffentlicht werden. Beide gehören zu den Mitautoren des Agilen Manifests.



Dave unterrichtet derzeit am College, drechselt Holz und spielt gerne mit neuen Technologien und Paradigmen.

*[pragdave.me](http://pragdave.me)*



Andy schreibt Science-Fiction, ist aktiver Musiker und liebt es, mit Technik herumzubasteln.

*[toolshed.com](http://toolshed.com)*

Doch die größte Motivation der beiden ist der tiefe Wunsch nach kontinuierlichem Lernen.

# Stichwortverzeichnis

## A

- Abdeckungsanalyse, Tools 251
- Abhängigkeit, zeitliche 154
- Abschätzen 57
- Abschätzungen
  - Genauigkeitsgrad 58
  - Modell des Systems entwickeln 59
  - Modelle des Problems 58
  - Vorgehensweise 58
- Absturz
  - früher 98
  - kontrollierter 98
- actor model 154
- Ad-hoc-Tests 201
- Agenten 96
- Agilität
  - Bedeutung 235
  - Essenz 235
- Aktivitätsdiagramm 155
- Aktivposten
  - berufliche 12
  - verderbliche 12
- Aktor 164, 165
  - Definition 165
- Aktorenimplementierung bei Erlang 169
- Aktorenmodell 154
- Aktualisierungen, nicht-transaktionale 163
- Algorithmen
  - Flaschenhals 189
  - Geschwindigkeit 185
  - Geschwindigkeit in der Praxis 188
  - Komplexität abschätzen 187
- Alternativen statt Ausreden 4
- Anagrammfinder 132
- Anforderungen
  - Anforderungsmythos 222
  - durch Attrappen und Prototypen erschließen 224
  - Ausweitung des Aufgabenbereichs 227
  - Dokumente dienen der Planung 227
  - Dokumente nicht für Kunden geeignet 226
  - dokumentieren 226
  - Feedback-Schleife 224
  - funktionale 251
  - für Kunden formulieren 224
  - Projektglossar 228
  - als Prozess 224
  - und Qualität 11
  - und Realität 226
  - Richtlinien 225
  - sammeln 221
  - überspezifizierte Dokumente 227
  - verschachtelte 105
- Anforderungsanalyse, Zufälle 183
- Angriffsfläche minimieren 211
- Angriffsvektor
  - Ausgabedaten 212
  - authentifizierte Dienste 212
  - nicht authentifizierte Dienste 212
  - Code-Komplexität 211
  - Debugging-Daten 212
  - Eingabedaten 211
- Annahmen
  - falsche finden 205
  - implizite 183
- Ansible (Software) 54, 253
- Anti-Pattern für Passwörter 214
- Anwender
  - erfreuen 254
  - und Erwartungen 254
- Anwendung parametrisieren 149
- Anwendungsabläufe 155
- Architektur-Prototyp 50
  - Aufgabenbereiche 50
- Armstrong, Joe 98
- Art of Computer Programming-Bücher 190
- Ausbalancieren, Ausnahmen 106
- Ausnahmen, Anti-Muster 107

- Ausschlussverfahren 83
  - binäres 81
- Automatisierung
  - von Teamabläufen 244
  - vollständige 253
- B
- Bauchgefühl und Programmieren 179
- Beck, Kent 256
- Benennung
  - von Codeelementen 24
  - von Dingen 219
- Beobachter-Muster 125
- Beschränkungen
  - absolute 229
  - und Randbedingungen 230
  - Tellerrand finden 230
  - vorgefasste Meinungen 229
- Bibliotheken für Property-Based Testing 205
- Binäres Ausschlussverfahren 81
- Binäre Suche 81
- Binary Chop, Definition 81
- Blackboard 170
  - computerbasiertes 171
  - Einsatzbereiche 171
- Brain-Hack 178
- Burn-up-Diagramm 241
- C
- C++ 144
- Cache-Invalidierung 219
- Cargo-Kult 245
- CASE-Werkzeug 175
- Checkliste für Fehlersuche 84
- Chef (Software) 253
- Clojure 91
- Code
  - entkoppelter 115
  - fremder 179
  - Wiederverwendung von 119
- Code-Duplizierung 29
- Code-Komplexität, Angriffsvektoren 211
- Code-Überprüfung 29
- Code-Wiederholungen 27
- computer bugs 77
- Concurrency, Definition 153
- Configuration-as-a-Service 149
- Conway, Melvin 233
  - Gesetz von 233
- Cucumber 53
- D
- Daten, global zugängliche 119
- Delegation 145
- Demeter-Gesetz 117
- Denken, kritisches 15
- Design by Contract (DbC) 90
  - frühes Abstürzen 94
  - testgetriebene Entwicklung 93
  - Umsetzung 93
  - Vorteile 93
  - Zusicherungen 94
- Design, Essenz 24
- Dienste, Delegieren 146
- Diversifizierung des Wissensportfolios 13
- Dokumentation, Kommunikation 20
- dokumentiertes Verhalten 182
- Domain-Sprachen, Beispiele 52
- Don't Repeat Yourself 27
- DRY-Prinzip 26
  - Verletzungen des Prinzips in Daten 30
- Dynamische Verträge 96
- E
- Editor
  - ausbauen 71
  - Befehle kennenlernen 71
  - flüssig bedienen 71
- Eigentum am Quelltext 256
- Einfluss 2
- Eingabeaufforderung 67
- Eingabewerte, Empfindlichkeit 81
- Einheitlichkeit 219
- Ein-Punkt-Regel, Ausnahme 118
- Elixir 54, 98, 169
- Endliche Zustandsautomaten 121
- Eno, Brian 226
- Entkopplung 24, 114
- Entropie 5
  - Herausforderungen 5
- Entwickeln mit Testen 195
- Entwickler-Journal 87, 231
  - Hauptvorteile 88
- Entwicklung
  - komponentenbasierte 199
  - testgetriebene 93, 197
- Entwurfsschule
  - Bottom-up 198
  - Top-down 198
- Ereignis 127
  - Definition 121

- Ereignis-Streams 128
  - als asynchrone Mengen 129
- Ereignisstrom-Parser 123
- Erfahrung als verderblicher Aktivposten 12
- Erlang 98, 169
- Erwartungen der Anwender 254
- ETC-Prinzip 24
- eXtreme Programmierung 233, 256
  
- F**
- Fachsprachen 52
  - Kompromisse zwischen internen und externen Sprachen 55
  - Merkmale 54
- Feature Switches 202, 247
- Fehlerbehandlung 137
  - in Transformation verlagern 139
- Fehler finden 252
- Fehlersuche
  - Ausschlussverfahren 83
  - Checkliste 84
  - Eingabewerte 81
  - Gummienten 82
  - Kurzsichtigkeit 78
  - Mentalität 78
  - Protokollierung 82
  - Reproduktion von Fehlern 79
  - Startpunkt 78
  - Strategien 79
  - Tracing 82
  - Tracing-Meldungen 82
- Fensterscheibe
  - Herausforderungen 6
  - zerbrochene 6, 7, 240
- Flexible Architektur, Umkehrbarkeit 42
- Forward Pipe 134
- Fowler, Martin 2, 191
- Frösche, gekochte 241
  - Reaktion auf Veränderung 8
  - und Steinsuppe 8
- Fünf Gründe 16
- Funktionen
  - aufgeblähte 12
  - kommentieren 29
  
- G**
- Gekochte Frösche 241
- Geld, folgen 16
- Gelernter, David 171
- Geschwindigkeit von Algorithmen 185
  
- Gesetz von Conway 233
- Gesunder Menschenverstand für Schätzungen 187
- Globale Daten und externe Ressourcen 120
- Gründe, fünf 16
- Grundprinzipien der Sicherheit 211
- Gummiente 82
  - Gespräche mit der 231
  
- H**
- Handwerkszeug beim Programmieren 63
- Herausforderungen
  - Entropie 5
  - Fensterscheibe 6
- Hochstaplersyndrom 177
- Hoffnungslosigkeit 6
- Holland, Ian 117
- Hopper, Grace 8, 77
- Hot Code Loading 169
  
- I**
- Implementierung
  - nebenläufige 169
  - Orthogonalität 37
  - zufällige 181
- Implizite Annahmen 183
- Instinkte 176
- Integrationstests 249, 250
- Integrierte Entwicklungsumgebung (IDE) 63
- Invarianten 204
  - semantische 95
- Isolation von Programmierern 14
  
- J**
- JavaSpaces 171
- Jeffries, Ron, Sudoku-Löser 199
  
- K**
- Kafka 172
- Kapselung 116
- Karriere 3
- Katzen hüten 239
- Kay, Alan 142
- Kette 118
- Klartext
  - Definition 64
  - Systemtests 67
  - Unix-Philosophie 66
  - Versicherung gegen Veralten 65
  - Versionsverwaltung 66

- vielfältiger Einsatzbereich 66
  - Vorteile 64
  - Wissen speichern 65
  - wohlstrukturiert 65
  - Kokosnüsse 245
  - Kommandozeile 67, 68
  - Kommunikation 17
    - Dokumentation 20
    - online 21
    - passender Zeitpunkt 18
    - Präsentation 18, 19
    - Strategien 18
    - Ton macht die Musik 18
  - Kompetenz als Entwickler 177
  - Komplexität
    - elementarer Algorithmen abschätzen 187
    - Teile-und-herrsche-Ansatz 189
  - Komplikationen beim Refaktorisieren 193
  - komponentenbasierte Entwicklung 199
  - Kompromisse zwischen internen und externen Sprachen 55
  - Konfiguration 148
    - Daten für 149
    - externe 149
    - statische 149
  - Kontext 16
  - Kontrakt 182
  - kontrollierter Absturz 98
  - Kopplung
    - auflösen 154
    - global zugängliche Daten 119
    - in Quelltext 114
    - Pipelines 118
    - Symptome 115
    - Tell, don't ask 116
    - Train wreck 115
    - transitive 114
    - Vererbung 120, 142
    - zeitliche 153
  - Kritisches Denken 15
  - Kryptografie
    - nie selbst machen 215
    - und gesunder Menschenverstand 215
  - Kultur respektieren 218
  - Kunde, Beratung bei Projektentwicklung 223
- L
- Lakos, John 9
  - Laufzeit, durchschnittliche 187
  - Leuchtspurnmunition 44
  - Vorteile bei Software-Entwicklung 46
  - Leuchtspurquelltext, Prototypen 47
  - Linda, Blackboard 171
- M
- Makro-Werkzeuge 68
  - Manuelle Vorgänge vermeiden 253
  - Methodenaufrufe nicht verketteten 118
  - Mischpult, ultimatives 226
  - Mixins 146
  - Mob Programming 232, 234
  - Monitor 164
  - Muster, Phantom- 182
  - Mutex 164
  - mutual exclusion 164
- N
- Namen, irreführende 219
  - NATS 172
  - Nebenläufigkeit
    - mit Aktoren und Prozessen 164
    - Definition 153
    - explizite 168
    - laissez faire 171
    - Möglichkeiten 156
  - Nicht-transaktionale Aktualisierungen 163
  - Norvig, Peter 199
- O
- Objekte, Ausnahmen 106
  - Objektorientierte Sprache und Vererbung 141
  - observer pattern 125
  - Off-by-One-Fehler 219
  - Online-Kommunikation 21
  - O()-Notation 81, 185, 186, 187
  - Optimierungen, voreilige 189
  - Orthogonalität 33, 38
    - Dokumentation 39
    - Entwurf 36
    - gesteigerte Produktivität 35
    - Implementierung 37
    - Kohäsion 35
    - Risikominderung 36
    - Testen 38
    - Test für orthogonale Entwürfe 36
    - Vorteile 35
    - Wechselwirkungen 35
    - Werkzeuge und Bibliotheken 37

## P

Pair Programming 232, 233  
 – Herangehensweise 234  
 Parallelität  
 – Definition 153  
 – Möglichkeiten 157  
 Passwort-Anti-Pattern 214  
 Passwort-Richtlinien, zu strenge 214  
 Performancetests 251  
 Phantom-Muster 182  
 Phönix-Routen 54  
 Pipe 134  
 Pipeline 118  
 – Sprachen ohne 136  
 Pipeline-Operator 134  
 Polymorphismus 141  
 – Schnittstellen 145  
 Pragmatic Bookshelf 86  
 Pragmatic Starter Kit 248  
 – Regressionstests 248  
 – Versionsverwaltung 248  
 – vollständige Automatisierung 248  
 Pragmatische Philosophie 1  
 Pragmatische Programmierer 89  
 – Eigenschaften 1  
 Pragmatische Teams 239  
 Prinzip des einheitlichen Zugriffs 31  
 Prinzip des geringsten Privilegs 213  
 Privileg, geringstes 213  
 Problemlösung  
 – Problem loslassen 230  
 – vorbereiteter Verstand 231  
 – Zusammenarbeit 232  
 Profi-Editor 70  
 Programmieren  
 – abgesichertes 99  
 – und Bauchgefühl 179  
 – defensives 93  
 – Handwerkszeug 63  
 – Klartext 64  
 – als Therapie 222  
 – überlegtes 183  
 – mit dem Zufall 180  
 – Zusicherungen 100  
 Programmierer 89  
 – pragmatische 89, 98  
 Programmiersprachen 52  
 – DbC-spezifische Merkmale 92  
 Programmierung, transformierende 130  
 Projekt, Start 221

Projektglossar 228

Projektteam  
 – eigentliches Ziel 246  
 – funktionierende Ideen 246  
 – Kontext 245  
 Properties 204  
 Property-Based Testing 93, 203, 252  
 Property-Based Tests  
 – für Entwürfe 209  
 – Verträge, Invarianten, Properties 204  
 Protokolle 144  
 Protokollierung 82  
 Prototypen 23, 49  
 – Architektur 50  
 – Aspekte bei Nutzung 49  
 – Aspekte der Verwendung 51  
 – bauen 179  
 – Verwendung 50  
 Prototyping mit Leuchtspurnmunition 48  
 Prozess 164  
 – Definition 165  
 Publish/Subscribe-Pattern 126  
 Pub/Sub-Modell *siehe* Publish/Subscribe-  
 Pattern  
 Puppet (Software) 253

## Q

Qualität als Anforderungsmaßstab 11  
 Quelltext  
 – Änderbarkeit 113  
 – anpassungsfähiger 113  
 – als Eigentum 256  
 – entkoppeln 114  
 – Leuchtspurnmunition 45  
 – überarbeiten 191  
 – überlegt programmieren 183  
 – Umfeld und Zufall 183

## R

Rätsel, unlösbare 229  
 Reaktion auf Muster 176  
 Reaktive Programmierung 127  
 Refaktorisieren 191  
 – automatisches 194  
 – Gründe für 192  
 – gegen Kollateralschäden im Code 193  
 – Komplikationen 193  
 – als Neuentwurf 193  
 – Tipps beim 193  
 – Vorgehensweise 193



- Regelsammlung 172
- Regressionen bei verschiedenen Releases 81
- Regressionstests 249
- Release, Regressionen 81
- REPL 110
- Reproduktion von Fehlern 79
- Reptiliengehirn 176, 178
  - Umgang mit 178
- Ressourcen
  - nicht ausbalancieren 108
  - balancieren 103
  - und globale Daten 120
  - transaktional machen 160
- Ressourcentransaktionen, mehrere 162
- Ressourcenverbrauch, vorhersagbares Muster 103
- Restrukturierung 191
- Richtlinien als Metadaten 225
- Risiko und Verantwortung 4
- Routing-Funktion 54
- RSpec 52
- Ruby 54
- Rückkopplungsschleife 237
- rule engine 172
  
- S
- Salt (Software) 253
- Saltzer, Jerome 213
- Schaden vermeiden 6
- Schätzungen mit gesundem Menschenverstand 187
- Schiff des Theseus XIII
- Schnittstellen 144
- Schuldzuweisungen 4
- Security through obscurity 210
- Semantische Invarianten 95
- Semaphor
  - Definition 160
  - Verwendung 160
- Sensible Daten verschlüsseln 213
- Shared State 154, 158
- Shell 67
  - angepasste 69
- Sicherheit, Grundprinzipien 211
- Sicherheitsaktualisierung aktuell halten 215
- Silo-Systeme 242
- Simula 67 141
- Single-Responsibility-Prinzip 24
- Singletons in globalen Daten 119
- Situation, Bewusstsein für die 4
- Skriptsprachen 85
- Smalltalk 142
- Smalltalk-71 142
- Smalltalk-72 142
- Soft Skills 14
- Software
  - Erwartungen 91
  - gut genug 10
  - Klassen-Invarianten 91
  - Leuchtspurmunition 44
  - Nachbedingungen 91
  - Prototypen 49
  - Spezifikationen 91
  - Vergammeln von 5
  - vollkommene 89
  - Vorbedingungen 91
  - Zusagen 91
- Software-Entropie 5, 253
- Software-Entwicklung
  - Abschätzungen 110
  - eigentliches Ziel 246
  - als Gartenpflege 191
  - zur Unterstützung der Zusammenarbeit 246
  - Vorausplanung 110
  - Vorteile mit Leuchtspurmunition-Quelltext 46
  - Zufälle 183
- Spielen, Zeit zum 178
- Standardeinstellungen, sichere 213
- Steinsuppe und gekochte Frösche 8
- Stolz und Vorurteil 255
- Strategien zur Kommunikation 18
- Streams 127
- Stroop-Effekt 216
- Subclassing 142
- Suche, binäre 81
- Sudoku-Löser, von Ron Jeffries 199
- Synchronisationspunkt 155
- System
  - nicht-orthogonales 34
  - orthogonales 36
- Systemtest, Klartext 67
  
- T
- Taleb, Nassim Nicholas 110
- Team
  - mit Charakter 242
  - als Einheit kommunizieren 242
  - pragmatisches 239, 240
  - stärken 7
- Teamabläufe automatisieren 244

Teamarbeit, Silo-Systeme 242  
 Teampräsenz, kommunizieren 242  
 Teamvertrauen 3  
 Tell, don't ask 116  
 Test für orthogonale Entwürfe 36  
 Tests treiben Entwicklung 196  
 Testdaten generieren 205  
 Test-Driven Development 197  
 Testen  
 - als Abschluss beim Programmieren 250  
 - fürs Entwickeln 195  
 - Fehler finden 252  
 - Integrationstests 249  
 - als Kultur 202  
 - Optionen fürs 202  
 - Orthogonalität 38  
 - Property-Based Testing 252  
 - schonungsloses 249  
 - sorgfältig 251  
 - Tests testen 251  
 - Unit-Tests 249  
 - gegen Verträge 200  
 - Zufälle 183  
 Testfenster einbauen 201  
 Test-First Development 197  
 - Zyklus 197  
 Testgetriebene Entwicklung 197  
 Textbearbeitung 85  
 - Skriptsprache 86  
 Top-down-Ansatz 132  
 Trace-ID 172  
 Tracing 82  
 - Meldungen 82  
 Train wreck 115  
 - auflösen 116  
 Traits 144  
 Transformationen  
 - auf allen Ebenen 133  
 - finden 132  
 - Programmieren transformieren 140  
 - Top-down-Ansatz 132  
 Transformierende Programmierung 130  
 T-Spaces 171  
 Typenerstellung, Vererbung 143

**U**

Umbenennen 219  
 Umfeld des Quelltextes 183  
 Umkehrbarkeit 41, 42  
 - Flexible Architektur 42

Unit-Test 199, 249, 250  
 - bei Code mit globalen Daten 119  
 Unit Testing 93  
 Unix-Philosophie 66  
 User-Gruppe 16

**V**

Validierung 147, 250  
 VCS *siehe* Version Control System  
 Veränderung  
 - anstoßen 9  
 - gekochte Frösche 8  
 Verantwortung  
 - und Risiko 4  
 - übernehmen 1, 4  
 verderbliche Aktivposten 12  
 Vererbung, Typenerstellung 143  
 Verhalten, dokumentiertes 182  
 Verifikation 250  
 Verschachtelte Anforderungen 105  
 Verschlimmbesserung 11  
 Version Control System, VCS 73  
 Versionsverwaltung 66, 73, 249  
 - gemeinsame Verzeichnisse 73  
 - als Projekt-Hub 75  
 - Speicherumfang 75  
 - Zweige (Branches) 74  
 Versionsverwaltungssystem 247  
 - verschiedene Versionen von Code 74  
 Vertrag 204  
 - dynamischer 96  
 Vertrauen im Team 3  
 Vollständige Automatisierung 249, 253  
 Vorbedingung prüfen 95  
 Vorgänge, manuelle vermeiden 253  
 Vorstellungen, falsche 222

**W**

Wahrsagerei vermeiden 111  
 Wandtafel 170  
 Wartung, Wiederholungen im Code 26  
 Wiederholung  
 - im Code 26  
 - bei Datenquellen 32  
 - in der Dokumentation 29  
 - über externe APIs 32  
 - über interne APIs 32  
 - durch mehrere Entwickler 32  
 Wiederverwendung  
 - von Code 119

- Risiko der Wiederholung 33
- vereinfachen 33
- Wissen
- als verderblicher Aktivposten 12
- Vervielfältigung 27
- Wissensduplizierung 29
- Wissensportfolio 12
- ausbalancieren 13
- Diversifizierung 13
- Investitionen 13
- planen 241
- Risiko 12, 13
- überprüfen 13
- Wrapper 137
  
- Y
- Y2k-Tauglichkeit 32
- Yourdon, Ed 10
  
- Z
- Zeit zum Spielen 178
- zeitliche Kopplung 153
- Auflösung 154
- Zeitplan für Verbesserung und Innovation 241
- Zerbrochene Fensterscheiben 6, 7
- Ziele
- eigentliche 246
- Fachbücher lesen 14
- lokale Nutzergruppen besuchen 14
- Programmiersprache lernen 14
- Seminare belegen 14
- Umgebungen ausprobieren 14
- Zufällige Implementierungen 181
- Zusammenarbeit 232
- von Menschen durch Software 246
- Mob Programming 232
- Pair Programming 232
- im Team 3
- Zusicherungen 94, 100
- einschalten 101
- in der Produktion 102
- Seiteneffekte 100
- Zustände weitergeben 136
- Zustandsabdeckung testen 252
- Zustandsautomaten
- als Einstieg 125
- endliche 121
- Zweig, branch 74