



Softwareschneiderei

Clean Architecture

Systeme für die Ewigkeit



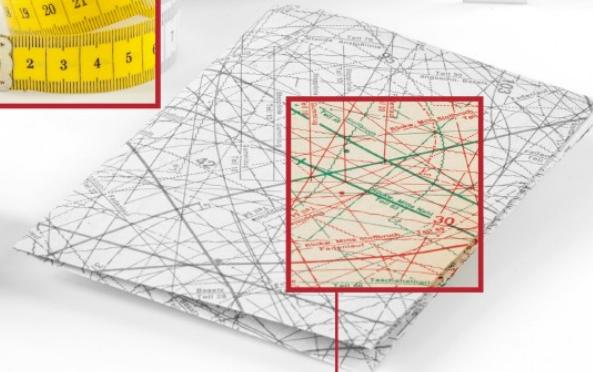


Softwareschneiderei

Softwareschneiderei GmbH

Softwareentwicklung

User Experience (UX)



Fortbildung

Strategische IT-Beratung





Inhaltsverzeichnis

- Launige Einführung
- Nervige Wiederholung
- Definition des Feindbildes
- Verkündung der frohen Botschaft
- Langatmige Predigt
- Überraschender Quiz
- Preisen der Verbesserungen
- Viel zu konkrete Details
- Originalquellen
- Bekannte Architekturen
- Notwendige Grundlagen
- Nachteile von Frameworks
- Grundidee der Clean Architecture
- Details zur Clean Architecture
- Leichte Verständnisfragen
- Folgen der Clean Architecture
- Umsetzungsbeispiele
- Literatur





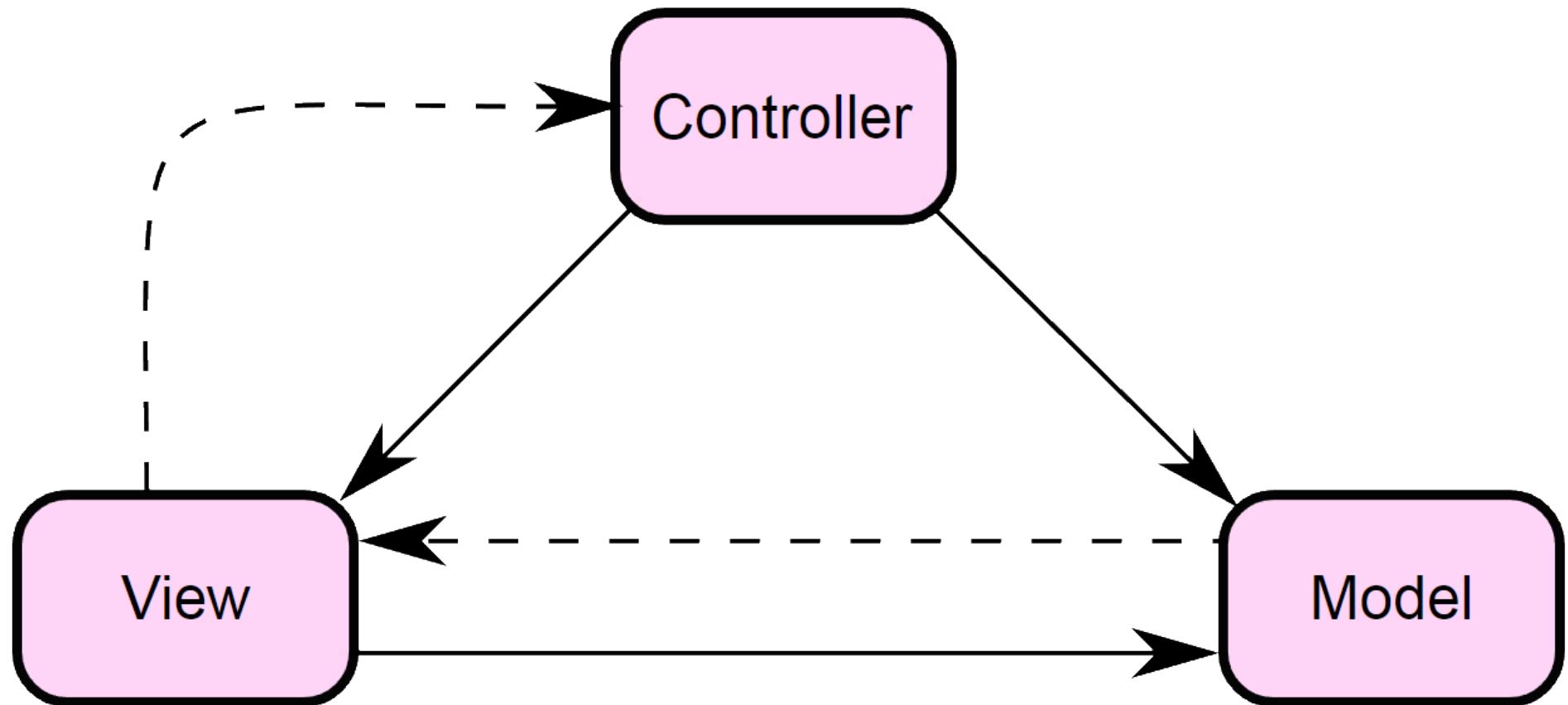
Softwareentwicklung

- Beständiger Wandel alle fünf Jahre
 - Kein zentraler Takt
 - Unterschiedliche Zykluslänge von Produkten
- Keine monolithischen Systeme mehr
 - Zusammenstöpseln von Bausteinen (Building Blocks)
 - Fundament bildet häufig ein Framework



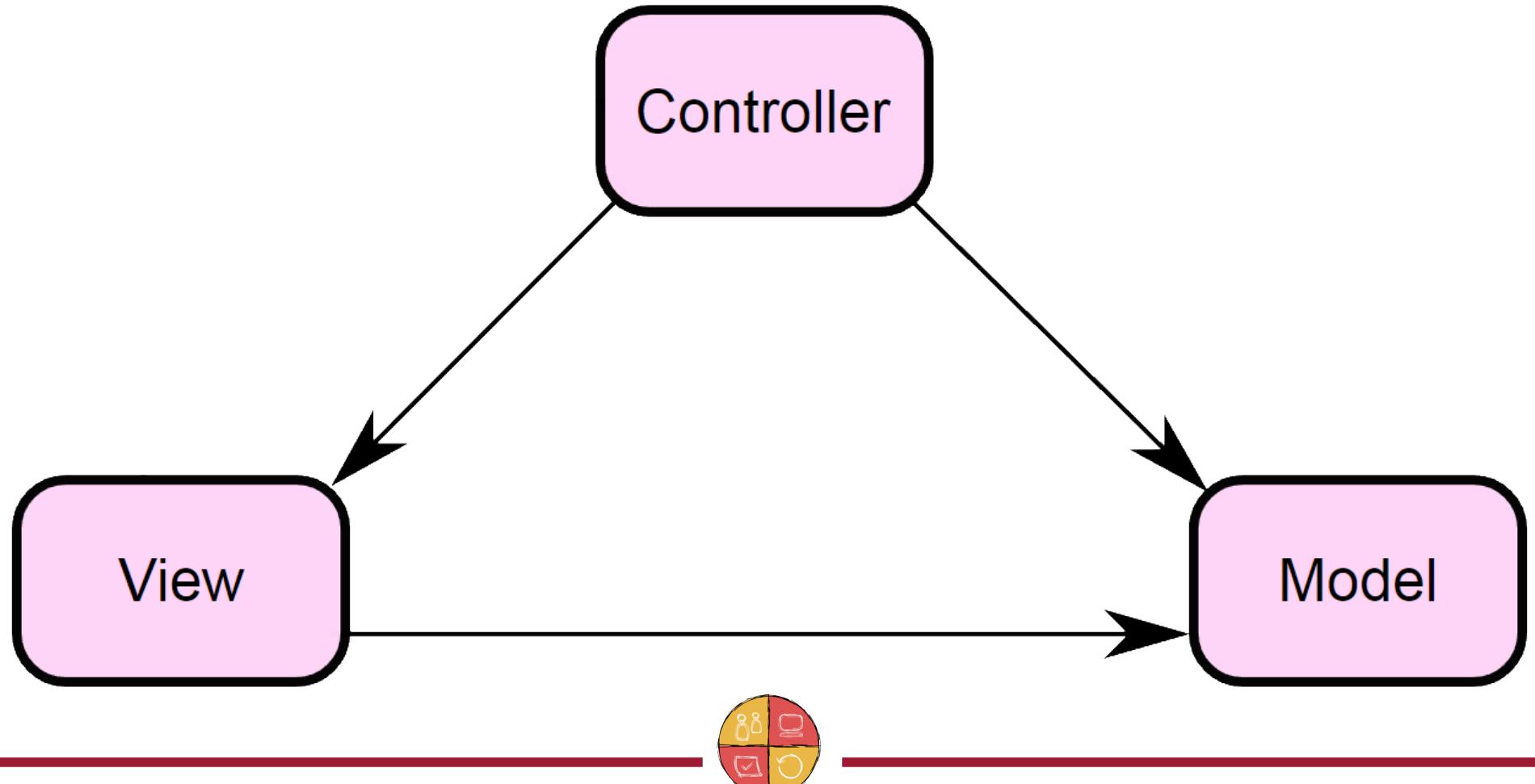
MVC

- Model, View, Controller



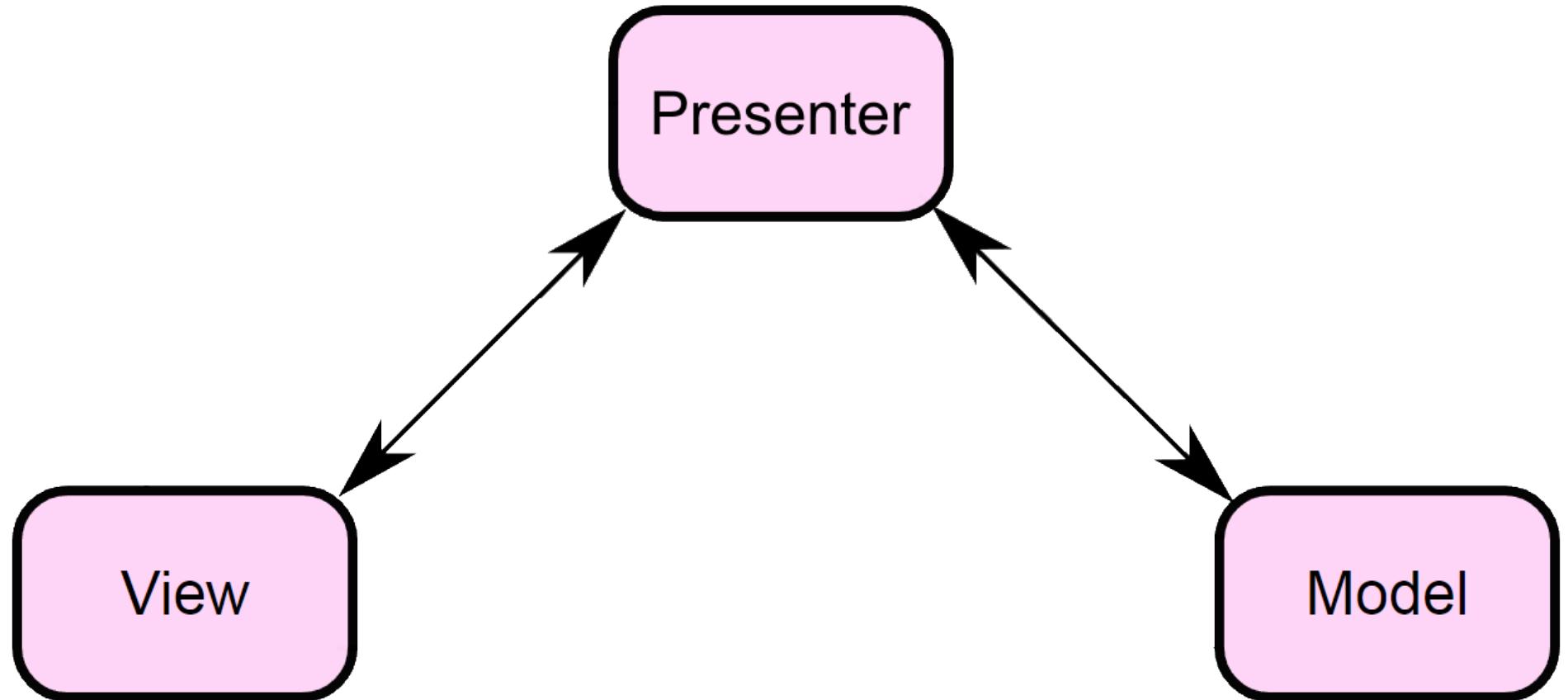
MVC

- Model, View, Controller



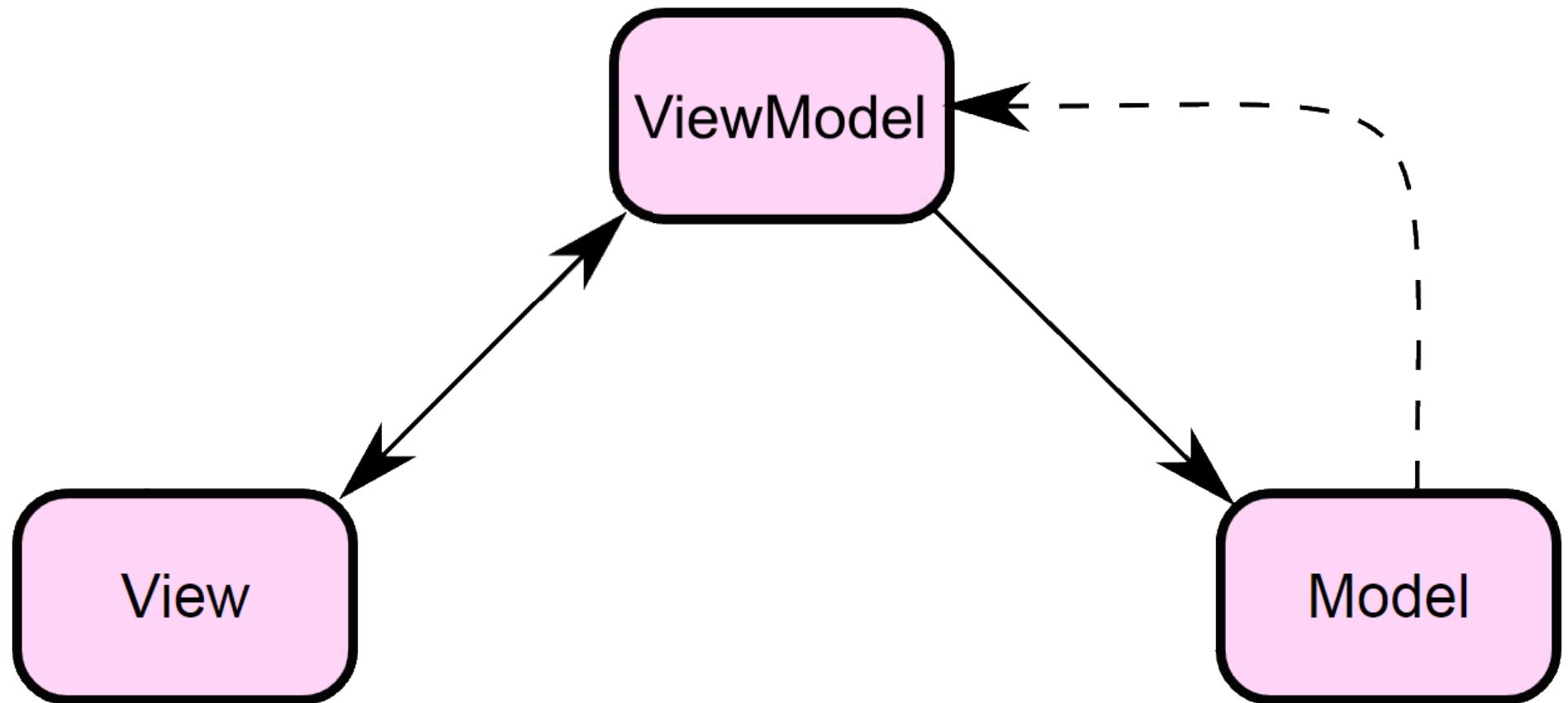
MVP

- Model, View, Presenter



MVVM

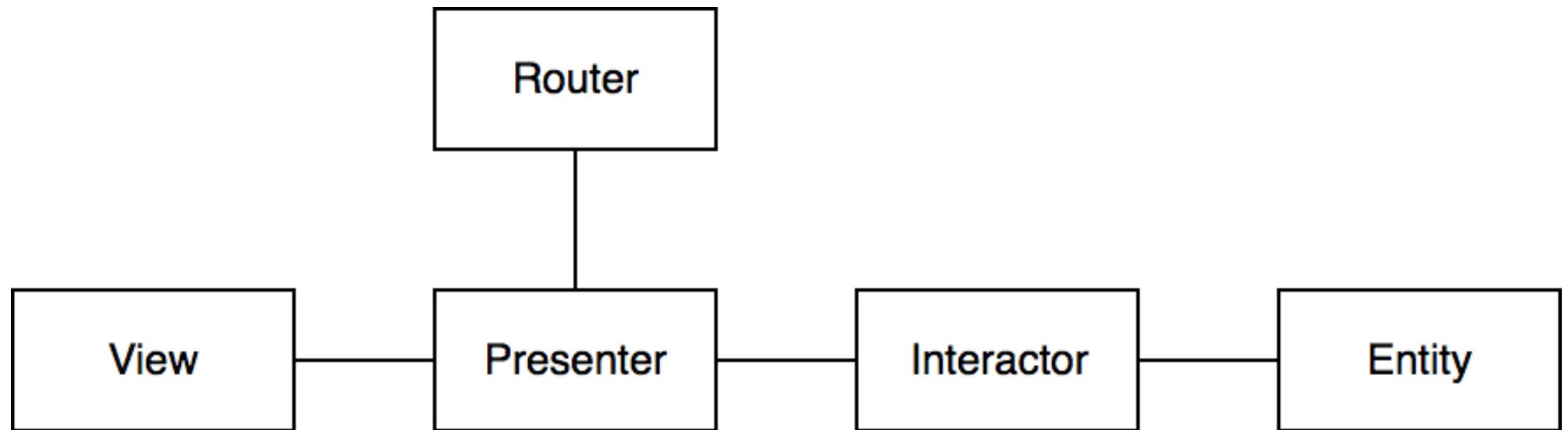
- Model, View, ViewModel





VIPER

- View, Interactor, Presenter, Entity, Router

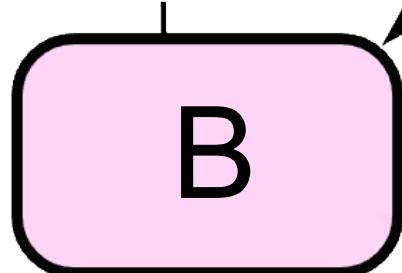


Die Bedeutung der Pfeile

Aufrufpfeil *Runtime Dependency*

Systemteil B ruft während der Ausführung Elemente in Systemteil A auf

Code B bekommt erst zur Laufzeit eine Referenz auf Code A



Abhängigkeitspfeil *Compile-Time Dependency*

Systemteil A benötigt Systemteil B, um überhaupt compilieren zu können

Code in A referenziert den Code in B direkt mit Namen





Abhängigkeiten gestalten

- Software-Architektur ist die Kunst, die Abhängigkeiten zwischen Systemteilen willentlich und zum Vorteil der Beteiligten zu gestalten
 - Die Richtung und Art der Pfeile im Architekturdiagramm festzulegen, ist die Aufgabe des Software-Architekten
- Die Richtung kann beliebig gewählt werden
 - Wir können die Richtung jederzeit umdrehen!



Inversion of Control



A

```
public class Schalter {  
    private final Lampe lampe;  
    private boolean gedrueckt;  
  
    public Schalter(final Lampe lampe) {  
        this.lampe = lampe;  
    }  
  
    public void drueckeSchalter() {  
        if (this.gedrueckt) {  
            lampe.ausschalten();  
            this.gedrueckt = false;  
            return;  
        }  
        lampe.anschalten();  
        this.gedrueckt = true;  
    }  
}
```

B

```
public class Lampe {  
  
    private boolean leuchtet = false;  
  
    public void anschalten() {  
        this.leuchtet = true;  
    }  
  
    public void ausschalten() {  
        this.leuchtet = false;  
    }  
}
```



Inversion of Control



A

```
public class Schalter {  
    private final Schaltbar lampe;  
    private boolean gedrueckt;  
  
    public Schalter(Schaltbar lampe) {  
        this.lampe = lampe;  
    }  
  
    public void drueckeSchalter() {  
        if (this.gedrueckt) {  
            lampe.ausschalten();  
            this.gedrueckt = false;  
            return;  
        }  
        lampe.anschalten();  
        this.gedrueckt = true;  
    }  
}
```

```
public interface Schaltbar {  
    public void ausschalten();  
  
    public void anschalten();  
}  
  
public class Lampe  
    implements Schaltbar {  
  
    private boolean leuchtet = false;  
  
    @Override  
    public void anschalten() {  
        this.leuchtet = true;  
    }  
  
    @Override  
    public void ausschalten() {  
        this.leuchtet = false;  
    }  
}
```



Inversion of Control



```
public interface Schaltbar {  
    public void ausschalten();  
  
    public void anschalten();  
}
```

```
public class Schalter {  
    private final Schaltbar lampe;  
    private boolean gedrueckt;  
  
    public Schalter(Schaltbar lampe) {  
        this.lampe = lampe;  
    }  
  
    public void drueckeSchalter() {  
        if (this.gedrueckt) {  
            lampe.ausschalten();  
            this.gedrueckt = false;  
            return;  
        }  
        lampe.anSchalten();  
        this.gedrueckt = true;  
    }  
}
```

B

```
public class Lampe  
    implements Schaltbar {  
  
    private boolean leuchtet = false;  
  
    @Override  
    public void anschalten() {  
        this.leuchtet = true;  
    }  
  
    @Override  
    public void ausschalten() {  
        this.leuchtet = false;  
    }  
}
```





Eigenschaften von Frameworks

- Framework (Rahmenstruktur)
 - Semi-vollständige Anwendung
 - Kohärente Struktur
 - Entwickler vervollständigen „nur“ die leeren Bereiche





Framework verwenden

```
import javax.ws.rs.GET;
import javax.ws.rs.Path;
import javax.ws.rs.Produces;
import javax.ws.rs.QueryParam;
import javax.ws.rs.core.Response;
import javax.ws.rs.core.MediaType;

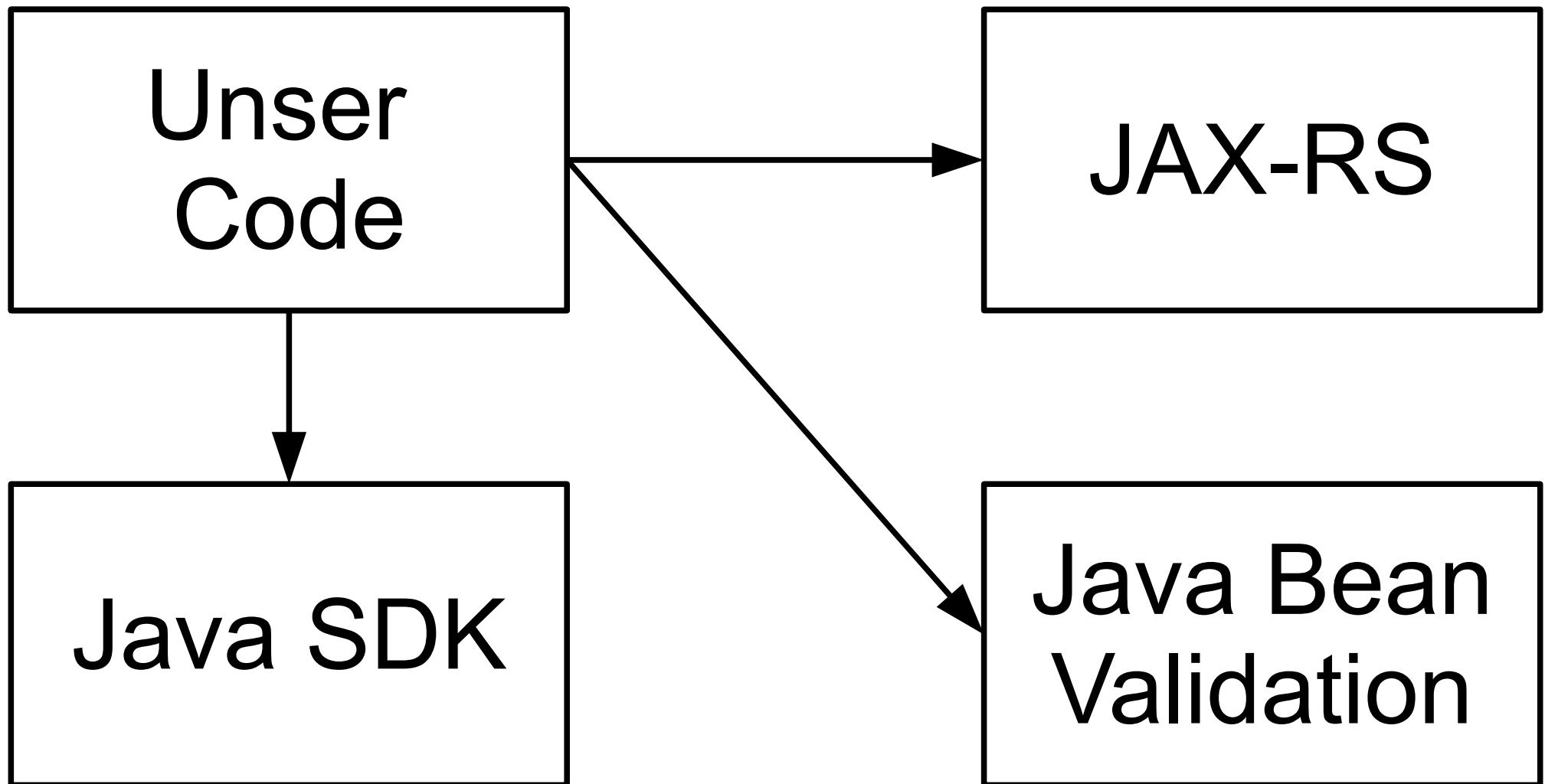
import javax.validation.constraints.NotNull;

@Path("/epapers")
public class EPapersEndpoint {
    @GET
    @Path("")
    @Produces(MediaType.APPLICATION_JSON + "; charset=utf-8")
    public Response findEPapers(
        @QueryParam("iln")
        @NotNull(message = "add required query parameter iln") String holdingsIlN) {
        return Response.ok(
            ePaperAccess.findEPapers(holdingsIlN).stream()
                .map(ePaperToEPaperResource)
                .collect(Collectors.toList())
        ).build();
    }
}
```

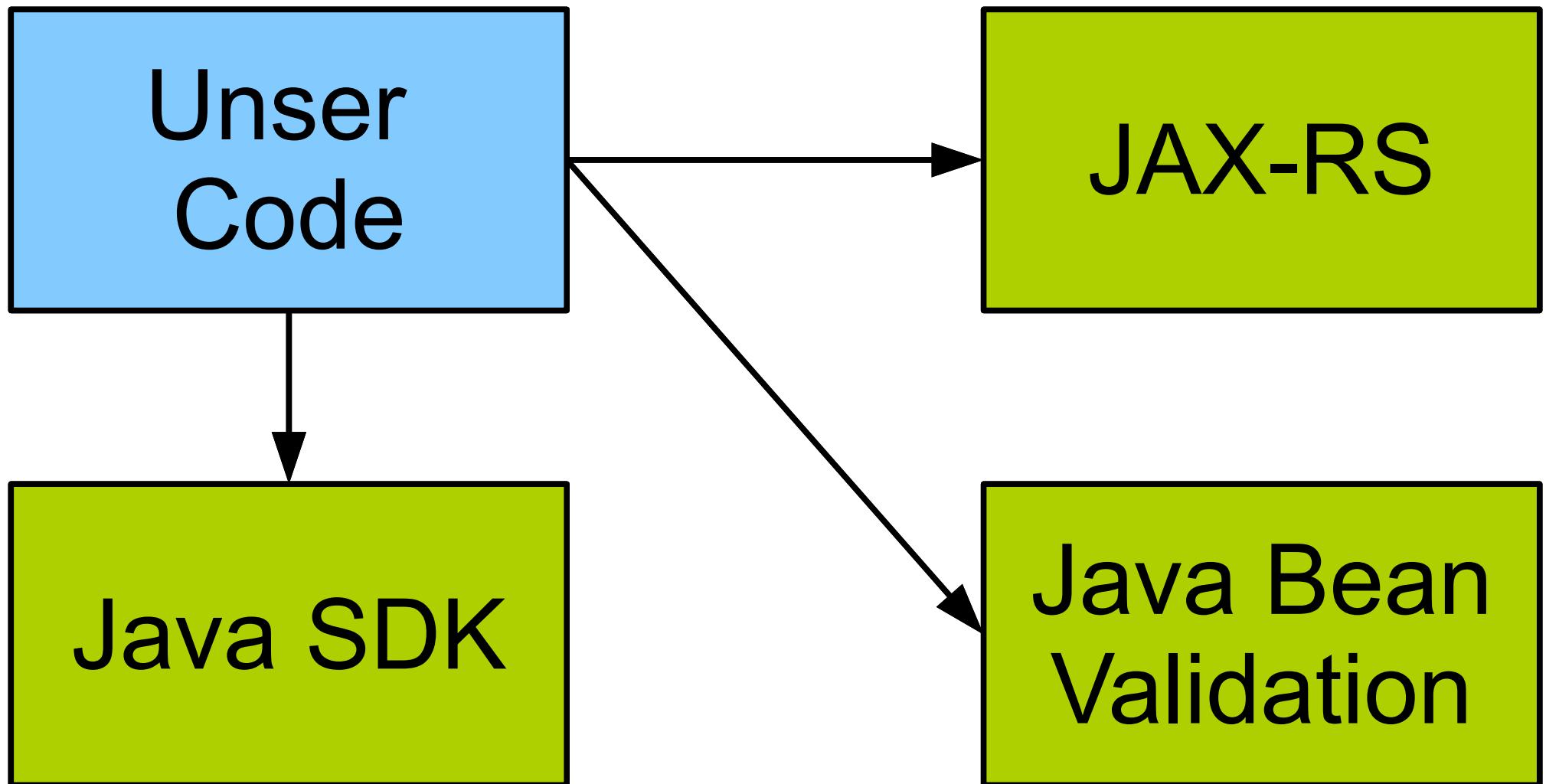




Abhängigkeitspfeile



Area of Control





Abhängigkeitspfeile umdrehen?

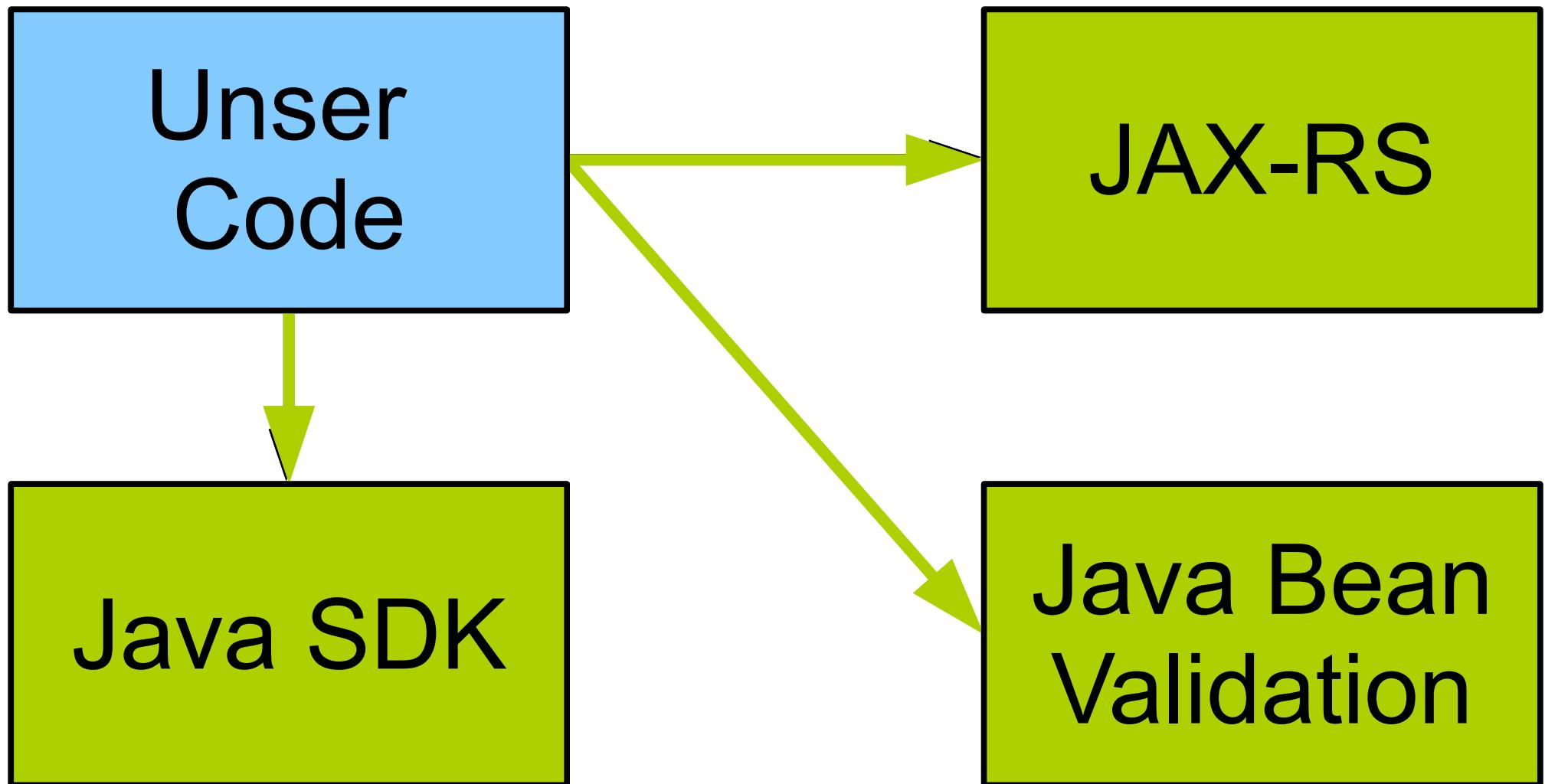
```
import javax.ws.rs.GET;
import javax.ws.rs.Path;
import javax.ws.rs.Produces;
import javax.ws.rs.QueryParam;
import javax.ws.rs.core.Response;
import javax.ws.rs.core.MediaType;

import javax.validation.constraints.NotNull;

@Path("/epapers")
public class EPapersEndpoint {
    @GET
    @Path("")
    @Produces(MediaType.APPLICATION_JSON + "; charset=utf-8")
    public Response findEPapers(
        @QueryParam("iln")
        @NotNull(message = "add required query parameter iln") String holdingsIlN) {
        return Response.ok(
            ePaperAccess.findEPapers(holdingsIlN).stream()
                .map(ePaperToEPaperResource)
                .collect(Collectors.toList())
        ).build();
    }
}
```

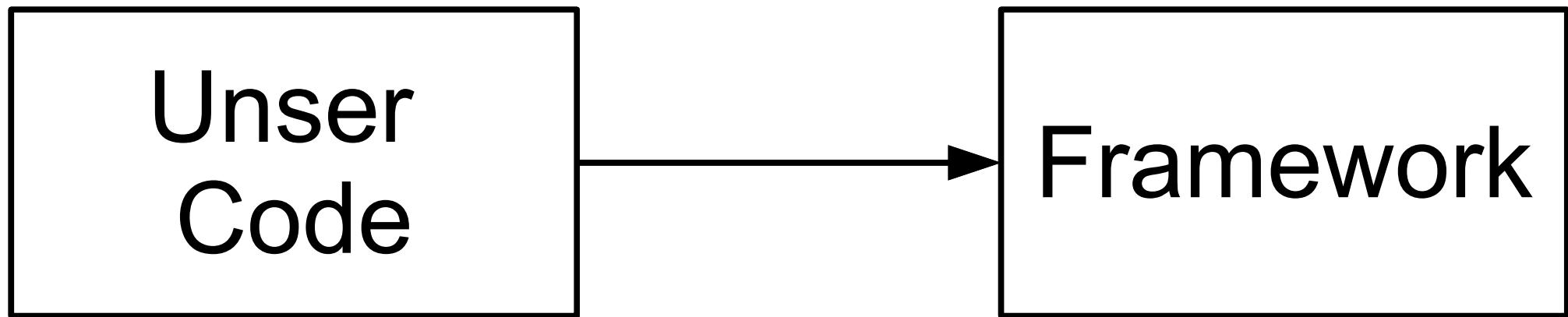


Area of Control (Realität)





Frameworks koppeln hart



- Frameworks zwingen uns normalerweise zu Abhängigkeitspfeilen in nur eine Richtung
- Damit sind wir an den Lebenszyklus des Frameworks gebunden
- Neues Framework? Neuer Code!



Eigenschaften von Libraries

- Library (Programmbibliothek)
 - Sammlung von nützlichen Klassen und Methoden
 - Keine/kaum Anforderungen an Restprogramm
 - Keine Unterstützung für Strukturierung
 - Entwickler „kleben“ Bibliotheken aneinander





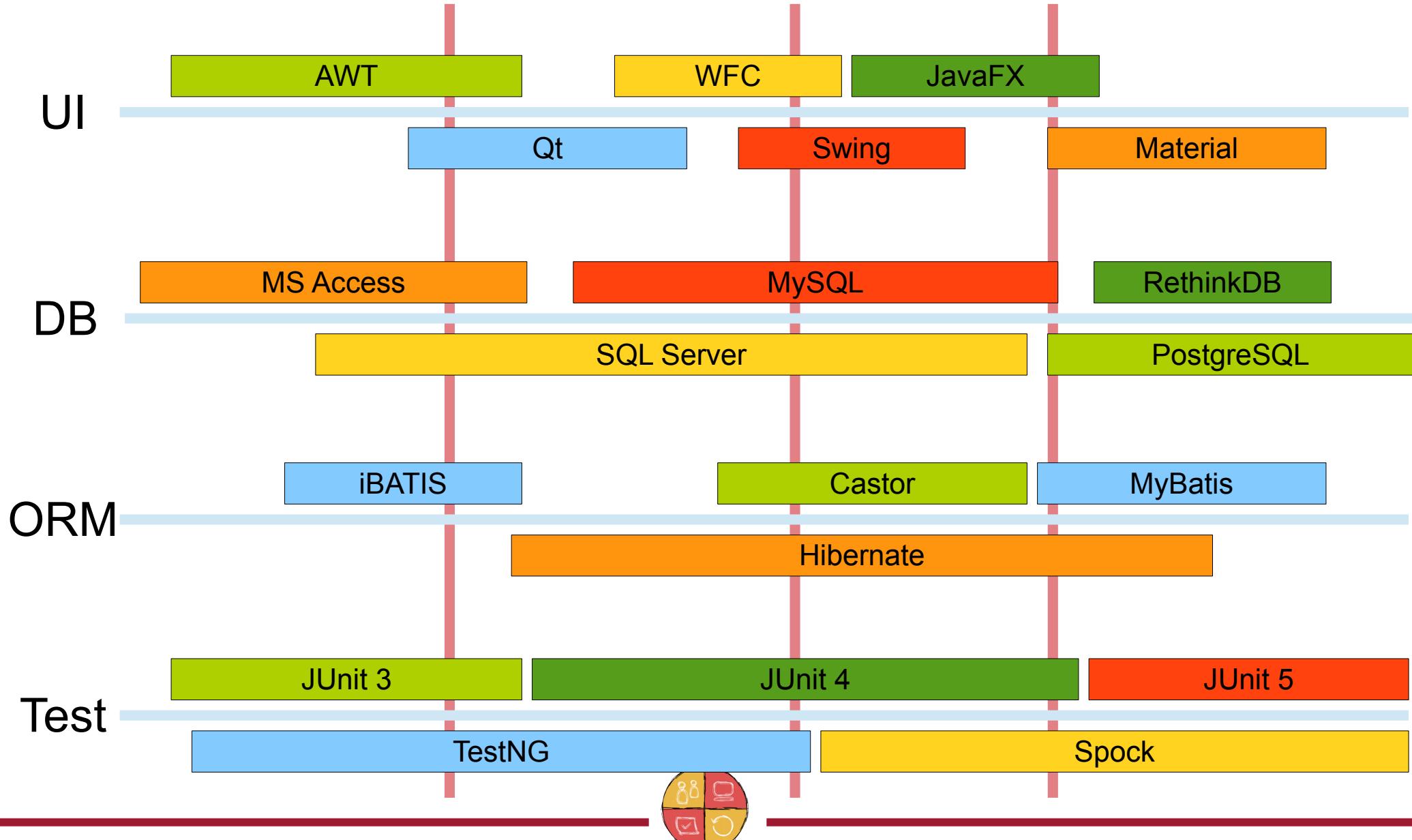
Framework vs. Library

- Frameworks binden die Anwendung an sich
 - Starke Kopplung (Vendor lock-in)
 - Kopplung auch an den Lebenszyklus
- Libraries lassen mehr Freiheiten
 - Starke Kopplung vermeidbar

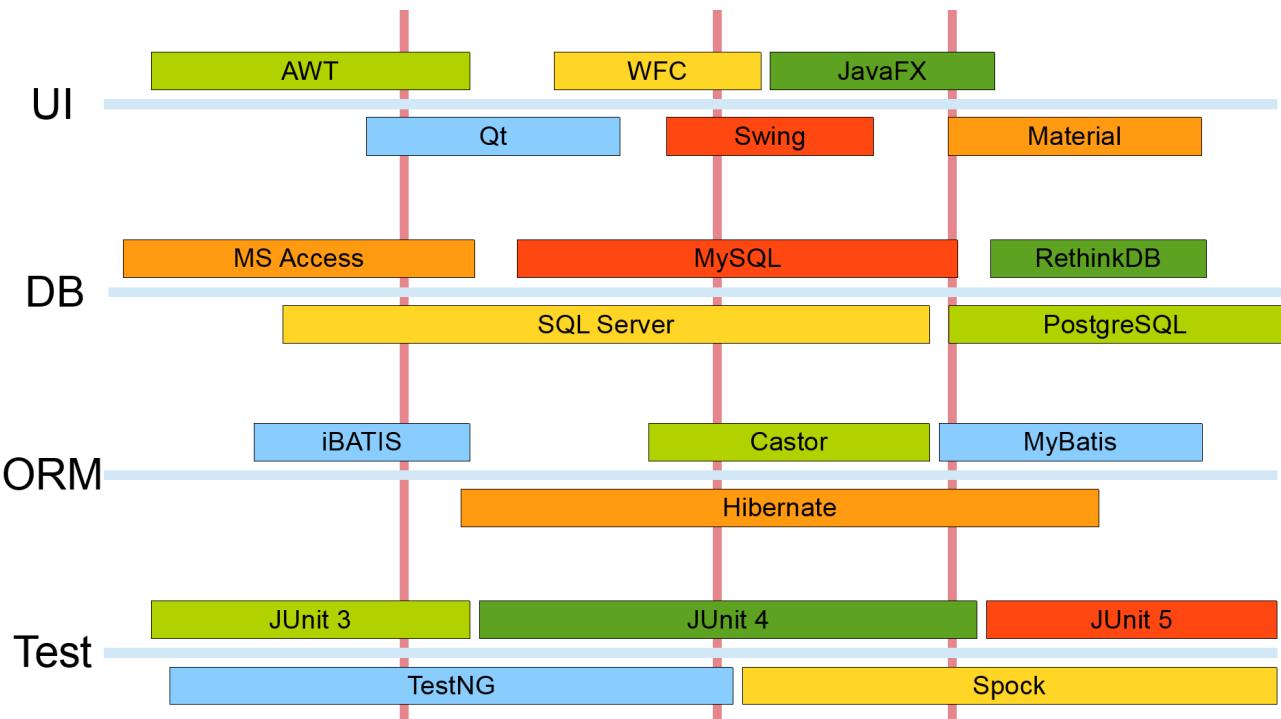
- Lieber Libraries als Frameworks verwenden
- Frameworks nicht „wie gedacht“ einsetzen



Technologiewahl für Projekte



Technologiewahl für Projekte



- Stark vom Zeitpunkt abhängig
- Bei gleichen Anforderungen trotzdem unterschiedlich
- Früh zu treffende Entscheidung
- Immer ein Kompromiss





Nachhaltige Technologiewahl

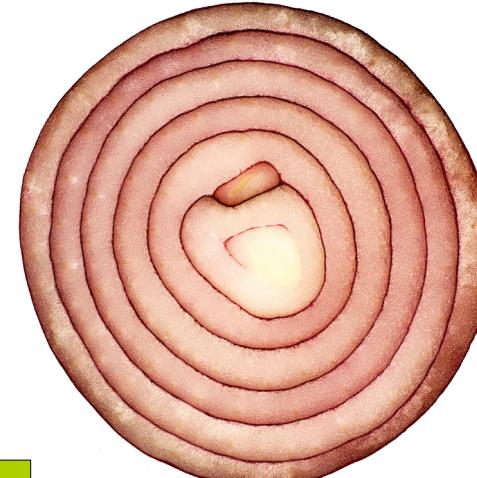
- Gute Entscheidungen werden spät getroffen
- Strukturen (Architektur) so wählen, dass Entscheidungen verzögert werden können
 - Ohne negative Folgen
- Minimalziel: Entscheidungen revidieren können
 - Mit möglichst geringen negativen Folgen



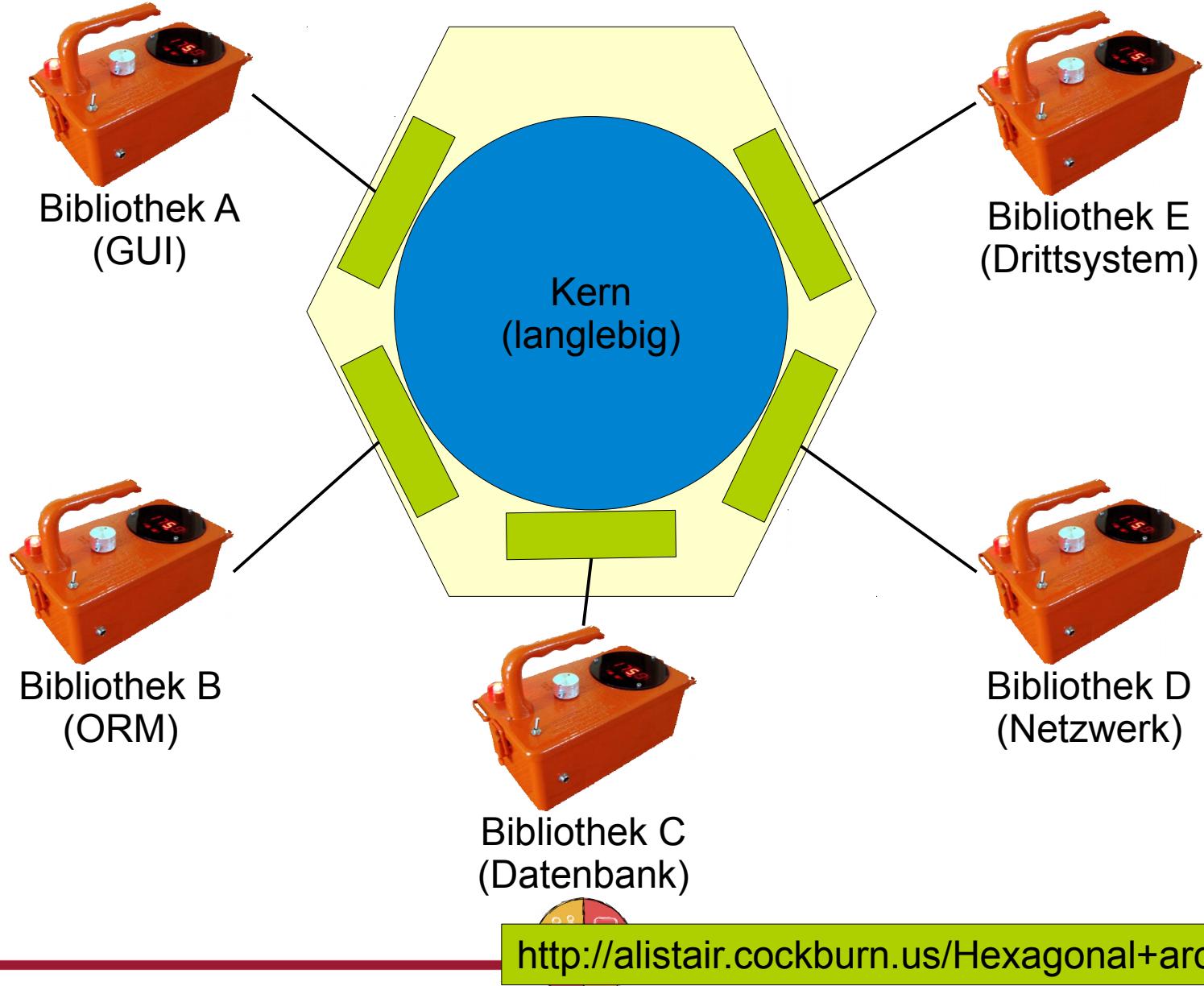


Kriterien für nachhaltige Architektur

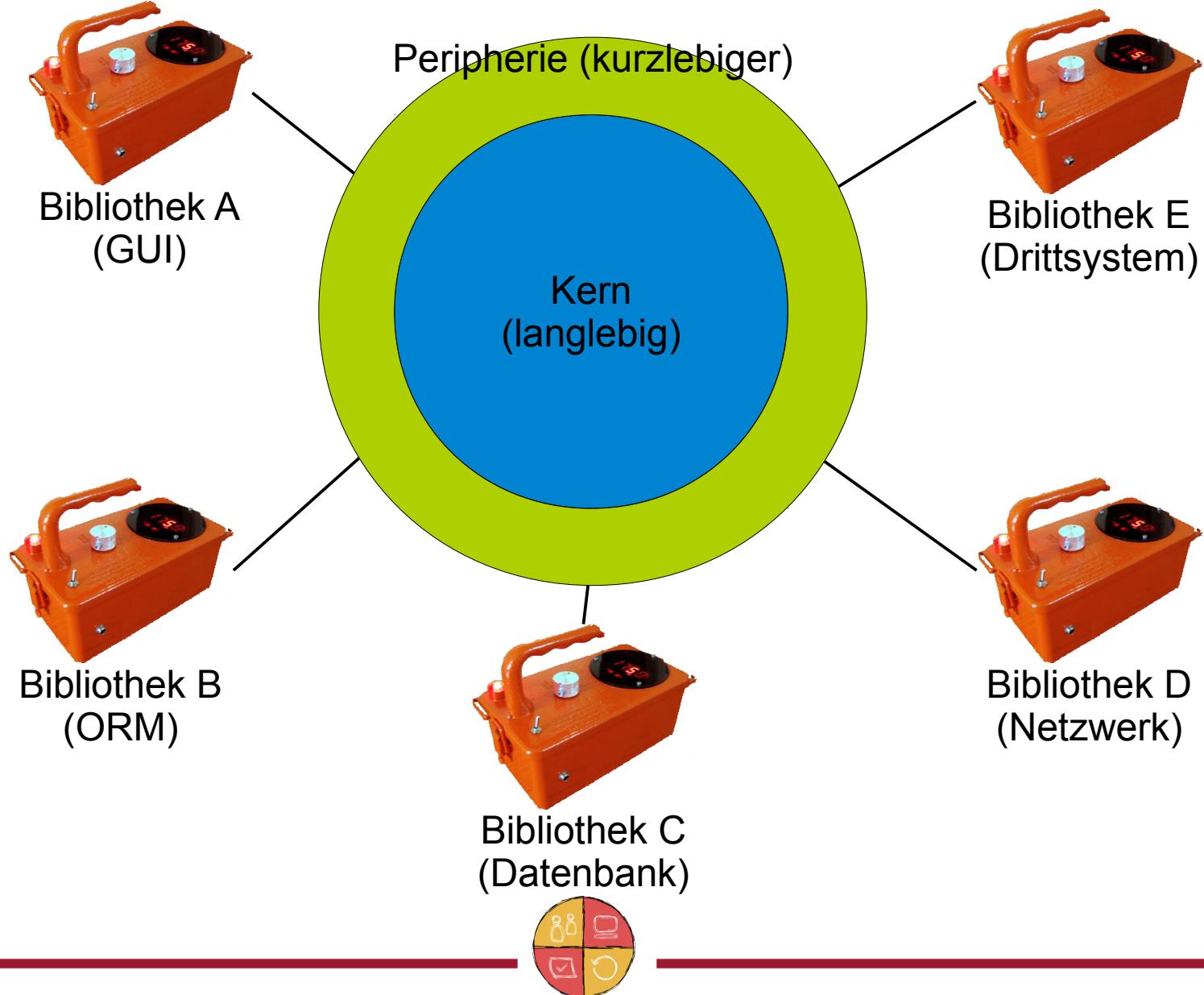
- Eine langfristige Architektur
 - Besitzt einen technologieunabhängigen Kern
 - Die eigentliche Anwendung
 - Behandelt jede Abhängigkeit als temporäre Lösung
 - Unterscheidet zwischen zentralem (langlebigem) und peripherem (kurzlebigerem) Sourcecode
- Metapher: Die Zwiebel
 - „Onion Architecture“



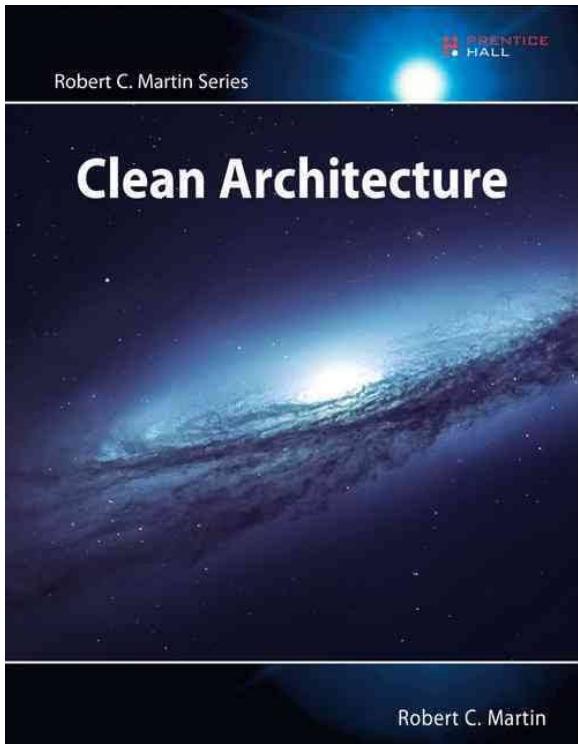
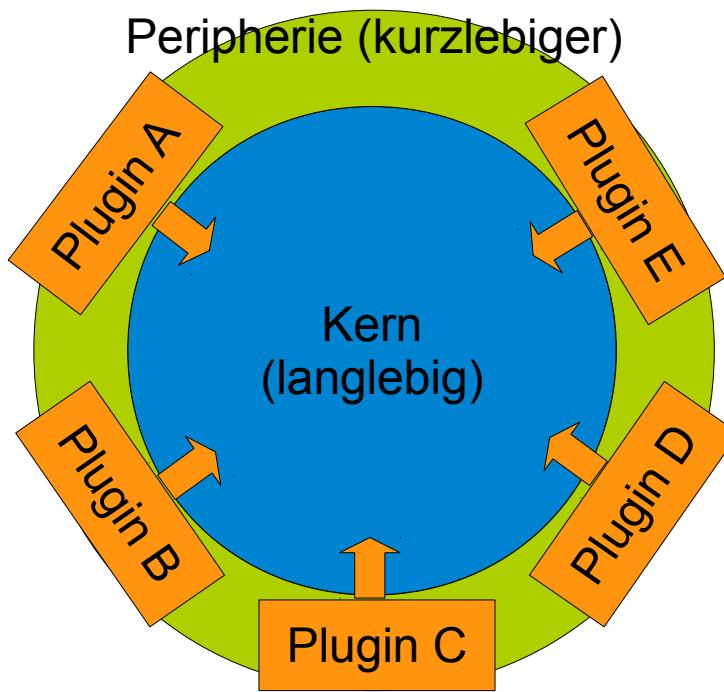
Struktur der Clean Architecture



Struktur der Clean Architecture



Struktur der Clean Architecture



- Abhängigkeit immer von außen nach innen
- Kern-Code hängt nie von Plugins ab



Die Dependency Rule

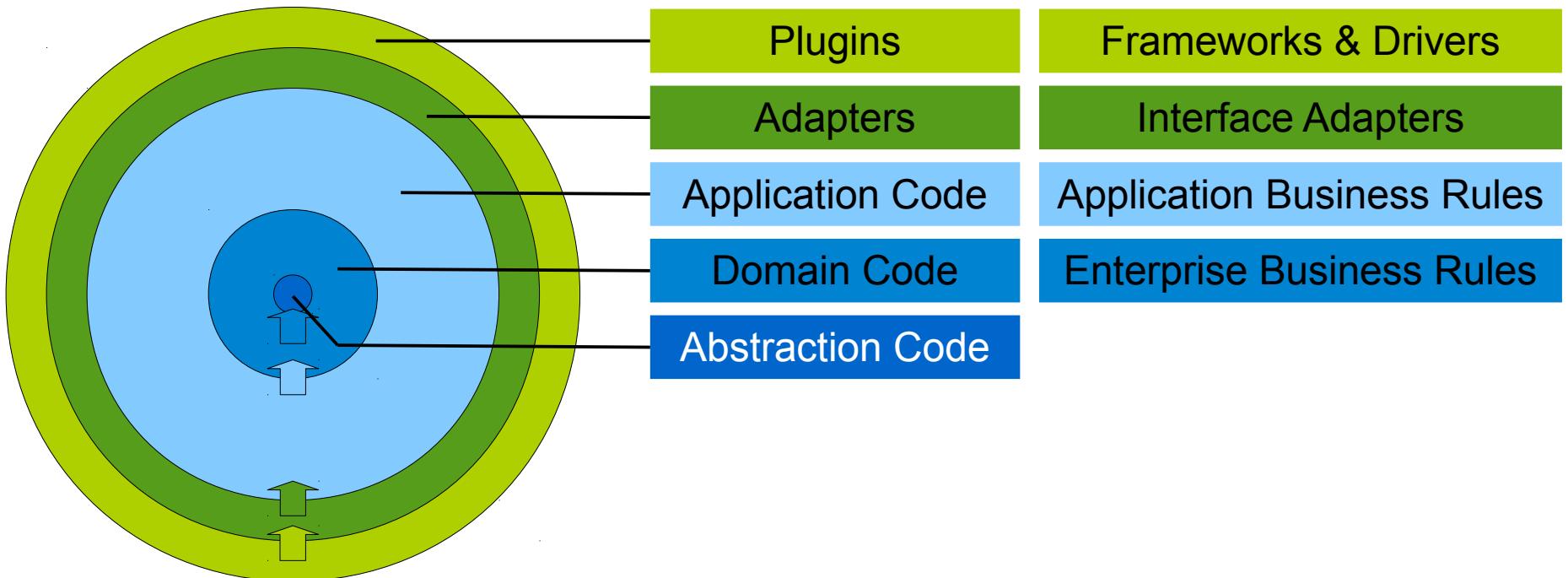
- Zentrale Regel für Abhängigkeiten

Abhängigkeiten immer von außen nach innen

- Erfordert für jede Klasse eine klare Positionierung
- Abhängigkeitspfeile gehen immer von außen nach innen
 - Aufrufpfeile können in beide Richtungen gehen



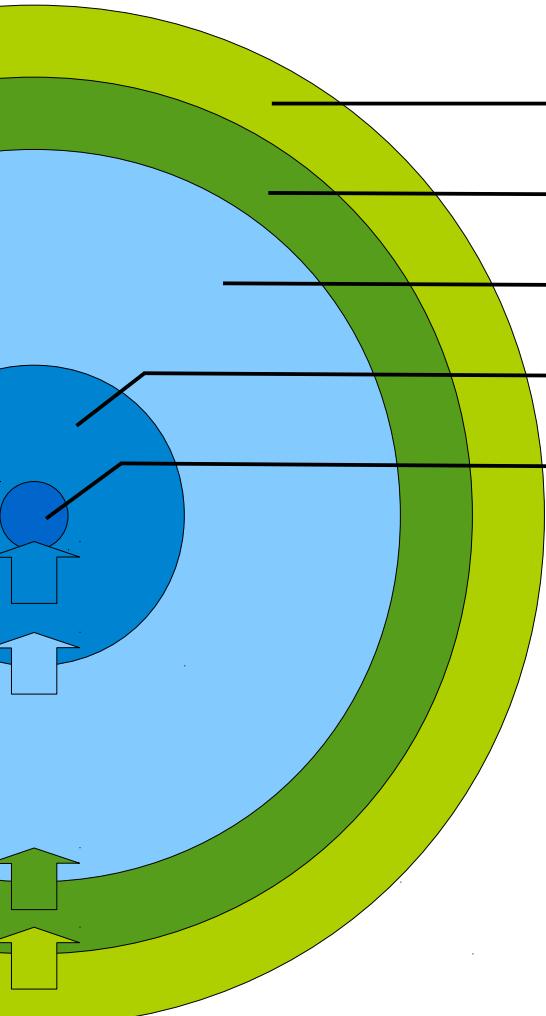
Struktur der Clean Architecture



- Innere Schichten wissen nichts von den Äußenen
 - Abhängigkeiten immer von außen nach innen
 - Beliebig viele innere Schichten (oft drei)



Position der Elemente



Plugins	Datenbank, GUI, Web, Drittsysteme, Geräte
Adapters	Presenters, Controllers, Gateways
Application Code	Use Cases
Domain Code	Entities
Abstraction Code	Generic Entities (mathematische Konzepte)

- Die Position eines Elements wird durch seinen Einsatzzweck bestimmt
 - Nicht durch technische Bequemlichkeit
 - Je konkreter („low level“) der Code ist, desto weiter außen liegt er





Grundregeln der Clean Architecture

- Der Anwendungs- und Domaincode ist frei von Abhängigkeiten
 - Sämtlicher Code kann eigenständig verändert werden
 - Sämtlicher Code kann unabhängig von Infrastruktur kompiliert und ausgeführt werden
- Innere Schichten definieren Interfaces, äußere Schichten implementieren diese
- Die äußeren Schichten koppeln sich an die inneren Schichten (Richtung Zentrum)



Schicht 4: Abstraction Code

- Enthält domänenübergreifendes Wissen
 - Mathematische Konzepte (z.B. Matrizen)
 - Algorithmen und Datenstrukturen (z.B. Zelluläre Automaten)
 - Abstrahierte Muster (z.B. Quantitäten)
- Häufig nicht notwendig und/oder nicht vorhanden
- Wahrscheinlich bereits als Library verfügbar
- Kann nachträglich extrahiert werden
- Nicht aus Angeberei anlegen!



Beispiel für Abstraction Code

- Bei Minesweeper gibt es das Konzept der benachbarten Zellen
- Ist tatsächlich ein universelles Konstrukt, die „Moore-Nachbarschaft“
- Wird auch in vielen zellulären Automaten verwendet
- Es gibt auch die Von-Neumann-Nachbarschaft mit maximal vier Nachbarn

	NW	N	NE		
	W	C	E		
	SW	S	SE		





Schicht 3: Domain Code

- Enthält v.a. Entities (Business Objects)
- Implementiert organisationsweit gültige Geschäftslogik (Enterprise Business Rules)
- Der innere Kern der Anwendung bzw. Domäne
- Sollte sich am seltensten ändern
 - Immun gegen Änderungen an Details wie Anzeige, Transport oder Speicherung
 - Unabhängig vom konkreten Betrieb der Anwendung
- Hohes emotionales Investment der Entwickler





Beispiel für Domain Code

- Domäne: Bankkonto-Verwaltungssoftware
- Ein zentraler Begriff ist das „Konto“
- Jedes Konto muss der zentralen Regel genügen:

Die Summe der Zubuchungen, Abbuchungen und des inversen Kontostands ergibt immer 0

- Das Konto ist eine Klasse im Domain Code
- Die Regel ist eine Invariante in der Konto-Klasse
 - Jede Methode der Klasse Konto muss die Regel beachten





Schicht 2: Application Code

- Enthält die Anwendungsfälle (Use Cases)
 - Resultiert direkt aus den Anforderungen
- Implementiert die anwendungsspezifische Geschäftslogik
 - Application-specific Business Rules
- Steuert den Fluss der Daten und Aktionen von und zu den Entities
 - Verwendet die Geschäftslogik, um den jeweiligen Anwendungsfall umzusetzen





Schicht 2: Application Code

- Änderungen an dieser Schicht beeinflussen die Schicht 3 (v.a. die Entities) nicht
- Isoliert von Änderungen an der Datenbank, der graphischen Benutzeroberfläche, etc.
- Wenn sich Anforderungen ändern, hat das wahrscheinlich Auswirkungen auf diese Schicht
- Wenn sich der konkrete Betrieb der Anwendung ändert, kann das hier Auswirkungen haben
- Emotionale Bindung an den Code ist in Ordnung





Beispiel für Application Code

- Bankkonto-Verwaltungssoftware
- Zentraler Use Case: Überweisungen
 - Abbuchung von Konto 1, Zubuchung auf Konto 2
 - Auch hier muss eine wichtige Regel gelten:

Die Summe aus Abbuchung und Zubuchung ergibt immer 0

- Kann sich ändern, beispielsweise bei Einführung von Transaktionsgebühren
 - Hat aber keine Auswirkungen auf die Domäne!





Schicht 1: Adapters

- Diese Schicht vermittelt Aufrufe und Daten an die inneren Schichten
 - Formatkonvertierungen
 - Externes Format wird so umgewandelt, dass die Applikation gut zurecht kommt
 - Internes Format wird so umgewandelt, dass die externen Plugins gut zurecht kommen
 - Oftmals nur einfache Datenstrukturen, die hin- und hergereicht werden
 - Ziel: Entkopplung von „innen“ und „außen“





Schicht 1: Adapters

- Anti-Corruption Layer
- Beispiele:
 - GUI: Enthält alle Klassen einer MVC-Struktur
 - Datenbank: Wandelt Anfragen der Anwendung in SQL-Statements um
 - Kein SQL in der Anwendung selbst!
 - GUI: Direkt verwendbares Render-Model
 - Key-Value-Paket
 - Diese Schicht hält die Applikation tauglich und die Plugins frisch





Beispiel für Adapters

- Bankkonto-Verwaltungssoftware
- Anzeige auf Webseite (HTML) vorbereiten
- Alle veränderlichen Inhalte der Seite unzweideutig berechnen (RenderModel)
 - Geldbeträge als Zeichenketten im Format 1234,56 €
 - Die Anzeigeschicht benötigt keine numerischen Werte
 - Farben als HTML-Hexcodes
 - Attribute (z.B. checked="checked" für Checkboxes)
- Ziel: Keine Umsetzungslogik in der Plugin-Schicht notwendig





Beispiel für Adapters

- Alle Werte „mundfertig“ im RenderModel

FinanceStatusRenderModel
(Map<String, String>)

blz	94059421
user.name	Herrn Max Muster
messages.new	Sie haben neue...
debit	15.207,16 EUR
debit.color	#10141D
credit	-22,85 EUR
credit.color	#B9354C
overview.debit	114.497,45 EUR
...	...
...	...
accounts	List<AccountRenderModel>

AccountRenderModel
(Map<String, String>)

Unser Girokonto. Einfach mehr drin.
Jetzt informieren

Sparkasse
Musterstadt

BLZ: 94059421

Internet-Banking
Herrn Max Muster
Sie haben neue Mitteilungen

Abmelden
direkt zu:
- Bitte auswählen -

Startseite
Finanzstatus
Umsätze
Banking
Brokerage
Postfach
Offene Aufträge
Service
Produktübersicht

Konten und Karten
Sparen und Anlegen
Wertpapiere und Börse
Altersvorsorge
Versicherungen
Kredite und Leasing
Bauen und Wohnen

Kontonummer
Kontobezeichnung
Kontoinhaber

Giro**
Haben
Soll
Saldo

Kontonummer	Kontobezeichnung	Kontoinhaber	Haben	Soll	Saldo
75432	Geschäftsgirokonto	MESSE GMBH	4.619,52 EUR		
10023844	Standard Privatgiro	MAX MUSTER	582,68 EUR		
10023851	Standard Privatgiro	TINA TEST MESSE 2	10.004,96 EUR		
10037505	Sichtleinlagen	MAX MUSTER	-22,85 EUR		
					31.019,51 EUR
					68.270,78 EUR
					-33.876,95 EUR
					114.497,45 EUR
					-33.899,80 EUR
					80.597,65 EUR

* Neartime-Depotbewertung (Kurse mindestens 15 Minuten zeitverzögert)

** Kontostand kann Beträge mit späterer Wertstellung enthalten. Siehe Hilfe

Druckansicht Aktualisieren



Warum Umkopieren für Adapters?

- „Warum nochmal ein Mapping von Domaindaten auf Adapterdaten?“
 - „Vor allem, wenn sich an den Daten nichts ändert?“
- Antwort: Weil dieser Zustand temporär und zufällig ist!
 - Domain und Adapter sind momentan sehr ähnlich
 - Sie werden sich in Zukunft unabhängig voneinander verändern
 - Die Auswirkungen von Änderungen sollten möglichst lokal gehalten werden → Ähnlich zu Law of Demeter





Aber ich will trotzdem nicht!

- „Es ist unnütze Arbeit ohne unmittelbaren Wert“
- Das ist eine momentan korrekte Einschätzung
- Wie wäre es mit einem Kompromiss:
 - Aktuell kein Mapping einbauen
 - Sourcecode so strukturieren, dass späteres Trennen der Ebenen durch ein Mapping einfach eingebaut werden kann
 - Die Möglichkeit des Trennens immer als Werkzeug parat haben
- Arbeit dann erledigen, wenn sie einen Wert hat





Schicht 0: Plugins

- Diese Schicht greift grundsätzlich nur auf die Adapter zu
- Enthält Frameworks, Datentransportmittel und andere Werkzeuge
 - v.a. Datenbank, Benutzeroberfläche, Web
 - Alle „Pure Fabrication“-Entscheidungen
- Wir versuchen, hier möglichst wenig Code zu schreiben
 - Hauptsächlich Delegationscode, der an die Adapter weiterleitet





Schicht 0: Plugins

- Auf gar keinen Fall enthält diese Schicht Anwendungslogik
 - Die Daten fallen mundfertig aus dem Adapter
 - Alle Entscheidungen sind bereits gefallen
 - Anfragen werden nicht uminterpretiert (das machen die Adapter)
- Keine emotionale Bindung an diesen Code
 - Jederzeitige Änderung möglich
 - Auswirkungen nur auf die Adapterschicht
 - Übersichtlicher Aufwand





Beispiel für Plugins

- Bankkonto-Verwaltungssoftware
- HTML-Rendering mit Velocity-Template

 Sparkasse
Märkisch-Oderland

BLZ 17054040 | BIC WELADED1MOL

Einkaufsgutscheine im Online-Banking.
[Mehr erfahren](#)



Home Ihre Sparkasse Service Übersicht Kontakt  A A A Suchbegriff 

▼ Online-Banking
Max Mustermann
[Neue Nachrichten](#)
 Abmelden
direkt zu:
[Bitte auswählen](#) 

Finanzstatus 

 Nach Kontoarten sortieren  Giro-Detail-Übersicht  Termingeldübersicht

Mustermann, Max 

Konto	Kontonummer	Kontostand	
Privatgirokonto ** Lebensmittel	123456	1.000,00 EUR	    
Rücklage	200000	10.200,00 EUR	    
Girokonto (USD) **	654321	1.000,00 USD (734,65 EUR)	  
Termingeld	223344556	15.000,00 EUR	 
Darlehen *	000100000	47.470,00 EUR	

 Info-Box
Zu Ihrer Sicherheit erfolgt
die automatische
Abmeldung in 2 Min.

 Online-Banking-
Hotline
03341 340-4444
03346 150-4444
03344 33440-4444

 E-Mail schreiben

 Filiale finden

 Notfallnummern



Beispiel für Plugins

- Sourcecode der HTML-Seite
- Serverseitig generiert bei jedem Request

```
<tr class="tablerowodd">
  <td>Privatgirokonto<em>**</em><br>Lebensmittel<br></td>
  <td class="right" title="IBAN: DE89 1705 4040 0000 1234 56">123456<br></td>
  <td class="right"><span class='plus'>1.000,00&ampnbspEUR</span><br></td>
  <td class="right">
    <input name="juhWEH" value="Kontodetails" onclick="return do();"
          src="6.gif" title="Kontodetails" type="image">
    <input name="yjSUpS" value="Umsatzabfrage" onclick="return do();"
          src="2.gif" title="Umsatzabfrage" type="image">
    <input name="ikqdyo" value="Überweisung" onclick="return do();"
          src="3.gif" title="Überweisung" type="image">
    <input name="cjYcZR" value="Dauerauftrag" onclick="return do();"
          src="5.gif" title="Dauerauftrag" type="image">
    <input name="gzZfjB" value="Weitere Funktionen" onclick="return do();"
          src="if5_i_aktionen.gif" title="Weitere Funktionen" type="image">
  </td>
</tr>
```



Beispiel für Plugins

- Veränderliche Inhalte als benannte Variablen
- Velocity setzt die Werte des RenderModel ein

```
<tr class="tablerowodd">
  <td> $account_title </td>
  <td class="right" title=' $iban'> $number </td>
  <td class="right"><span class=' $sgn'> $balance </span><br></td>
  <td class="right">
```



AccountRenderModel
(Map<String, String>)

account_title	Privatgirokonto** Lebensmittel
iban	IBAN: DE89 1705 4040 0000 1234 56
number	123456
sgn	plus
balance	1.000,00 EUR





Beispiel für Plugins

- Die entstandene Webseite enthält keinen Hinweis auf Variablen oder das Rendering

Sparkasse Märkisch-Oderland

BLZ 17054040 | BIC WELADED1MOL

Einkaufsgutscheine im Online-Banking.

[Mehr erfahren](#)

Home Ihre Sparkasse Service Übersicht Kontakt 

A A A Suchbegriff 

Online-Banking Max Mustermann

[Neue Nachrichten](#)

[Abmelden](#)

direkt zu: [Bitte auswählen](#)

Startseite

Finanzstatus

Kontodetails

Termingeld

Umsätze

Banking

PIN/TAN-Verwaltung

Brokerage

Deka

Kreditkarte

Finanzstatus

Nach Kontoarten sortieren Giro-Detail-Übersicht Termingeldübersicht

Mustermann, Max Seitenanfang

Konto	Kontonummer Kontoname	Kontostand	
Privatgirokonto ** Lebensmittel	123456	1.000,00 EUR	    
Tagesgeld ** Rücklage	200905	18.235,00 EUR	    
Girokonto (USD) **	654321	1.000,00 USD (734,65 EUR)	  
Termingeld	223344556	15.000,00 EUR	  
Darlehen *	000100000	47.470,00 EUR	    

Info-Box

Zu Ihrer Sicherheit erfolgt die automatische Abmeldung in 2 Min.

Online-Banking-Hotline
03341 340-4444
03346 150-4444
03344 33440-4444

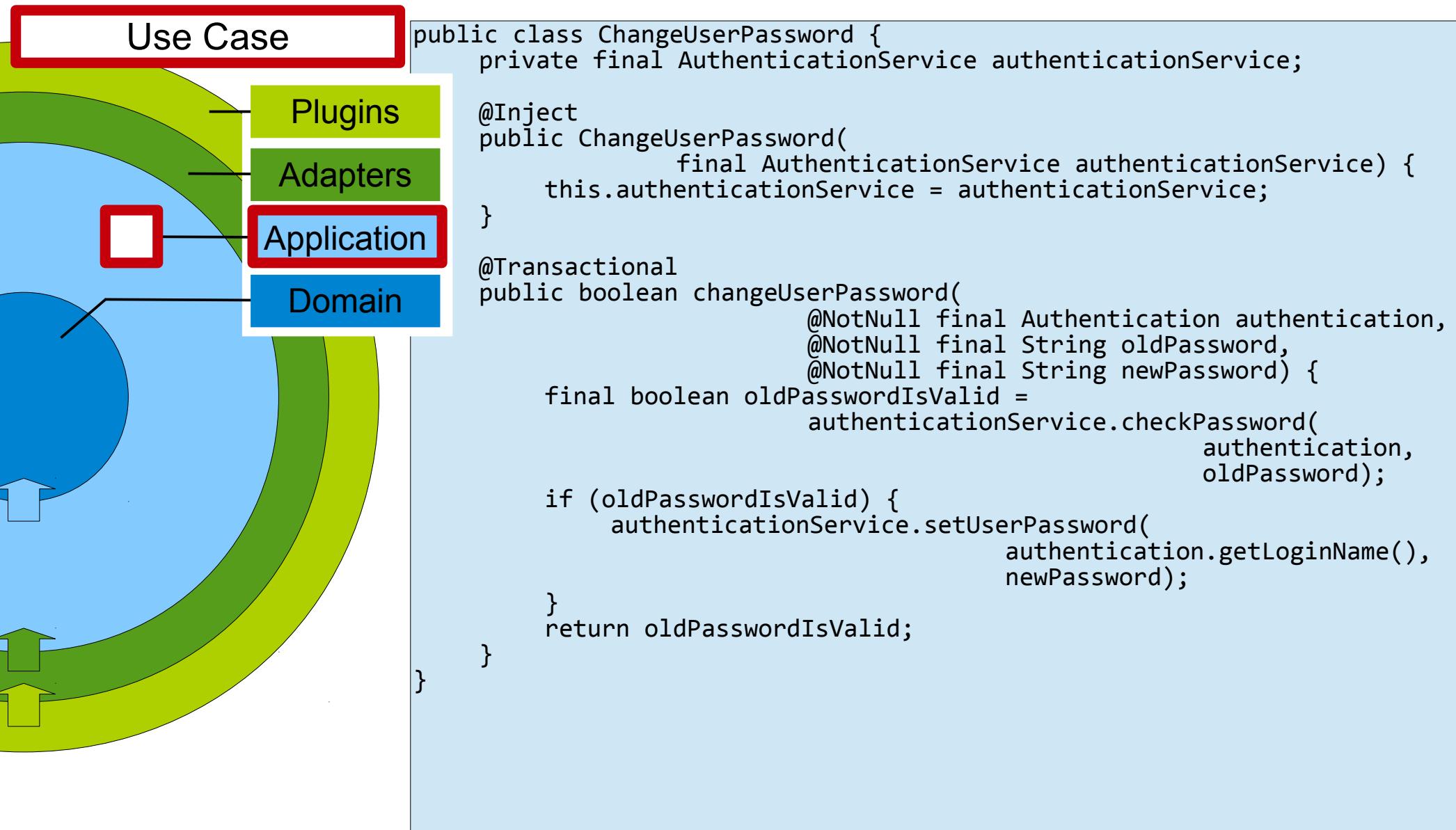
E-Mail schreiben

Filiale finden

Notfallnummern



Positionierung: Beispiel 1



Use Case

Plugins

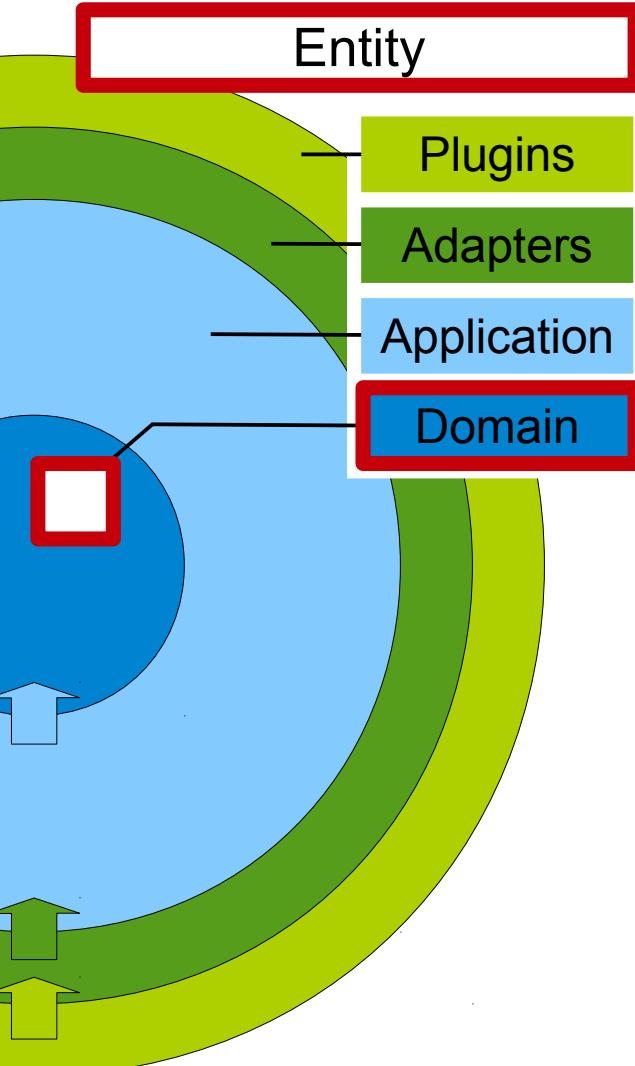
Adapters

Application

Domain

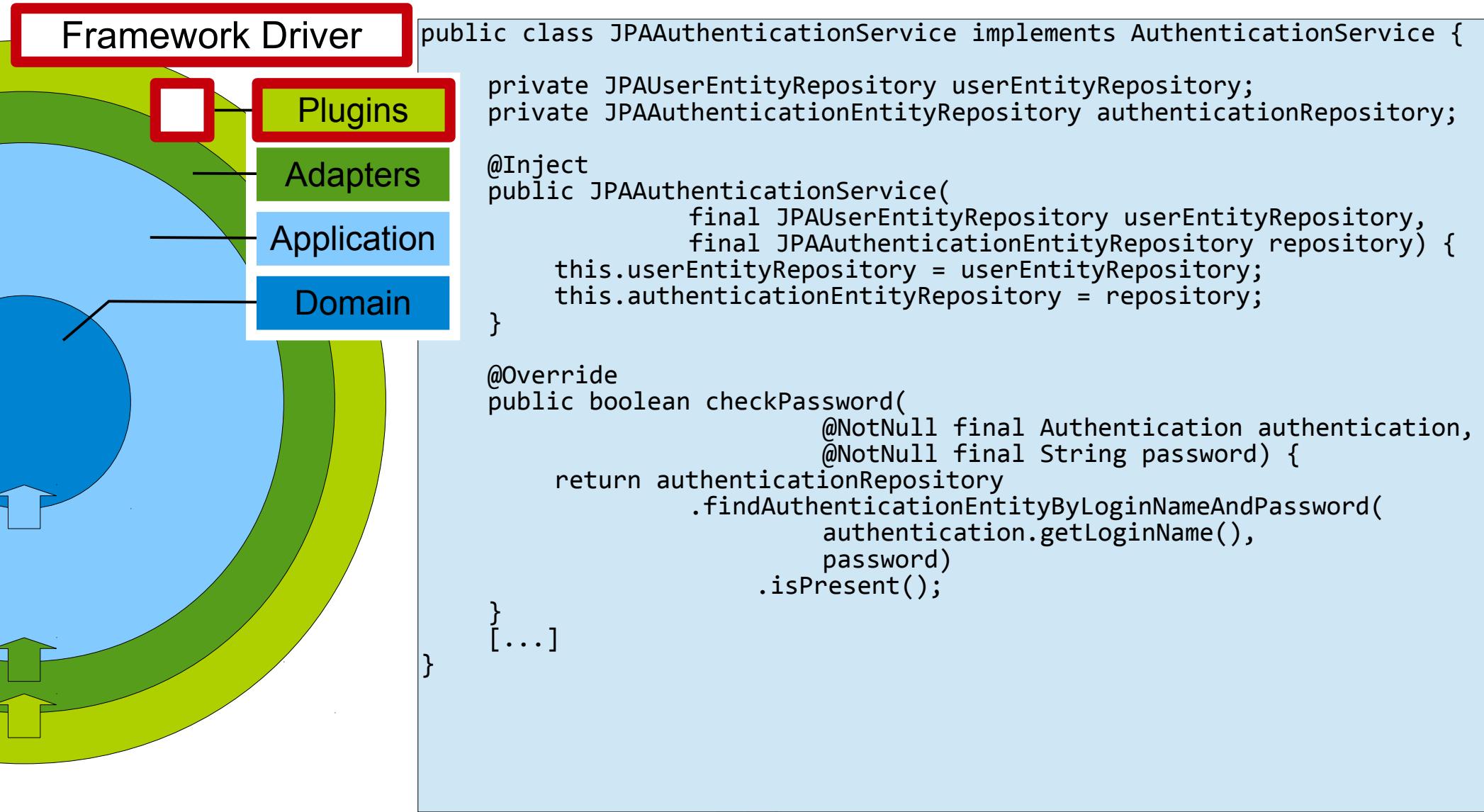
```
public class ChangeUserPassword {  
    private final AuthenticationService authenticationService;  
  
    @Inject  
    public ChangeUserPassword(  
        final AuthenticationService authenticationService) {  
        this.authenticationService = authenticationService;  
    }  
  
    @Transactional  
    public boolean changeUserPassword(  
        @NotNull final Authentication authentication,  
        @NotNull final String oldPassword,  
        @NotNull final String newPassword) {  
        final boolean oldPasswordIsValid =  
            authenticationService.checkPassword(  
                authentication,  
                oldPassword);  
  
        if (oldPasswordIsValid) {  
            authenticationService.setUserPassword(  
                authentication.getLoginName(),  
                newPassword);  
        }  
        return oldPasswordIsValid;  
    }  
}
```

Positionierung: Beispiel 2



```
public class User {  
  
    @NotNull private String loginName;  
    @NotNull private String fullName;  
    @NotNull private String emailAddress;  
  
    protected User() {  
    }  
  
    public static UserBuilder create() {  
        return new UserBuilder();  
    }  
  
    public String getLoginName() {  
        return loginName;  
    }  
  
    public String getFullName() {  
        return fullName;  
    }  
  
    public String getEmailAddress() {  
        return emailAddress;  
    }  
    [...]
```

Positionierung: Beispiel 3

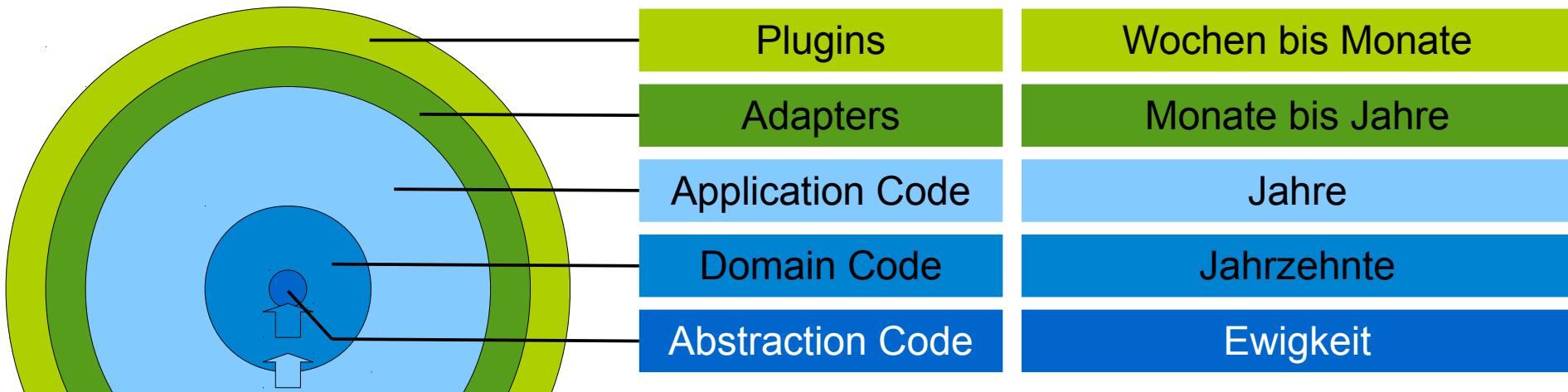


Framework Driver

```
public class JPAAuthenticationService implements AuthenticationService {  
    private JPAAUserEntityRepository userEntityRepository;  
    private JPAAuthenticationEntityRepository authenticationRepository;  
  
    @Inject  
    public JPAAuthenticationService(  
        final JPAAUserEntityRepository userEntityRepository,  
        final JPAAuthenticationEntityRepository repository) {  
        this.userEntityRepository = userEntityRepository;  
        this.authenticationEntityRepository = repository;  
    }  
  
    @Override  
    public boolean checkPassword(  
        @NotNull final Authentication authentication,  
        @NotNull final String password) {  
        return authenticationRepository  
            .findAuthenticationEntityByLoginNameAndPassword(  
                authentication.getLoginName(),  
                password)  
            .isPresent();  
    }  
    [...]  
}
```



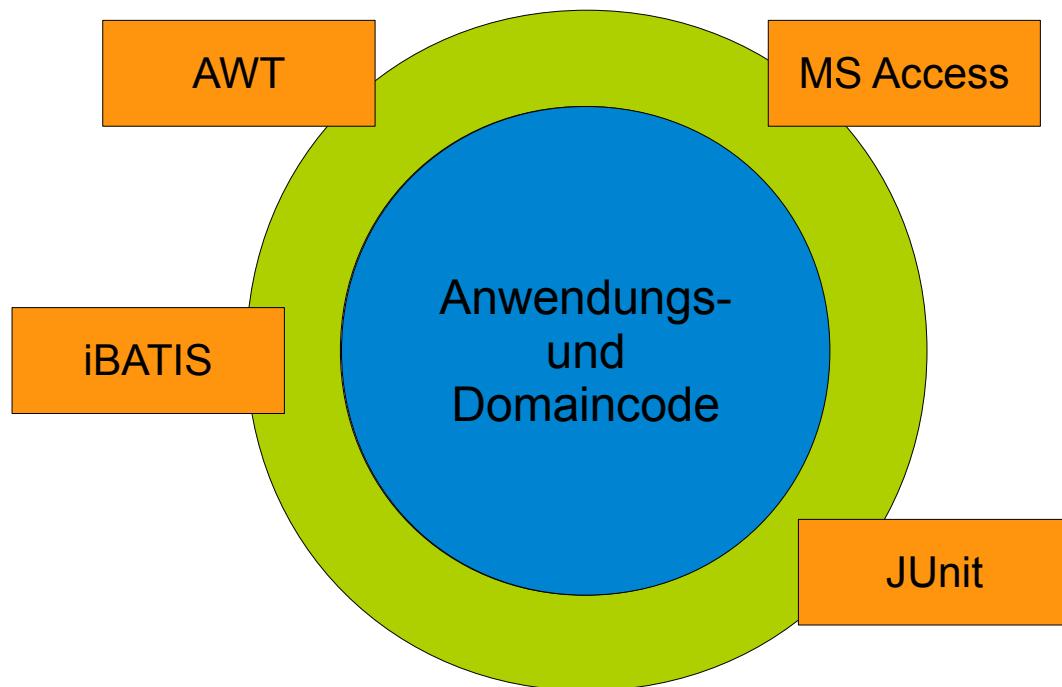
Ziel der Clean Architecture



- Das Ziel der Clean Architecture ist, Code nur von langlebigerem Code abhängig zu machen
- Wenn sich Technologien ändern müssen, kann die Anwendung unverändert bleiben



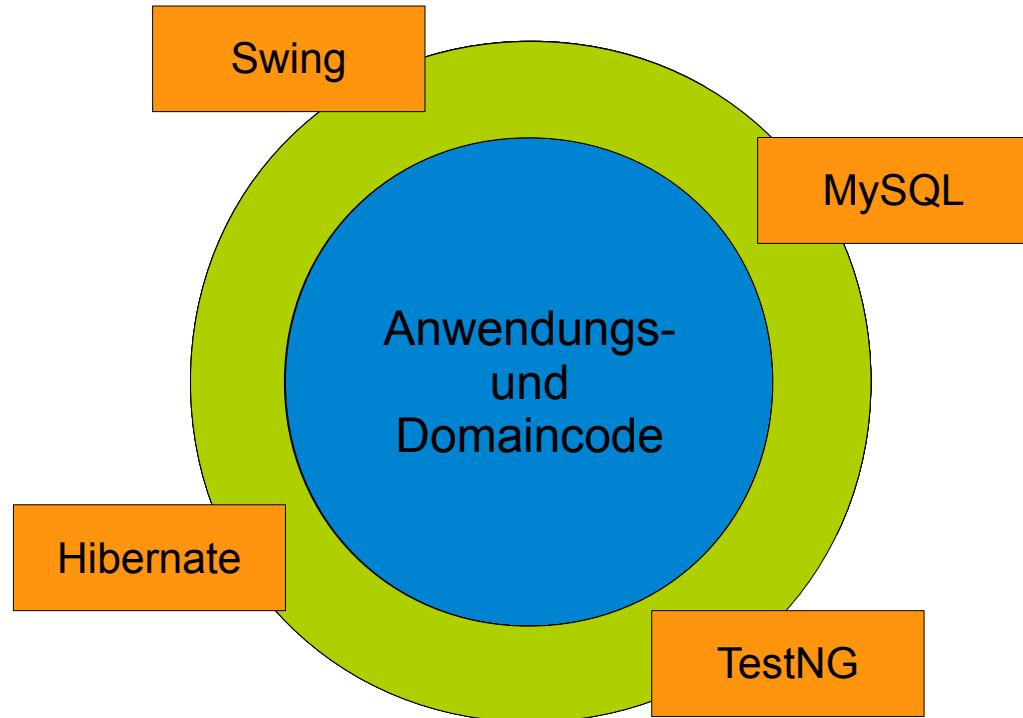
Clean Architecture Technologiewahl



UI	AWT	Swing	JavaFX
DB	MS Access	MySQL	RethinkDB
ORM	iBATIS	Hibernate	MyBatis
Test	JUnit	TestNG	Spock

- Anwendung von Technologiewahl nicht betroffen
- Konkrete Technologien sind nur noch Plugins
 - „Details“
 - Können einzeln ersetzt werden

Clean Architecture Technologiewahl

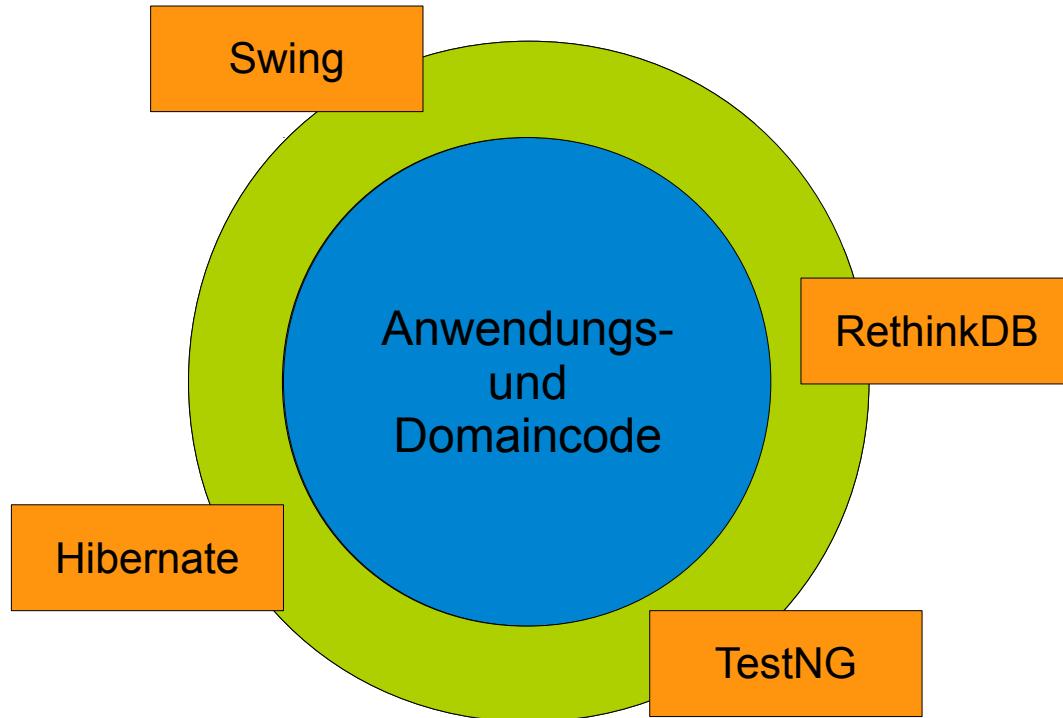


UI	AWT	Swing	JavaFX
DB	MS Access	MySQL	RethinkDB
ORM	iBATIS	Hibernate	MyBatis
Test	JUnit	TestNG	Spock

- Ersetzen einer Technologie ändert die Anwendung nicht
- Adapter müssen wahrscheinlich angepasst werden

- Alle Anforderungen bleiben erhalten

Clean Architecture Technologiewahl



- Jedes Plugin kann einzeln ersetzt werden
- Keine oder nur minimale Abhängigkeiten zwischen Plugins

UI	AWT	Swing	JavaFX
DB	MS Access	MySQL	RethinkDB
ORM	iBATIS	Hibernate	MyBatis
Test	JUnit	TestNG	Spock

- Separation of Concerns





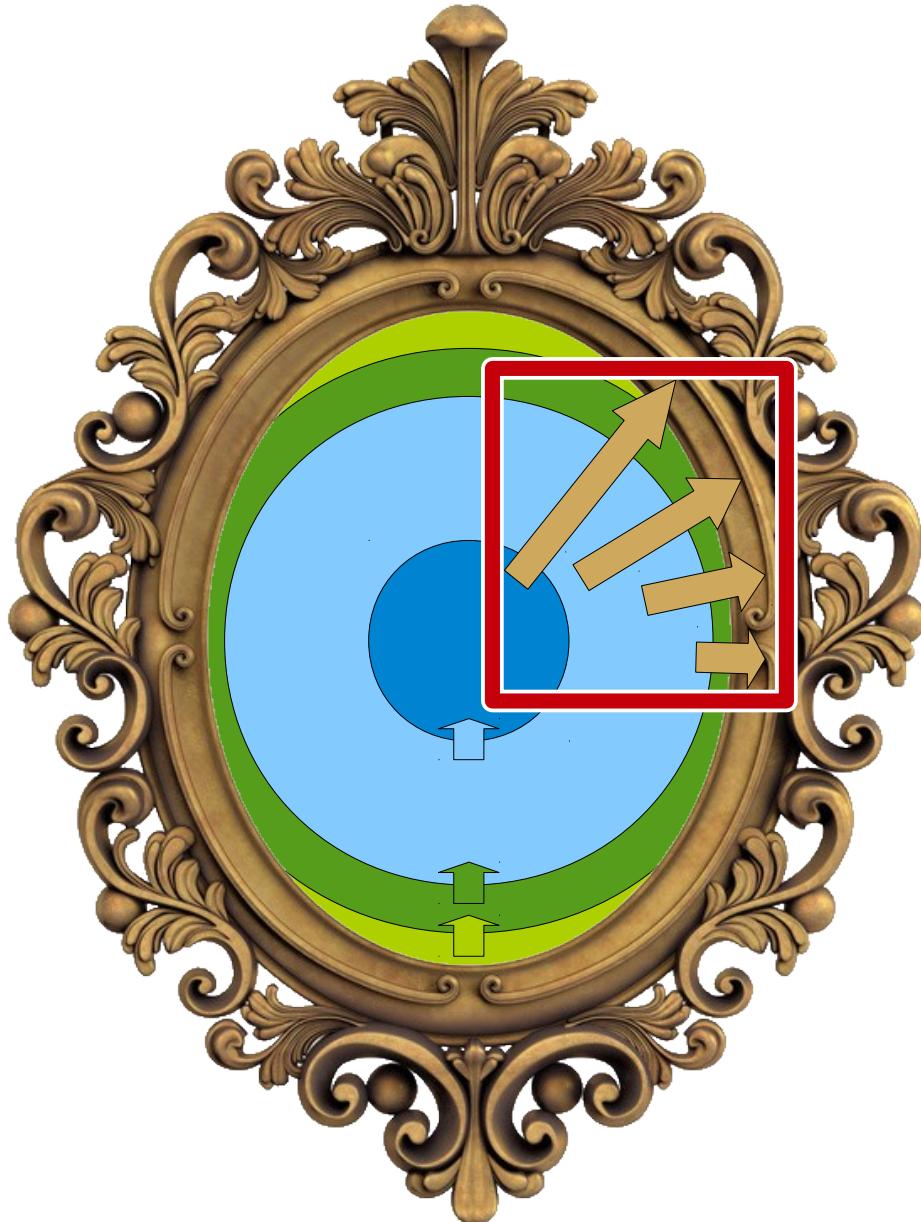
Grenzen der Clean Architecture

- Technische Grundlagen müssen stabil* bleiben
 - Plattform SDK (bei Java das JDK)
 - Programmiersprache (bei Java die Java-Syntax)
 - Compiler (bei Java der javac)
 - Laufzeitumgebung (bei Java die JVM)
- Auch Betriebssystem und Hardware benötigen ausreichende Stabilität
- Das ist ein Grund, warum immer noch Cobol auf Mainframes produktiv betrieben wird



*) stabil = mindestens abwärtskompatibel

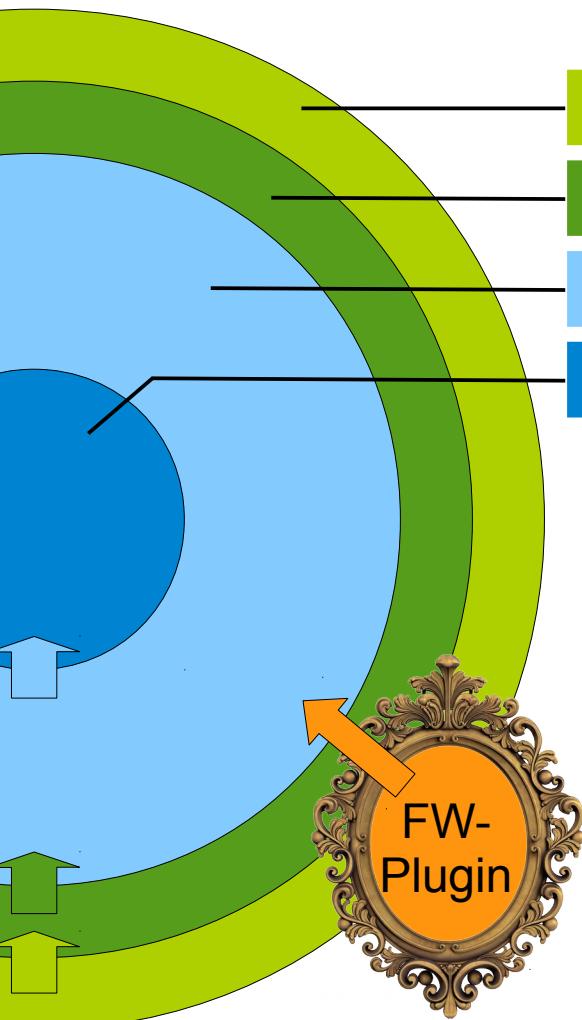
Clean Architecture und Frameworks



- Frameworks streben oft die Alleinherrschaft an
- Abhängigkeiten zeigen oft vom Anwendungscode in das Framework
 - Das ist die falsche Richtung
- Abhängigkeiten immer von außen nach innen



Frameworks positionieren



- Frameworks sind Details
- Details sind Plugins
- Plugins gehören „an den Rand“ der Anwendung
- Das Framework ausfüllen heißt, Aufrufe an die Anwendung zu delegieren
- Problematisch bei Frameworks mit Metaprogrammierung





Frameworks separieren

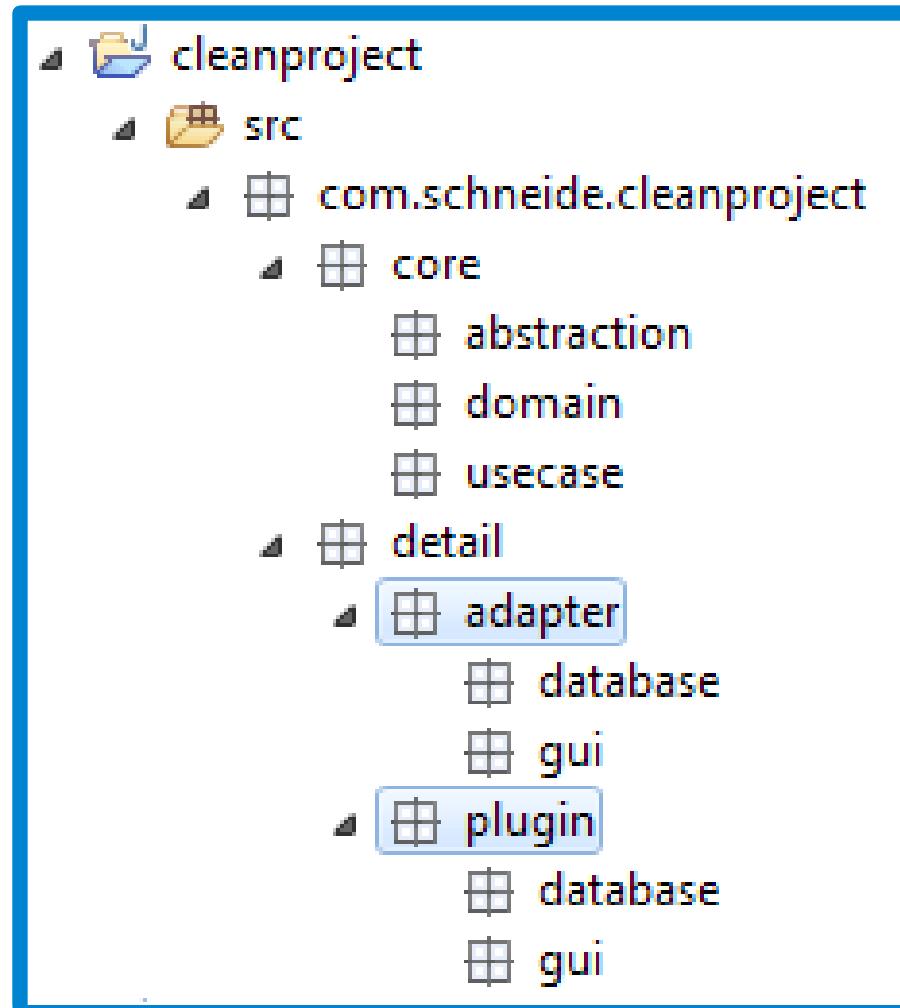
- Am besten den Code inkl. Framework in eigenes Projekt auslagern
 - Framework-Projekt referenziert Anwendungs-Projekt
 - Anwendung muss unabhängig vom Framework bau- und betreibbar sein
 - Die Schnittstelle für das Framework-Projekt wird eventuell sehr spezifisch ausfallen
 - Versuchung widerstehen, eine universelle Schnittstelle zu entwickeln
 - „Throwaway“-Adapter, d.h. Code, der verzichtbar ist





Konkrete Umsetzung: Einzelprojekt

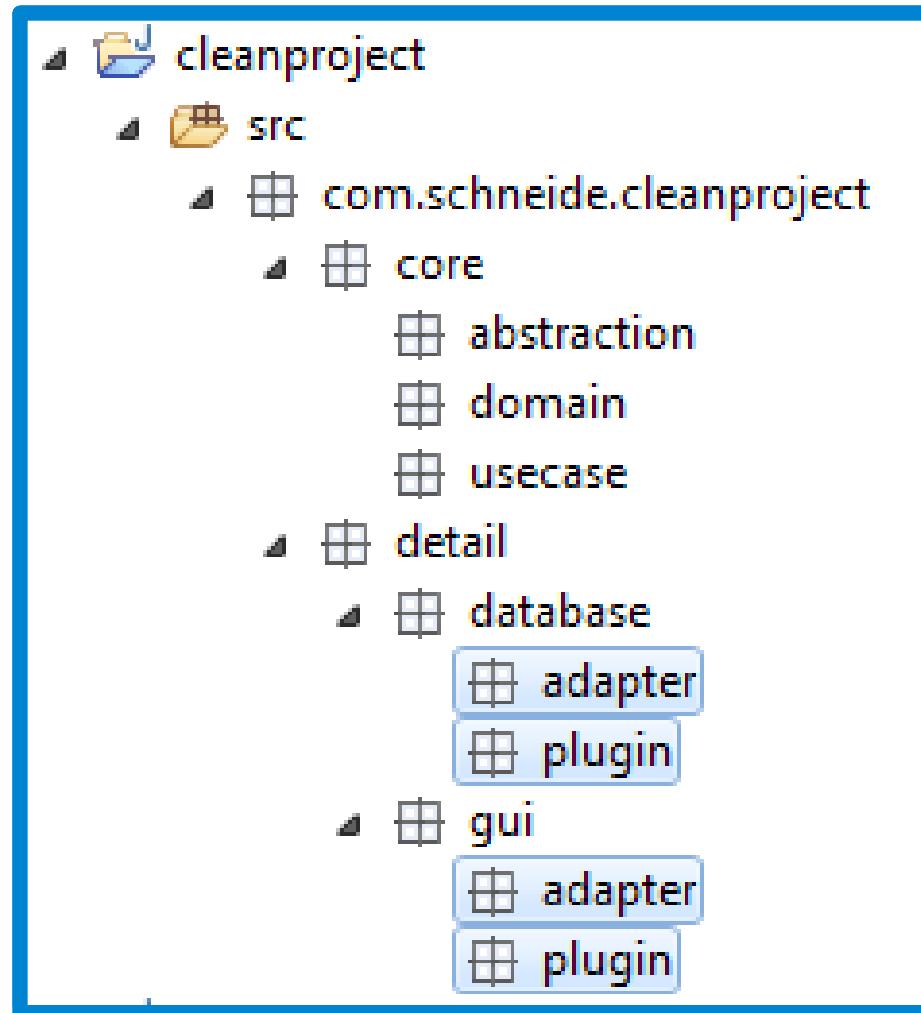
- Alle Klassen in einem Projekt
 - Packages bilden die Schichten ab
 - Namensgebung spiegelt die Reihenfolge wider
- Nachteile:
 - Keine Überprüfung durch den Compiler
 - Namen sind noch schwieriger zu finden





Konkrete Umsetzung: Einzelprojekt

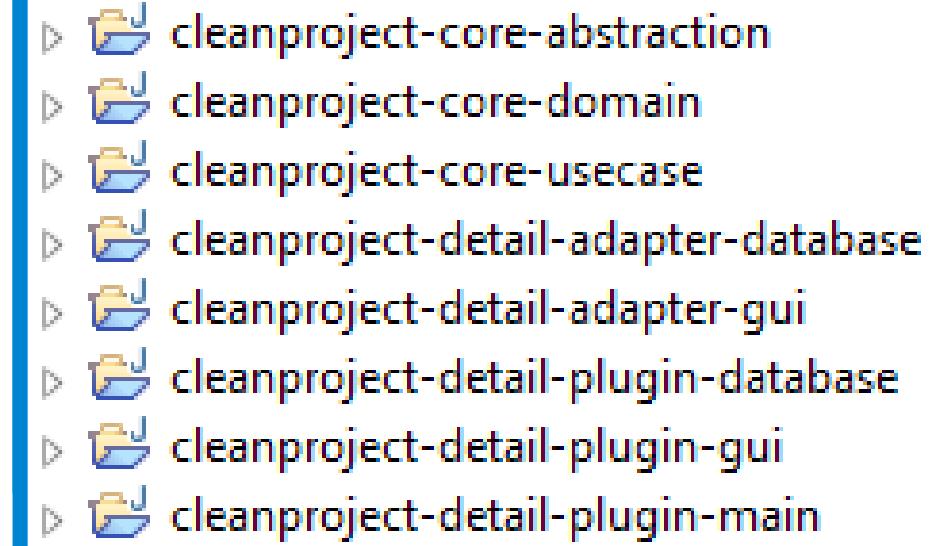
- Alle Klassen in einem Projekt
 - Packages bilden die Schichten ab
 - Namensgebung spiegelt die Reihenfolge wider
- Nachteile:
 - Keine Überprüfung durch den Compiler
 - Namen sind noch schwieriger zu finden



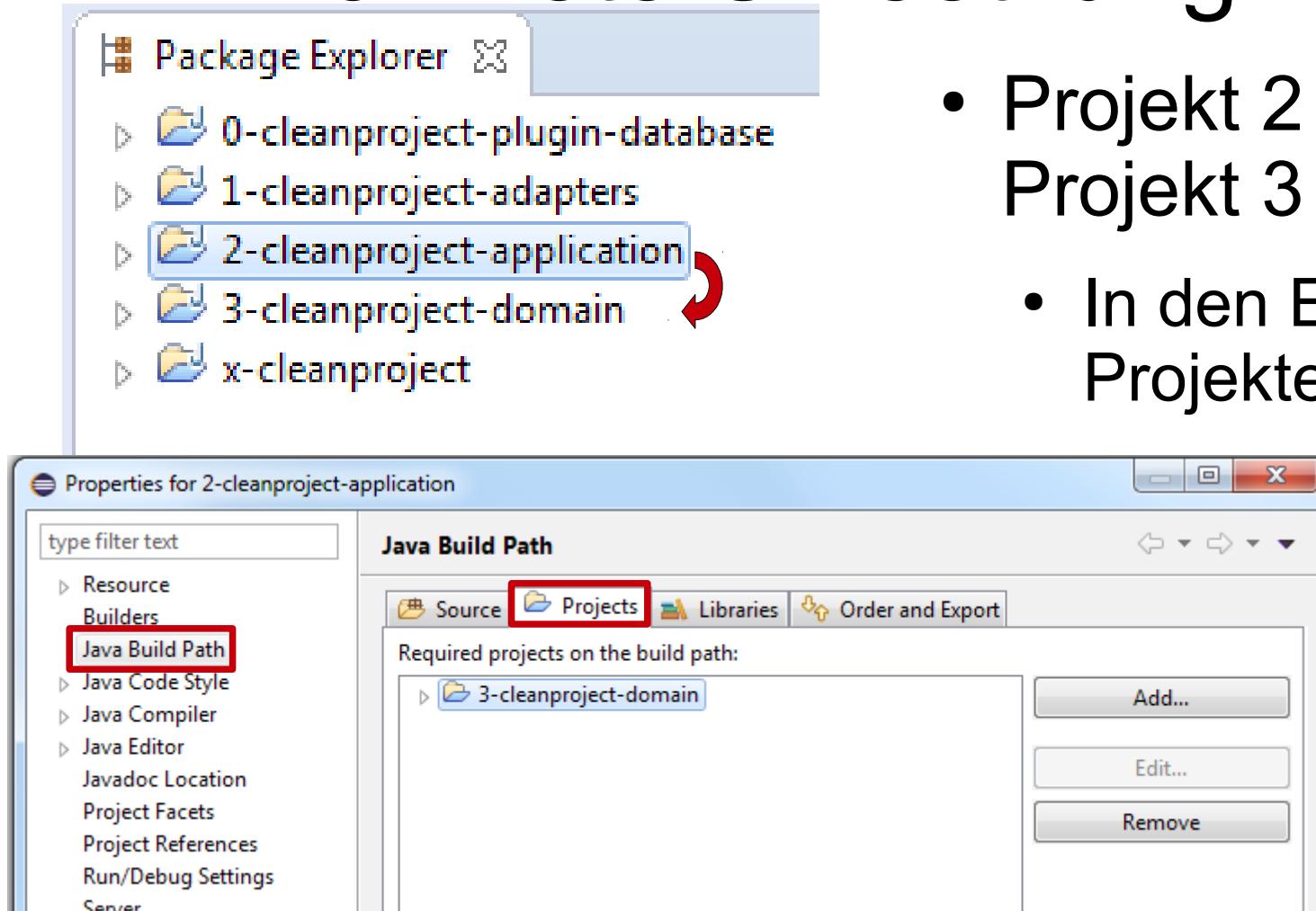


Konkrete Umsetzung: Mehrere Projekte

- Jede Schicht in einem eigenen Projekt
 - Projektabhängigkeiten spiegeln die Architektur-abhängigkeiten wider
 - Reihenfolge der Projekte durch Projektnamen
- Vorteil:
 - Der Compiler zeigt nur noch erlaubte Typen
 - Typen im eigenen Projekt und Projekten, von denen das Projekt (transitiv) abhängig ist



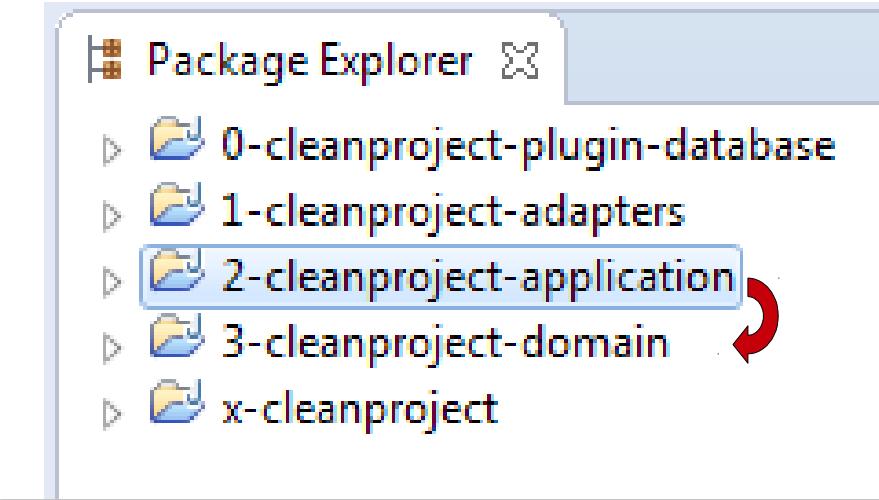
Konkrete Umsetzung: Eclipse



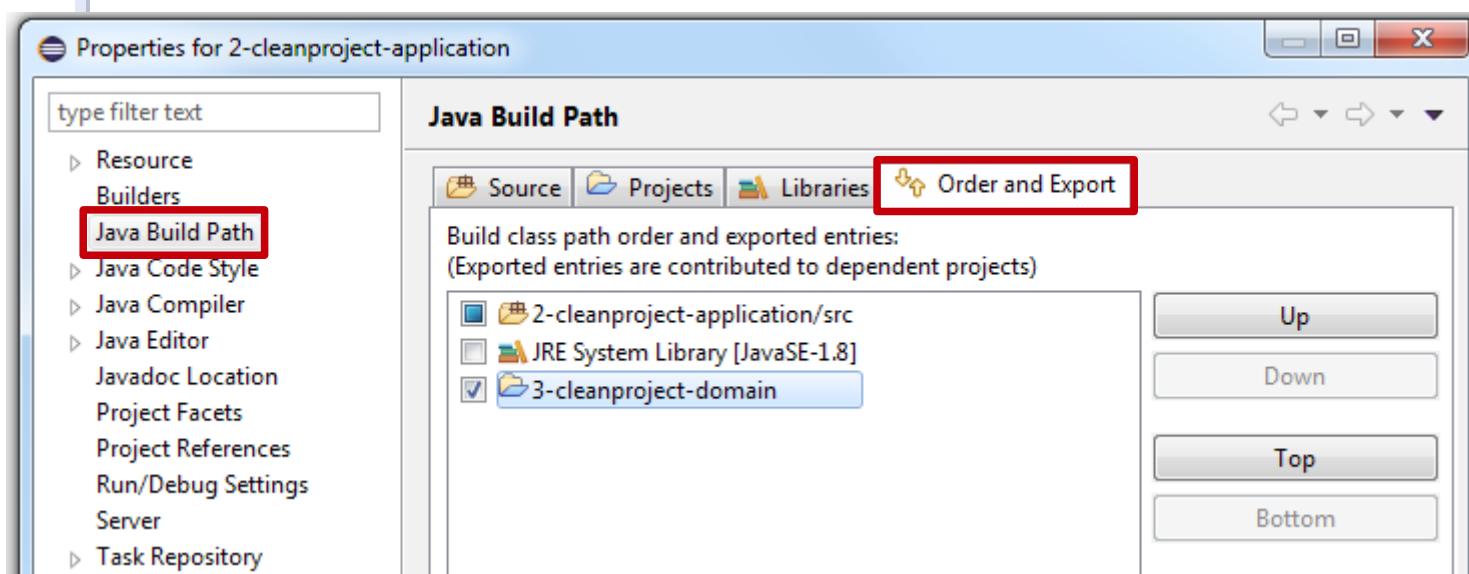
- Projekt 2 soll von Projekt 3 abhängen
 - In den Eclipse-Projekteinstellungen angeben



Konkrete Umsetzung: Eclipse



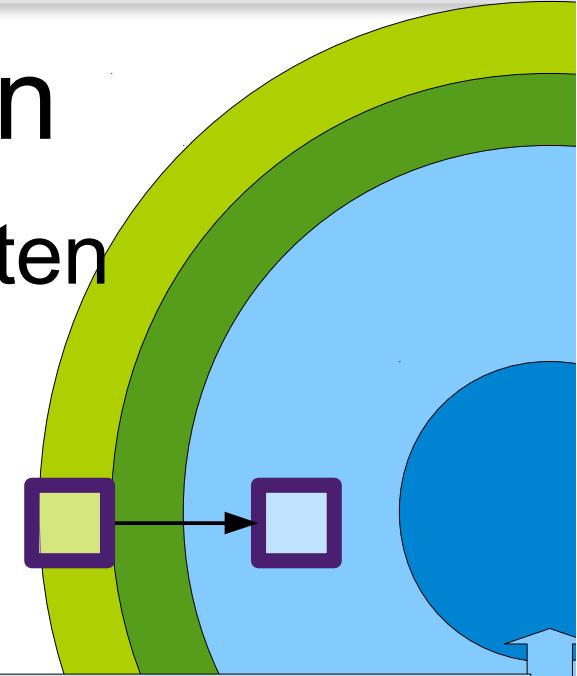
- Transitive Abhängigkeiten freigeben
 - In den Eclipse-Projekteinstellungen



Übergabe von Daten

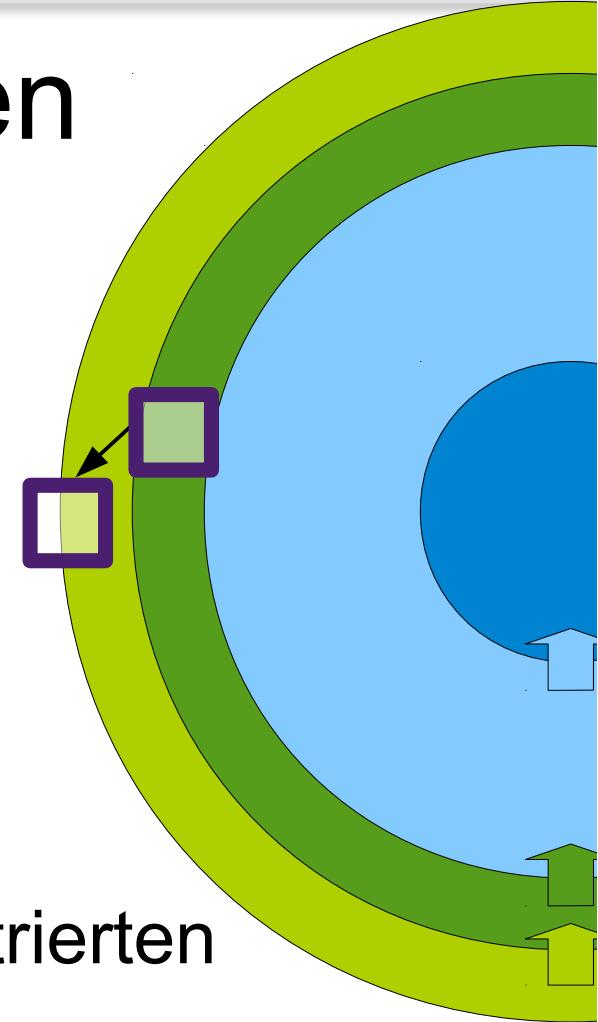
- An einer Schichtgrenze müssen Daten übergeben werden
- Von außen nach innen ist einfach
 - Parameter eines Methodenaufrufs

```
@Path("/epapers")
public class EPapersEndpoint {
    @GET
    @Path("")
    @Produces(MediaType.APPLICATION_JSON + "; charset=utf-8")
    public Response findEPapers(
        @QueryParam("iln")
        @NotNull(message = "add required query parameter iln") String holdingsIlN) {
        return Response.ok(
            ePaperAccess.findEPapers(holdingsIlN).stream() ← Application Code
                .map(ePaperToEPaperResource)
                .collect(Collectors.toList())
        ).build();
    }
}
```



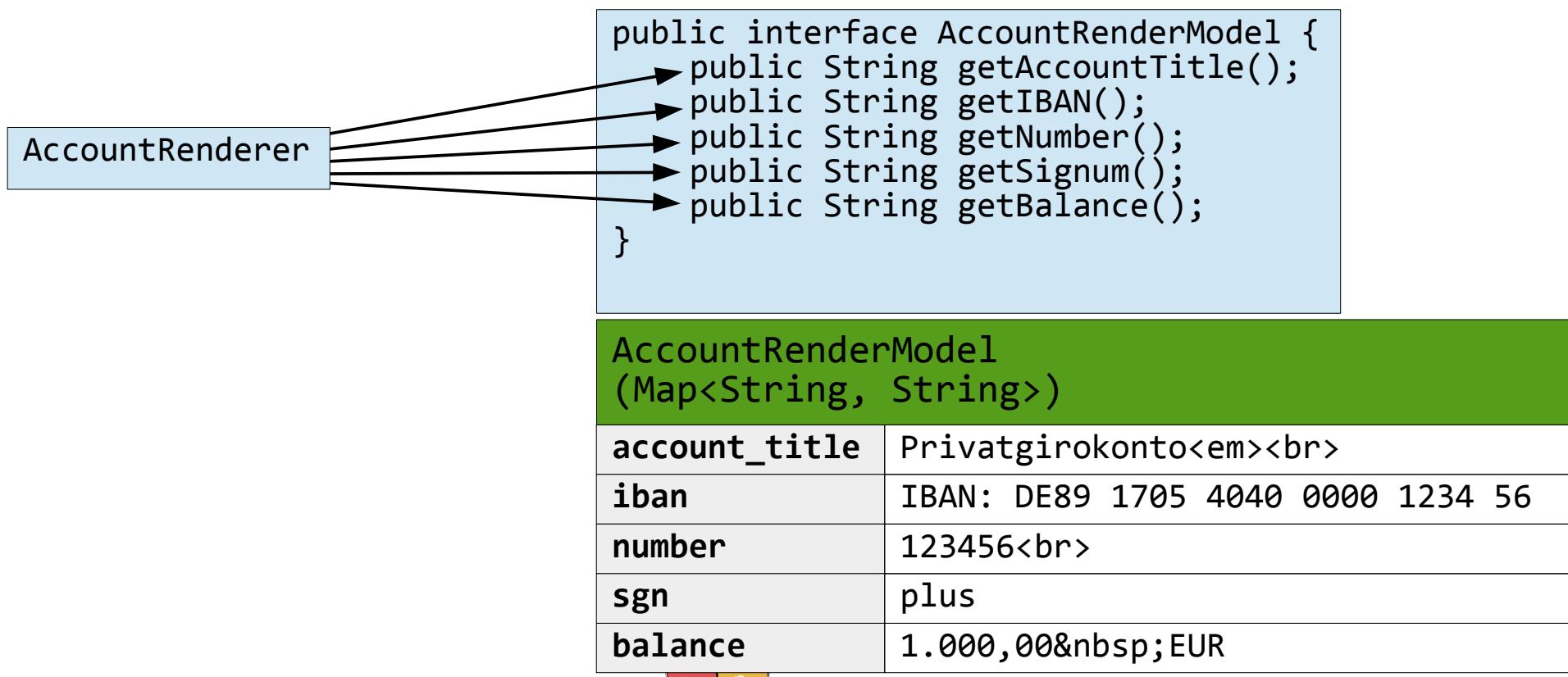
Übergabe von Daten

- Von innen nach außen gibt es zwei grundsätzliche Möglichkeiten
- Außen muss anfragen
 - Als Rückgabewert eines Methodenaufrufs von außen
- Innen meldet sich von alleine
 - Rückruf (Callback) einer vorher registrierten äußeren Methode
 - Aufrufpfeil verläuft dann entgegengesetzt zum Abhängigkeitspfeil



Übergabe von Daten: Außen fragt

- Das äußere Plugin fragt zu einem ihm genehmen Zeitpunkt nach den Daten
- Die inneren Schichten antworten nur



Übergabe von Daten: Außen fragt

- Variante: Die Datenverarbeitungsrichtung umdrehen
 - OutputStream hineingeben statt InputStream erfragen
 - Consumer<T> bereitstellen statt auf T zu warten



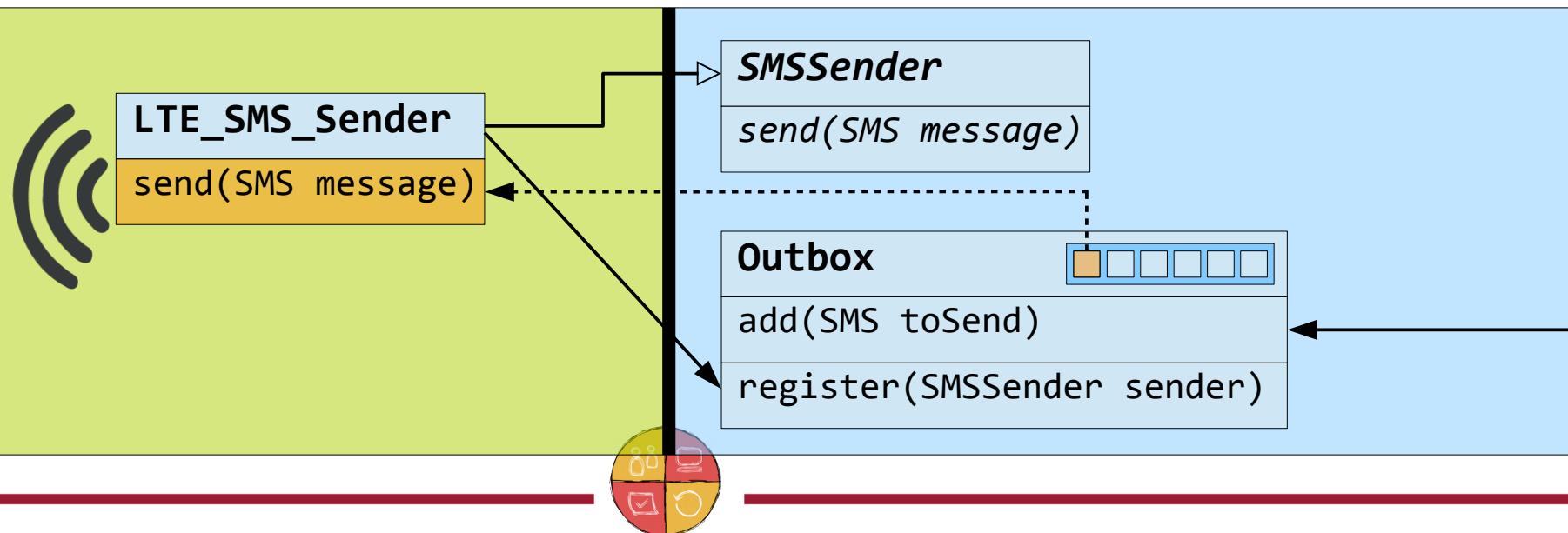
BookContentPublisher

```
public interface IssueContentProvider {  
    public byte[] getContent();  
    public InputStream getContent();  
    public void fillContentInto(  
        OutputStream outputStream);  
}
```



Übergabe von Daten: Innen meldet sich

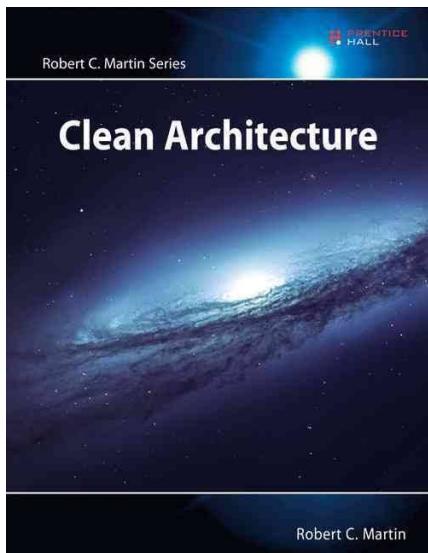
- Das äußere Plugin meldet sich zu einem frühen Zeitpunkt als Befehlsempfänger an
- Die inneren Schichten geben die Befehle zum ihnen genehmen Zeitpunkt
- Oft als Beobachter-(Listener)-Muster realisiert



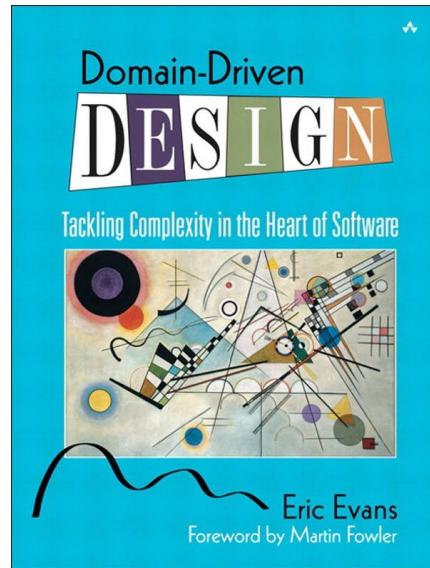


Softwareschneiderei

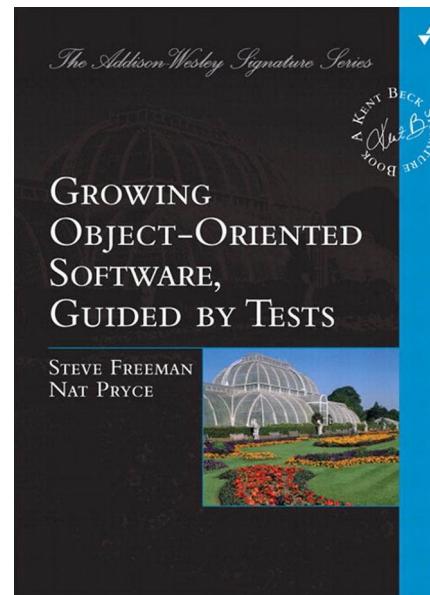
Clean Architecture: Weiterführende Literatur



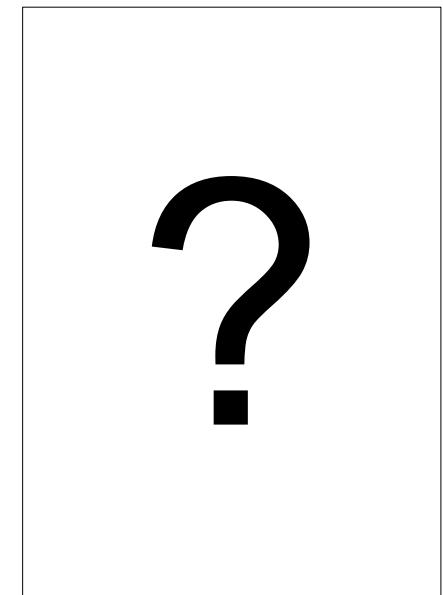
2017



2004



2009



?





Weiterführende Web-Literatur

- Hexagonal Architecture

<http://alistair.cockburn.us/Hexagonal+architecture>

- The Onion Architecture

<http://jeffreypalermo.com/blog/the-onion-architecture-part-1>

- The Clean Architecture

<https://8thlight.com/blog/uncle-bob/2012/08/13/the-clean-architecture.html>

- Layers, Onions, Ports, Adapters: it's all the same

<http://blog.ploeh.dk/2013/12/03/layers-onions-ports-adapters-its-all-the-same>



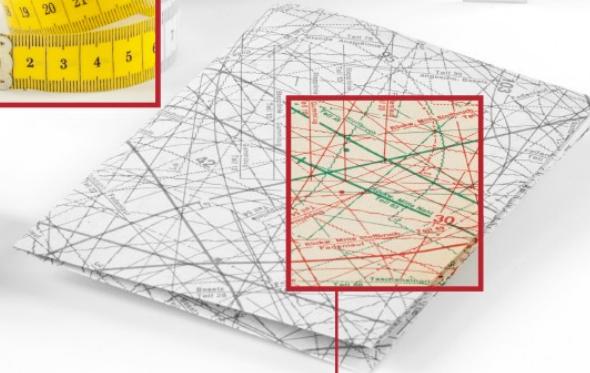


Softwareschneiderei

Softwareschneiderei GmbH

Softwareentwicklung

User Experience (UX)



Fortbildung

Strategische IT-Beratung





Bildnachweise

- Monolith: By Source, Fair use, <https://en.wikipedia.org/w/index.php?curid=31738209>
- Oval Baroque Gold Frame: Fotolia Datei #77261068 | Urheber: dmitrygolikov
- Ausmalbuch: <http://www.traum-salon.de/pages/buecher/uebersicht/herr-wolke-lese-raetsel-ausmalbuch.php>
- Trend für Stressabbau - Ausmalbuch für Erwachsene: Fotolia Datei: #102219361 | Urheber: moltaprop
- Bricklayer worker installing brick masonry on exterior wall: Fotolia Datei: #117356924 | Urheber: Hoda Bogdan
- Suspicious Looking Device: <http://art.junkfunnel.com/?p=83> by Junkfunnel Labs (Casey Smith)
- Two cogwheels configuration interface symbol: <div>Icons made by [Freepik](http://www.freepik.com "Freepik") from [www.flaticon.com](http://www.flaticon.com "Flaticon") is licensed by [Creative Commons BY 3.0](http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/ "Creative Commons BY 3.0") target="_blank">CC 3.0 BY</div>
- Moore neighborhood with cardinal directions: Von MorningLemon - Eigenes Werk, CC-BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=38746075>

