Buch: Softwareentwicklung für die Naturwissenschaften

Dr. habil. Till Biskup

— Glossar zu Kapitel 25: „Liskov-Substitutionsprinzip“ —

Hinweis: Die nachfolgend genannten Begriffe und Definitionen erheben keinen Anspruch auf formale Korrektheit, sondern dienen lediglich dem besseren Verständnis der in der Vorlesung behandelten Themen und sind im jeweiligen Kontext zu sehen. Mehrfache, voneinander abweichende Definitionen in unterschiedlichen Kontexten sind daher möglich. Englische Begriffe werden zwar nach Möglichkeit übersetzt, erscheinen aber ggf. unter ihrem englischen Namen in der Liste. Verweise untereinander sind durch ↑ gekennzeichnet.

Abhängigkeit *dependency*, im Quellcode durch explizite Nennung hervorgerufene ↑Kopplung von Programmteilen (↑Funktionen, ↑Objekte, …), die dazu führt, dass der aufgerufene Programmteil nicht mehr ohne Veränderung des aufrufenden Teils verändert werden kann.

abstrakte Klasse ↑Klasse, die zunächst einmal nur eine ↑Schnittstelle liefert und nur (abstrakte) ↑Methoden ohne Implementierung enthält.

abstrakte Schnittstelle *abstract interface*, ↑abstrakte Klasse, die in Sprachen, die keine ↑Mehrfachvererbung unterstützen, explizit als ↑Schnittstelle (*interface*) definiert wird, so dass eine Klasse von mehreren abstrakten Schnittstellen „erben“ kann.

Abstraktion Nach Edsger Dijkstra [1] das einzige mentale Werkzeug, das es erlaubt, eine große Vielzahl von Fällen abzudecken. Zweck der Abstraktion ist es nicht, vage zu sein, sondern im Gegenteil ein neues Bedeutungsniveau zu schaffen, das präzise Beschreibungen erlaubt.

Attribut im Kontext der ↑objektorientierten Programmierung eine Variable, die innerhalb einer ↑Klasse definiert wird. ↑Methoden operieren auf den Attributen einer ↑Klasse bzw. dem daraus erzeugten ↑Objekt.

Ausnahme *exception*, Verfahren, Informationen über bestimmte Programmzustände – meistens Fehlerzustände – an andere Programmebenen zur Weiterbehandlung weiterzureichen; wird meist auch im Deutschen als „Exception“ bezeichnet. Eine Exception wird so lange an höhere Programmebenen weitergereicht, bis sie explizit behandelt wird. Das ermöglicht, ihre Behandlung an eine Ebene zu delegieren, die eine informierte Entscheidung zum Umgang treffen kann, und macht Code robuster und oft schlanker. Wird eine Exception nicht vom Programm abgefangen und behandelt, muss die Laufzeitumgebung diese Aufgabe übernehmen. Sie wird ggf. den weiteren Programmablauf radikal abbrechen.

Basisklasse ↑Superklasse, oft eine ↑abstrakte Klasse, von der die ↑Klassen, die die eigentlichen Aufgaben übernehmen, durch ↑Vererbung abgeleitet werden. Eine Basisklasse implementiert nur das Nötigste, oft nur die ↑Schnittstelle. Das ↑Liskov-Substitutionsprinzip liefert grundlegende Regeln für diese Vererbungsbeziehung.

degenerierte Methode ↑Methode, die zwar in der ↑Basisklasse (↑Superklasse) definiert, aber in der durch ↑Vererbung abgeleiteten Klasse (↑Subklasse) nicht verwendet wird.

Dependency Inversion Umkehr der ↑Abhängigkeiten gegenüber der intuitiven Implementierung. Abhängigkeiten sollten häufig entgegen dem ↑Kontrollfluss verlaufen.

Dependency-Inversion-Prinzip (DIP) Anwendung der ↑Dependency Inversion: Abstraktionen sollten nicht von Details abhängen.

Umgekehrt sollten Details auf Abstraktionen aufbauen.

design by contract „Entwurf kraft Vereinbarung", Vor- und Nachbedingungen für Codeblöcke werden explizit im Quellcode festgehalten und lassen sich so vom Compiler und zur Laufzeit überprüfen. Wird nur von wenigen Programmiersprachen konsequent unterstützt (z.B. ADA/SPARC, Eiffel), die meist in sicherheitskritischen Anwendungen (z.B. Flugsicherung/Luftraumüberwachung, Raumfahrt) eingesetzt werden. Eine Möglichkeit der Formalisierung in anderen Programmiersprachen sind ↑Unittests.

DIP ↑Dependency-Inversion-Prinzip, vgl. ↑SOLID

Entwurf kraft Vereinbarung ↑design by contract

Entwurfsmuster *design patterns*, erprobte und bewährte Lösungen für wiederkehrende Probleme in der Softwareentwicklung. Beschreibungen miteinander kommunizierender ↑Objekte und ↑Klassen, die maßgeschneidert sind, um ein generelles Entwurfsproblem in einem bestimmten Kontext zu lösen. [2, S. 3] Entwurfsmuster liefern eine (↑abstrakte) Beschreibung des dahinterstehenden Konzepts und haben meist einen etablierten Namen, der die Kommunikation erleichtert. Es gibt ganze Kataloge solcher Muster, und viele der ursprünglich beschriebenen Entwurfsmuster sind heute in vielen Programmiersprachen fest etabliert.

Funktion im Kontext der strukturierten Programmierung eine Liste von Anweisungen, die eine bestimmte Aufgabe erfüllt und der Programmiersprache unter einem festen Namen bekannt ist. Vgl. ↑Methode.

Heuristik die Kunst, mit begrenztem Wissen und wenig Zeit dennoch zu wahrscheinlichen Aussagen oder praktikablen Lösungen zu kommen; analytisches Vorgehen, bei dem mit begrenztem Wissen über ein System mit Hilfe von mutmaßenden Schlussfolgerungen Aussagen über das System getroffen werden. Die Aussagen können von der optimalen Lösung abweichen. Ist eine optimale Lösung bekannt, lässt sich durch Vergleich die Güte der Heuristik bestimmen.

Interface Segregation Aufteilung der ↑Schnittstelle einer ↑Klasse oder eines ↑Moduls mit dem Ziel möglichst geringer ↑Kopplung und hoher ↑Kohäsion.

Interface-Segregation-Prinzip Anwendung der ↑Interface Segregation: Nutzer sollten nicht dazu gezwungen werden, von Methoden abzuhängen, die sie nicht verwenden.

ISP ↑Interface-Segregation-Prinzip, vgl. ↑SOLID

Kapselung *encapsulation*, ein ↑Objekt enthält Daten (↑Attribute) *und* zugehöriges Verhalten (↑Methoden) und kann beides nach Belieben vor anderen Objekten verstecken.

Klasse *class*, im Kontext der ↑objektorientierten Programmierung die Blaupause für die Erzeugung eines ↑Objektes; Definition der Daten (↑Attribute) und des zugehörigen Verhaltens (↑Methoden).

Kohäsion *cohesion*, innerer Zusammenhalt; hier: Zusammenhang einzelner Aspekte einer Softwareeinheit zueinander. Ein Ziel der Softwareentwicklung ist starke Kohäsion (*strong/high cohesion*). Jede Einheit (z.B. ↑Methode, ↑Funktion, ↑Klasse) hat eine Aufgabe, und alle Teile dieser Einheit dienen dem Zweck, diese eine Aufgabe zu erfüllen.

Kontrollfluss *flow of control*, Reihenfolge des Aufrufs von Programmteilen (↑Funktionen, ↑Objekte, ...), um eine gegebene Aufgabe zu erfüllen.

Konvention innerhalb einer Gruppe oder einem (lokalen) Kontext getroffene (temporäre) Festlegung. Ziel von Konventionen ist die Vereinheitlichung und damit einhergehend die Befreiung von der Notwendigkeit, jedesmal aufs Neue nachdenken zu müssen, wie z.B. gewisse Prozesse durchgeführt oder Objekte benannt werden sollen. Konventionen sind im Gegensatz zu ↑Standards weniger verbindlich und deutlich flexibler sowie *ad hoc* innerhalb einer Gruppe einführbar.

Kopplung *coupling*, in Software der Grad der Verbindung zweier Komponenten; enge Bindung mehrerer Einheiten einer Software aneinander, so dass sie nicht unabhängig wiederverwendbar (bzw. ggf. auch nicht testbar) sind. Programmierkonzepte zielen generell auf eine lose Kopplung (*loose/low coupling*) einzelner Komponenten ab, da so die Wiederverwendbarkeit erleichtert wird.

Liskov-Substitution Einsatz von Subtypen anstelle ihrer Basistypen ohne Beeinträchtigung der Funktionalität.

Liskov-Substitutionsprinzip Anwendung der ↑Liskov-Substitution: Subtypen müssen durch ihre Basistypen ersetzbar sein. Grundlegendes Prinzip für die ↑Vererbung in der ↑objektorientierten Programmierung, das auf Barbara Liskov [3] zurückgeht.

LSP ↑Liskov-Substitutionsprinzip, vgl. ↑SOLID

Mehrfachvererbung (*multiple inheritance*) Eine ↑Klasse erbt (↑Vererbung) von mehr als einer ↑Superklasse. Wird von den wenigsten Programmiersprachen unterstützt, oftmals behilft man sich hier aber des Konzeptes einer ↑Schnittstelle (*interface*) (3.) und kann dann mehr als ein solches implementieren (bzw. davon erben). Konzeptionell lassen sich diese beiden Ansätze quasi identisch einsetzen.

Methode im Kontext der ↑objektorientierten Programmierung eine ↑Funktion, die innerhalb einer ↑Klasse definiert wird und auf den ↑Attributen einer ↑Klasse bzw. dem daraus erzeugten ↑Objekt operiert.

Modul Software-Einheit oberhalb von ↑Klassen, ↑Objekten und ↑Funktionen, aber unterhalb der Gesamtarchitektur (↑Softwarearchitektur) eines Systems. Module sind idealerweise so unabhängig voneinander wie möglich (↑Modularisierung). Entscheidend dafür sind lose ↑Kopplung und starke ↑Kohäsion.

Modularisierung Aufteilung der Gesamtaufgabe in kleinere Abschnitte. Die Aufteilung wird so lange fortgesetzt, bis die Lösung für den aktuellen Abschnitt unmittelbar in Form von Quellcode offensichtlich ist. Setzt die Definition von ↑Schnittstellen voraus.

Nachbedingung im ↑*design by contract* der garantierte Zustand einer ↑Klasse (bzw. während der Laufzeit eines zugehörigen ↑Objektes) nach dem Aufruf einer ihrer ↑Methoden. Abgeleitete Klassen (↑Subklassen) dürfen müssen mindestens die von der ↑Superklasse (↑Basisklasse) vorgegebenen Nachbedingungen erfüllen. Vgl. ↑Vorbedingung.

Objekt *object*, im Kontext der ↑objektorientierten Programmierung der grundlegende Baustein eines Programms, bestehend aus den Daten (↑Attribute) und dem zugehörigen Verhalten (↑Methoden). Ein Objekt ist in diesem Kontext immer die Instanz einer ↑Klasse.

objektorientierte Programmierung (OOP) ein Programmierparadigma, bei dem Daten (Variablen zugewiesene Werte, als ↑Attribute bezeichnet) und Funktionen (↑Methoden), die auf diesen Daten (Attributen) operieren, eine Einheit bilden. Die in den ↑Attributen gespeicherten Daten lassen sich i.d.R. nur vermittelt durch (öffentlich zugängliche) ↑Methoden der ↑Klasse bzw. des daraus erzeugten ↑Objektes ansprechen. Es gibt eine klare Trennung zwischen öffentlicher ↑Schnittstelle und internen Verarbeitungsroutinen. Wichtige Vertreter objektorientierter Programmiersprachen sind Smalltalk, C++ und Java, aber auch Python.

OCP ↑Open-Closed-Prinzip, vgl. ↑SOLID

Open Closed Offenheit einer Software-Einheit für Erweiterungen bei gleichzeitiger Abgeschlossenheit gegenüber Abänderung

Open-Closed-Prinzip Anwendung von ↑Open Closed: Software-Einheiten (↑Klassen, ↑Module, ↑Funktionen etc.) sollten offen für Erweiterung, aber verschlossen gegenüber Abänderung sein.

Polymorphie *polymorphism*, „Vielgestaltigkeit“, ähnliche ↑Objekte können auf die gleiche Botschaft (den Aufruf einer gleichnamigen ↑Methode) in unterschiedlicher Weise reagieren.

Schnittstelle *interface*, Begriff mit mehreren leicht unterschiedlichen Bedeutungen; (1.) ↑Signatur einer ↑Methode. (2.) Im weiteren Sinne die Gesamtheit der öffentlichen ↑Attribute und ↑Methoden einer ↑Klasse bzw. eines ↑Objekts. Der Nutzer kennt nur die Schnittstelle, die Implementierung ist irrelevant und kann sich problemlos jederzeit ändern, solange die Funktionalität erhalten bleibt. Das dient der Trennung von Verantwortlichkeiten und ermöglicht ↑Modularisierung und ist in der Folge ein wesentlicher Aspekt der ↑Softwarearchitektur. (3.) In einer weiteren Bedeutung wird der Begriff (auch im Deutschen dann häufig mit seinem englischen Pendant) für (abstrakte) Klassen verwendet, die lediglich eine Schnittstelle (im Sinne von 2.) definieren. Das ist hauptsächlich dann von Bedeutung, wenn die Programmiersprache keine ↑Mehrfachvererbung unterstützt, aber das Implementieren von „*Interfaces*“. Vgl. ↑abstrakte Schnittstelle.

Single Responsibility Verantwortung gegenüber genau einer Sache und damit nur ein Grund für Änderungen

Single-Responsibility-Prinzip Anwendung der ↑Single Responsibility: eine ↑Klasse sollte nur einen Grund haben, sich zu ändern.

Softwarearchitektur Aufteilung eines größeren Projektes in einzelne kleinere Projekte bzw. Aufgaben (↑Modularisierung), Definition klarer ↑Schnittstellen und Anforderungen sowie der Interaktion der einzelnen Teile miteinander. Nach Robert C. Martin die Gestalt eines Systems, die ihm von seinen Entwicklern gegeben wird: Unterteilung des Systems in Komponenten, ihre Anordnung, und die Art ihrer Interaktion miteinander.

SOLID von Robert C. Martin eingeführtes Akronym aus den fünf Anfangsbuchstaben wichtiger Prinzipien für ↑Softwarearchitektur: ↑Single-Responsibility-Prinzip, ↑Open-Closed-Prinzip, ↑Liskov-Substitutionsprinzip, ↑Interface-Segregation-Prinzip, ↑Dependency-Inversion-Prinzip. Die von der „Gang of Four“ vorgestellten ↑Entwurfsmuster beruhen großenteils (implizit) auf einer Umsetzung dieser fünf Prinzipien.

SRP ↑Single-Responsibility-Prinzip, vgl. ↑SOLID

Standard von einem oft internationalen und anerkannten Gremium definierte Festlegung. Standards sind im Gegensatz zu ↑Konventionen sehr viel starrer und nicht *ad hoc* von einer Gruppe einführbar.

Subklasse ↑Klasse, die von einer anderen Klasse (der ↑Superklasse) ↑Attribute und ↑Methoden erbt. Die Vererbung geht dabei i.d.R. über die nach außen hin sichtbare ↑Schnittstelle der Superklasse hinaus. Die Subklasse erbt von der ↑Superklasse häufig nur den „kleinsten gemeinsamen Nenner“ und implementiert die spezifische Funktionalität.

Superklasse ↑Klasse, von der andere Klassen (↑Subklassen) ↑Attribute und ↑Methoden erben. Die Vererbung geht dabei i.d.R. über die nach außen hin sichtbare ↑Schnittstelle der Superklasse hinaus. Superklassen implementieren bzw. definieren normalerweise nur das Notwendigste, sozusagen den „kleinsten gemeinsamen Nenner“. Alle spezifische Funktionalität wird in der ↑Subklasse implementiert.

Test hier: strukturiertes Vorgehen, eine Software zu überprüfen. Setzt die Definition klarer Anfangs- und Endbedingungen (Eingabe und Ergebnis) voraus und sollte idealerweise vollständig automatisiert ablaufen können. Vgl. ↑Unittest.

Typisierung *typing*, Zuweisung eines Typs zu einem Objekt (im abstrakten Sinne) einer Programmiersprache, z.B. Ganzzahl (*integer*) oder Zeichenkette (*string*) im Fall einer Variable. ↑Abstraktion, die die Ausdrucksstärke von Programmiersprachen und Programmen deutlich erhöht, und die Überprüfung der Korrektheit erleichtert sowie Optimierungen ermöglicht. Typisierung kann explizit und implizit erfolgen. Darüber hinaus wird zwischen starker und schwacher Typisierung sowie zwischen statischer und dynamischer Typisierung unterschieden. Jede Art der Typisierung hat

ihre Vor- und Nachteile, und unterschiedliche Programmiersprachen verwenden unterschiedliche Arten der Typisierung.

Unittest ↑Test eines Codeblocks in Isolation. Ein Unittest überprüft von außen, ohne den Quellcode des zu testenden Systems zu kennen oder zu benötigen. Die getesteten Codeblöcke sind i.d.R. klein. Zwingende Voraussetzung ist, dass das (erwünschte) Verhalten des zu testenden Codeblocks eindeutig definierbar (und seinerseits in Form von Quellcode formalisierbar) ist. Unittests sind gewissermaßen die unterste Ebene (automatisierter) ↑Tests.

Vererbung *inheritance*, Weitergabe aller Eigenschaften (↑Attribute, ↑Methoden) von einer ↑Superklasse an eine ↑Subklasse. Die Subklasse ist vom gleichen Typ (↑Typisierung) wie die Superklasse, was wiederum die Grundlage der ↑Polymorphie ist. Änderungen der Superklasse wirken sich allerdings auf die Subklasse aus, die ↑Kapselung wird entsprechend geschwächt. Das ↑Liskov-Substitutionsprinzip liefert wichtige Regeln für die Vererbung.

Vorbedingung im ↑*design by contract* die Voraussetzung für den Aufruf einer ↑Methode einer ↑Klasse (bzw. während der Laufzeit eines zugehörigen ↑Objektes). Abgeleitete Klassen (↑Subklassen) dürfen keine strengeren Vorbedingungen als die zugehörige ↑Superklasse (↑Basisklasse) fordern. Vgl. ↑Nachbedingung.

Literatur

[1] Edsger W. Dijkstra. The humble programmer. *Communications of the ACM* 15 (1972), S. 859–865.

[2] Erich Gamma u. a. *Design Patterns. Elements of Reusable Object-Oriented Software*. Boston: Addison-Wesley, 1995.

[3] Barbara Liskov. Data Abstraction and Hierarchy. *ACM Sigplan Notices* 23.5 (1987), S. 17–34. DOI: 10.1145/62139.62141.