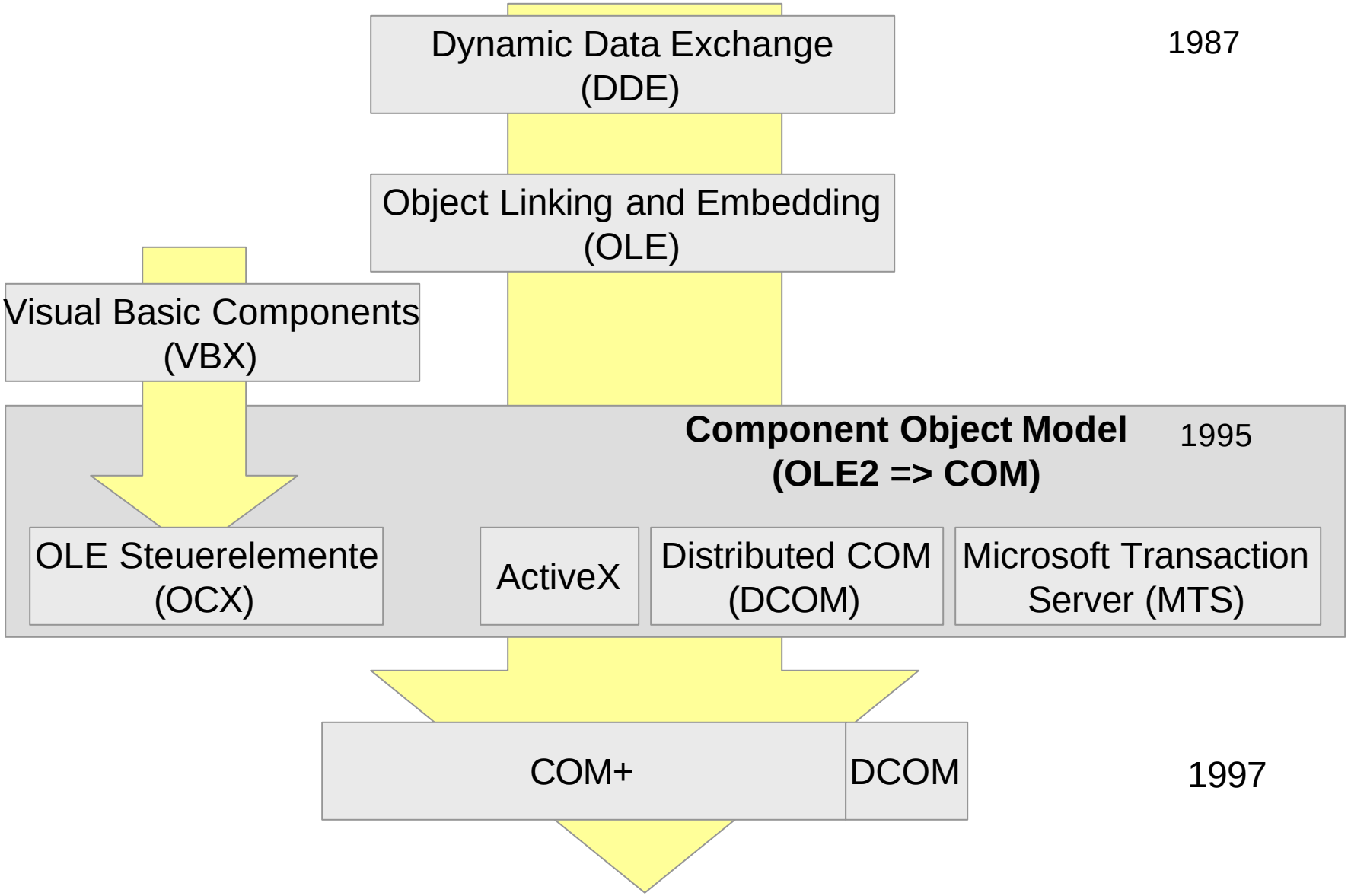
Vorlesung
Software aus Komponenten

3. Komponentenmodelle

Prof. Dr. Hans-Gert Gräbe, Frank Schumacher
Wintersemester 2004/05

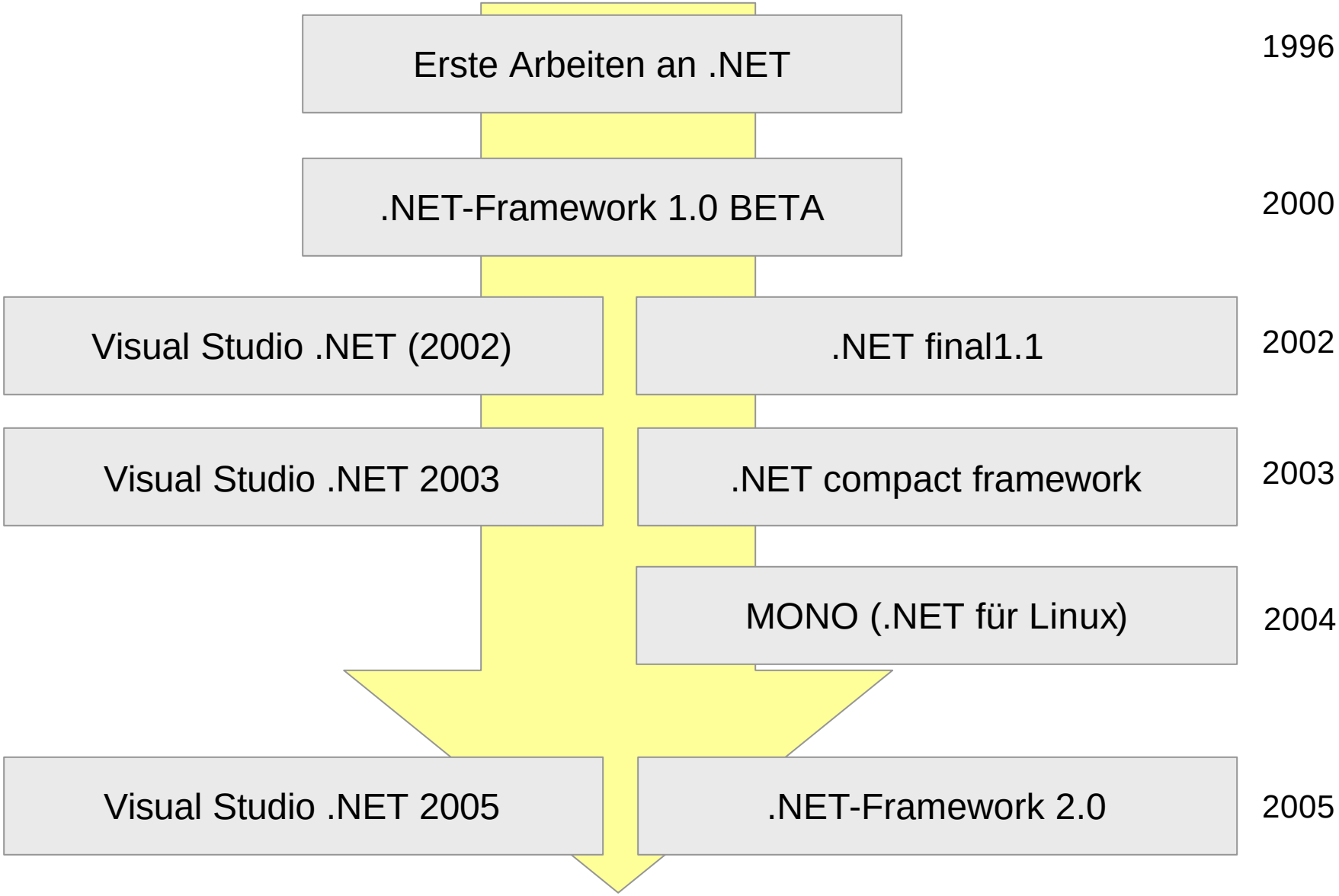
Geschichtliche Einordnung

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme



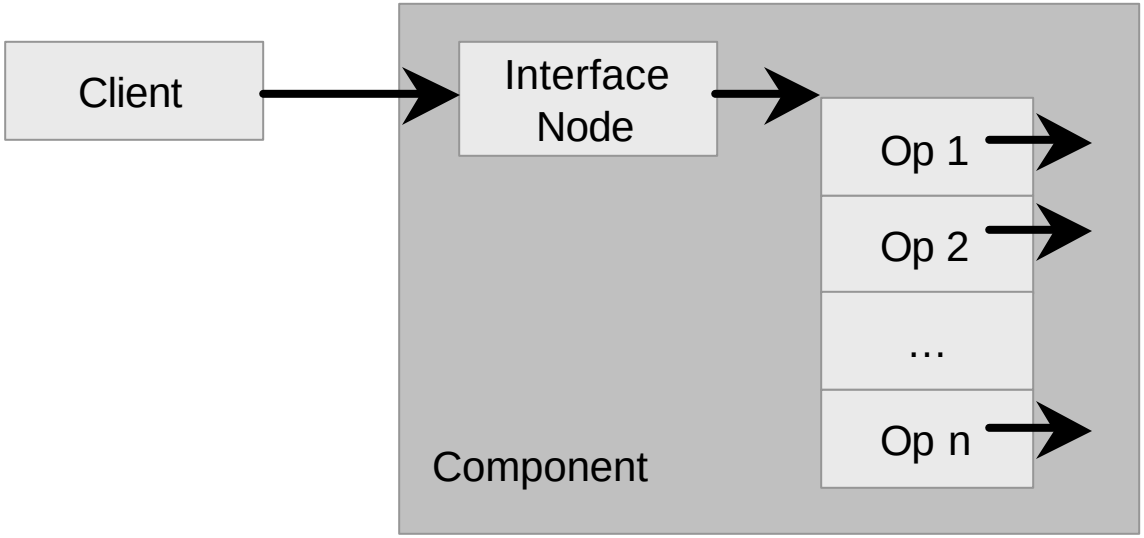
Geschichtliche Einordnung

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme



COM – Die Schnittstelle

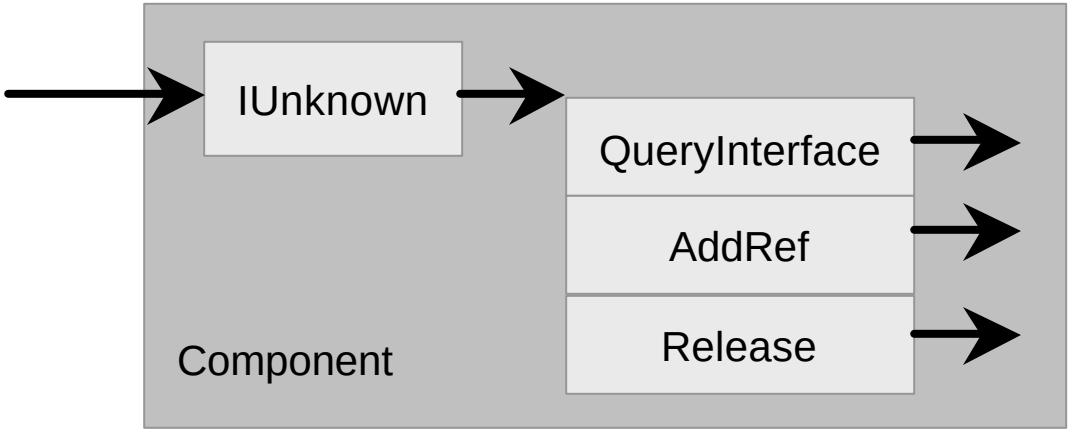
UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme



- COM ist binärer Standard
- Schnittstelle ist zentraler Punkt von COM
- Schnittstellenvererbung
- Interface Node
  - Methoden eines Objekts => **"this"**-Parameter wird an jede Methode weitergereicht
  - Komponente kann mehrere Schnittstellen implementieren

COM – Die Schnittstelle

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

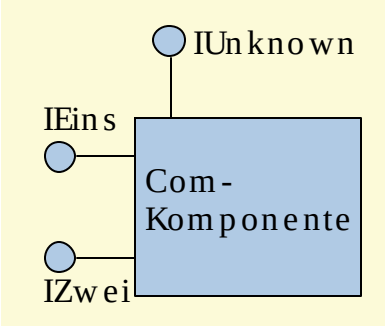


- Schnittstelle IUnknown **muss** von jeder Komponente implementiert werden
  - jede andere Schnittstelle erbt von IUnknown
- QueryInterface
  - erste Methode jedes COM-Objektes
  - gibt Zeiger auf angefordertes Interface zurück
  - benutzt Interface Identifier (IID)
- AddRef, Release
  - Verwaltung des Lebenszyklus
  - Referenzzähler

COM – Die Schnittstelle

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

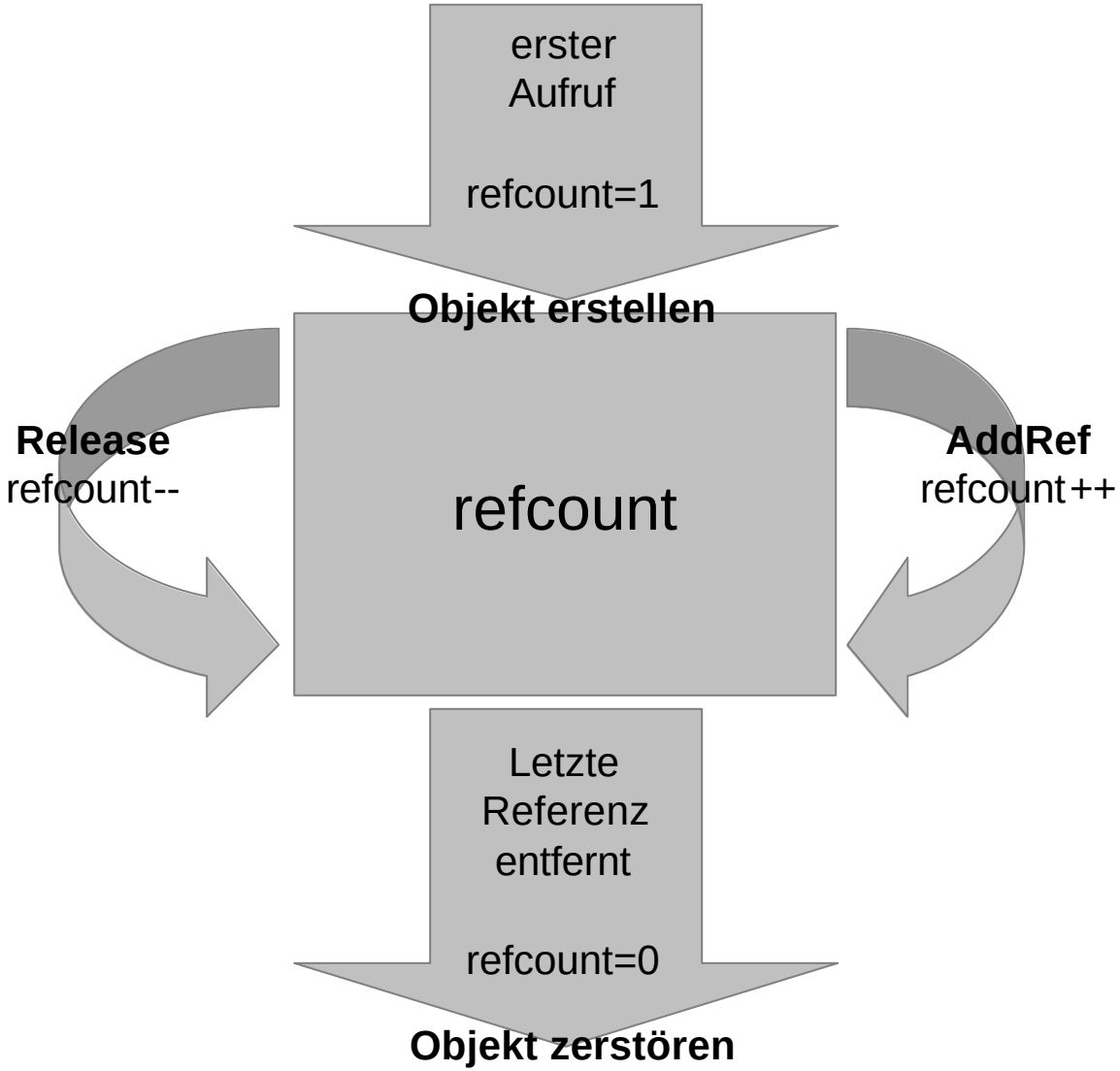
```
[ uuid(12345678-1234-1234-1234-123456789ABC) ]
interface IUnknown {
    HRESULT QueryInterface ([in] const IID iid, [out, iid_is(iid)] IUnknown iid);
    unsigned long AddRef();
    unsigned long Release();
}
```



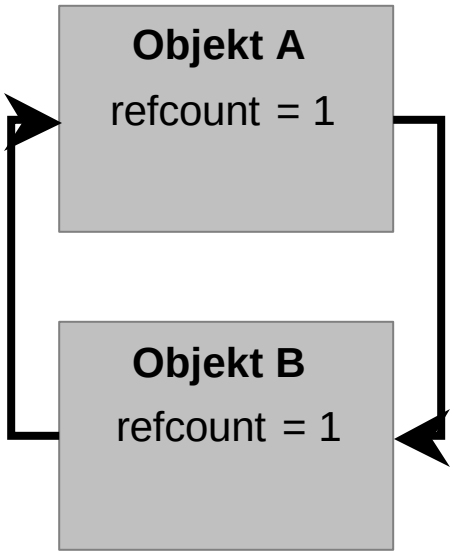
- IID ist eindeutiger Bezeichner/Name
- "sprechender" Name als Alias, generell beginnend mit einem I
- IID ist Global Unique Identifier (GUID)
  - Global eindeutige Nummer, die nach einem speziellen Algorithmus erzeugt wird und in Zeit und Raum eindeutig ist
  - Im Zusammenhang mit Schnittstellen werden GUIDs auch als Interface Identifier (IIDs) bezeichnet

Lebenszyklus von COM-Objekten

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

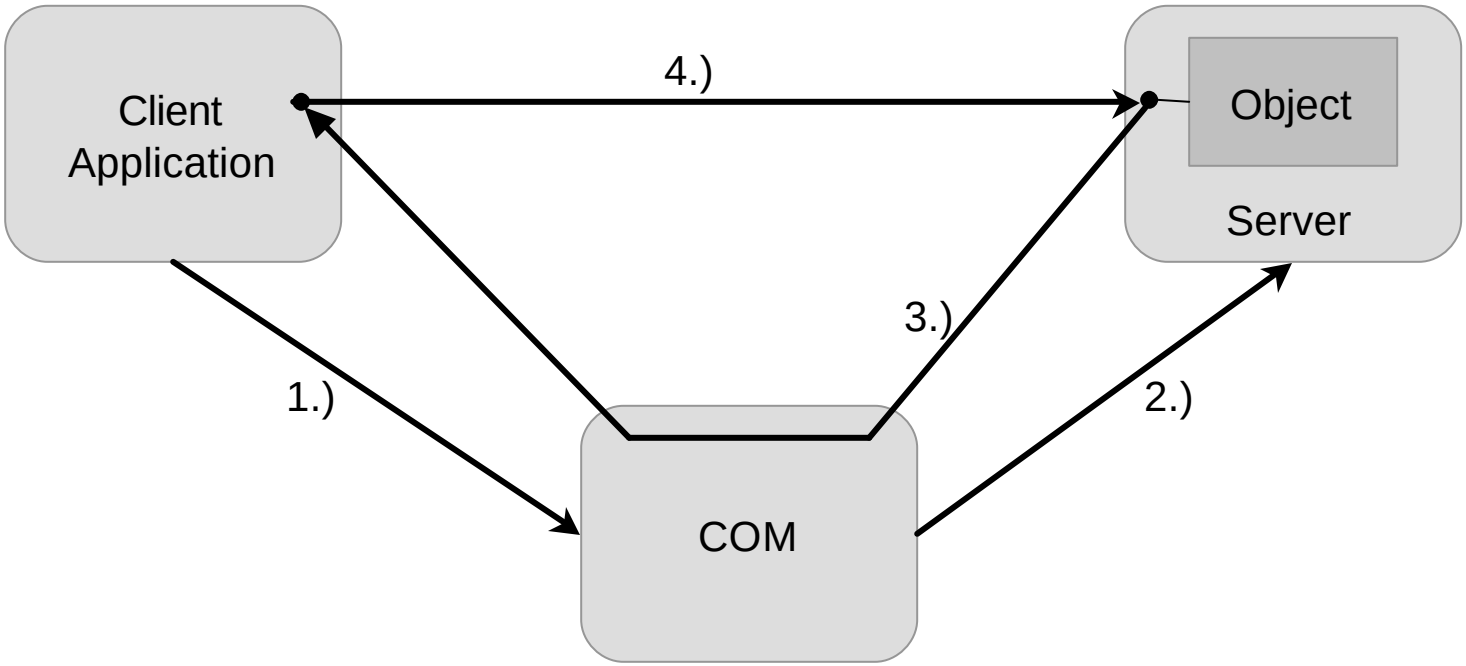


Problem zyklischer Referenzen



Erstellen eines COM-Objektes

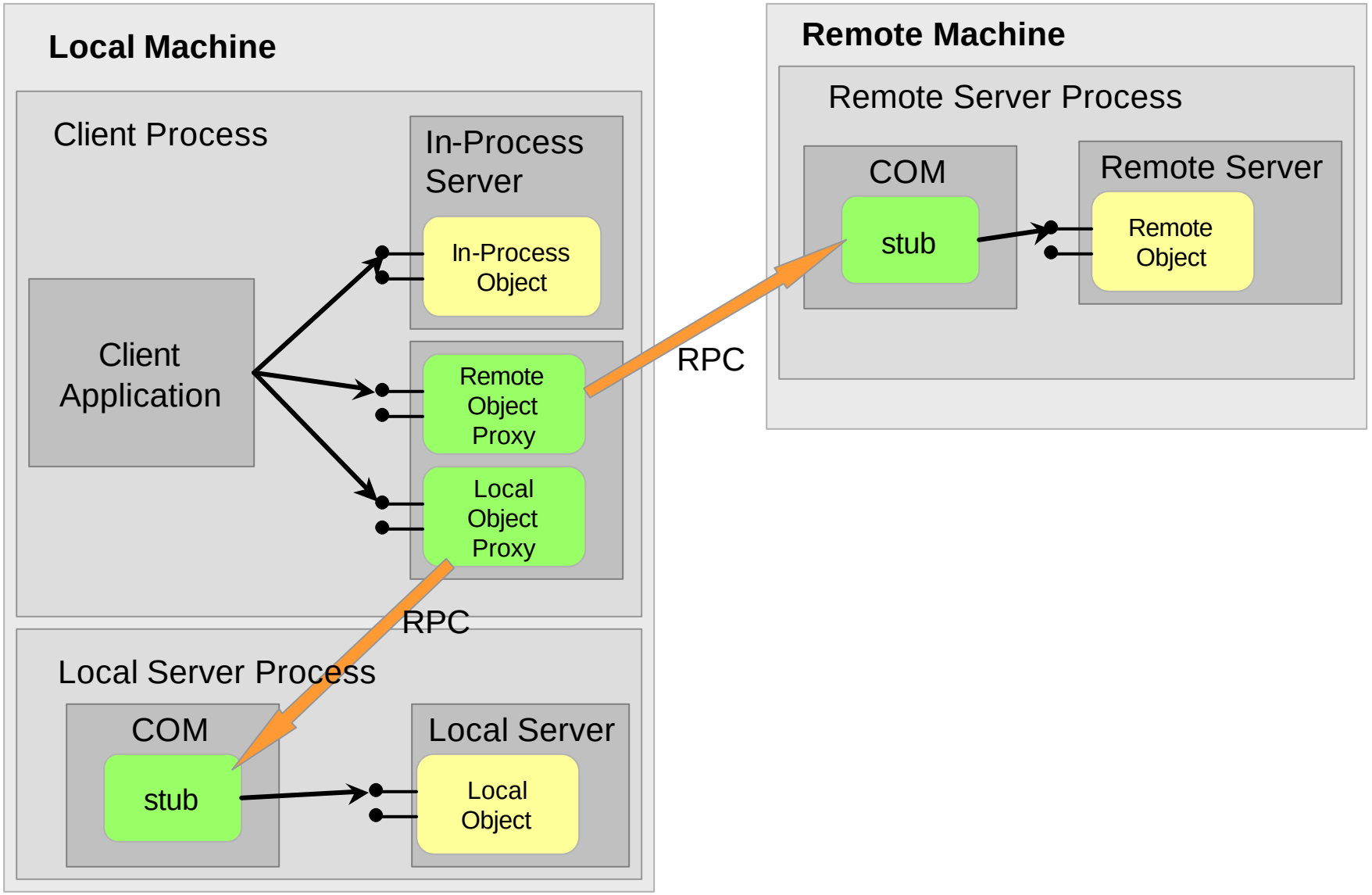
UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme



1. Aufruf der Funktion "CreateObject"
2. COM lokalisiert/erzeugt den Server
3. Serverprozess erzeugt das Objekt und gibt einen Schnittstellenzeiger zurück
4. Client kommuniziert über den Schnittstellenzeiger mit dem Serverobjekt

Kommunikation zwischen COM-Objekten

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme



- Typinformationen (Type Information)
  - Laufzeitzugriff auf Typinformationen des COM Objektes
  - wird vom Microsoft IDL Compiler generiert und in einer Typbibliothek gespeichert
  - COM-Schnittstellen zum Interagieren mit dieser Bibliothek

- Strukturiertes Speichermodell (Structured Storage and Persistence)
  - von COM unterstützte Methode zum Speichern von Daten
  - Speicherung erfolgt analog des Dateisystems in einer Datei

- Moniker
  - Dienst, welcher ein einzelnes Objekt in einem genau definierten Zustand erzeugen und initialisieren kann
  - für Clients, die mit exakt dem gleichen Objekt weiterarbeiten müssen
  - Moniker kann an gesamtes Objekt oder an einen Teil gebunden werden

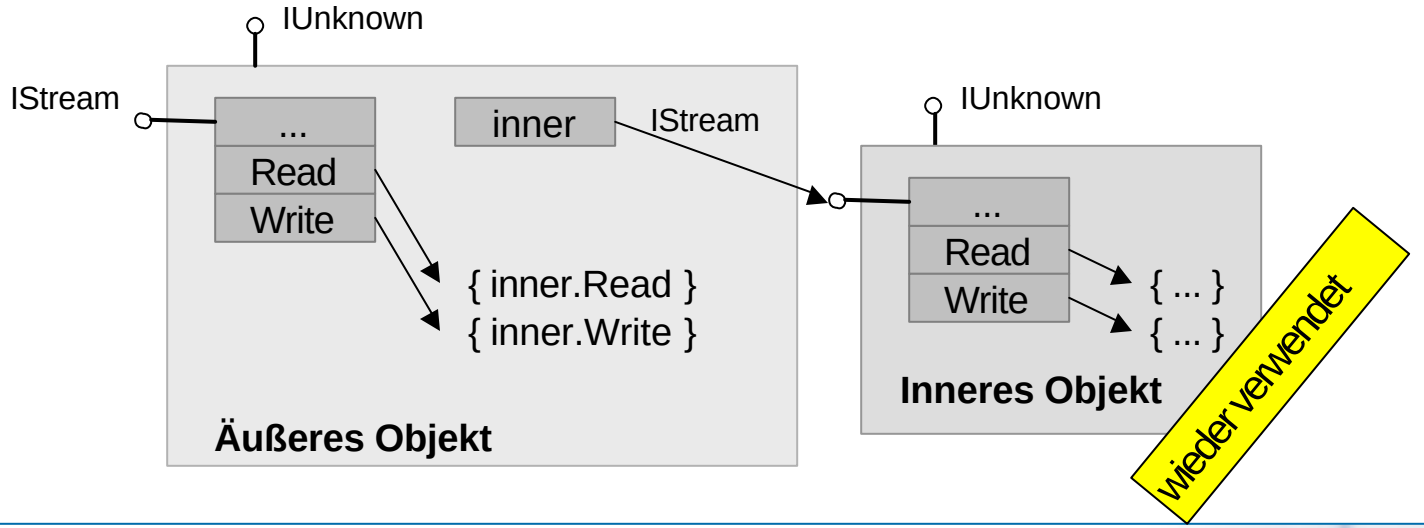
COM Dienste

- Einheitlicher Datenaustausch (Uniform Data Transfer)
  - Datentransfer zwischen COM-Objekten
  - Benachrichtigung von Datenänderungen einer Quelle (Datenobjekt) und einem Datenkonsumenten
- Verbindbare Objekte (Connectable Objects)
  - zur Ereignisverarbeitung
  - Objekt definiert ein Interface, welches für das Ereignis genutzt werden soll
  - Client implementiert dieses Interface
- COM+ Ereignisdienst (Event Service)
  - Asynchrone Kommunikation zwischen Komponenten
  - Empfänger abonniert Ereignis beim Dienst
  - Sender schickt Ereignis zum Dienst, ohne den/die Empfäner zu kennen
- COM+ Nachrichtenwarteschlange (Message Queuing)
  - Garantierte Auslieferung auch bei Nichterreichbarkeit des Empfängers
  - Für Systeme, deren Verfügbarkeit nicht immer gewährleistet ist

COM Wiederverwendung

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

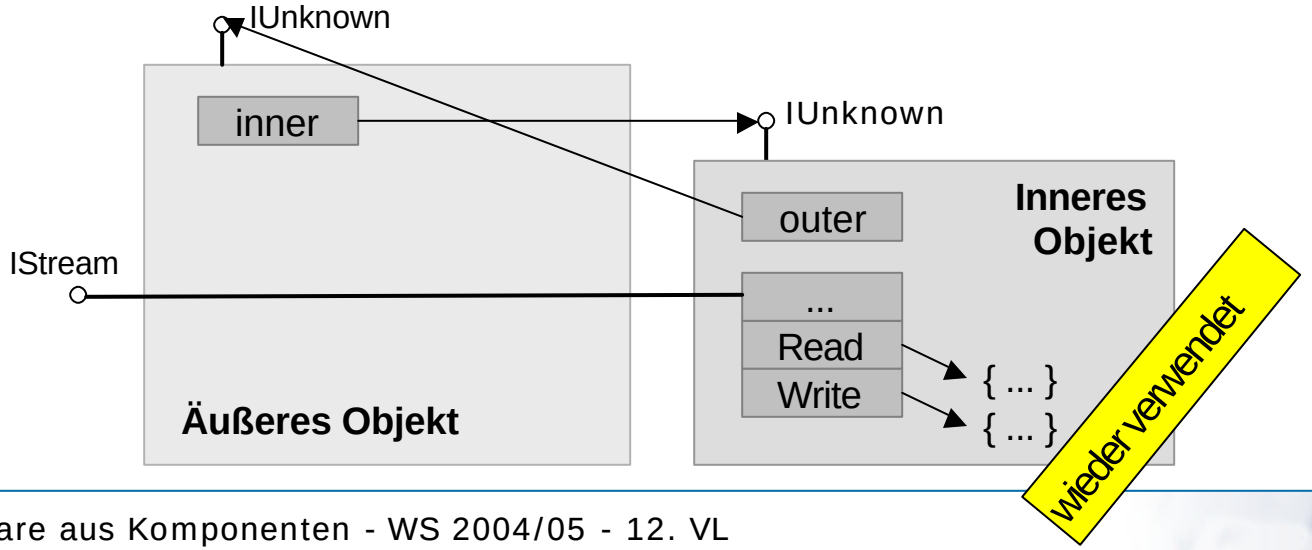
- COM unterstützt keine Vererbung (nur Schnittstellenvererbung)
- Quellcode der Komponente kann auf Vererbung basieren
- 2 Wege für Wiederverwendung
  - **Kapselung** (containment)
    - Objekt hat exklusive Referenz auf ein anderes
    - Äußeres Objekt "enthält" wieder verwendetes Objekt
    - Aufrufe an Inneres Objekt werden weitergeleitet (simpler Methodenaufruf)
    - Transparent gegenüber Client-Objekten



COM Wiederverwendung

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

- COM unterstützt keine Vererbung (nur Schnittstellenvererbung)
- Quellcode der Komponente kann auf Vererbung basieren
- 2 Wege für Wiederverwendung
  - **Aggregation**
    - Referenz des wieder verwendeten Objektes wird herausgereicht
    - Kein Weiterleiten => Zeitersparnis
    - Inneres Objekt muss Aggregation unterstützen
    - Schnittstelle des wieder verwendeten Objektes muss Schnittstelle des Äußeren kennen
    - Mehrere Hierarchieebenen möglich



Was ist .NET?

"... komplette Neudefinition der Art, wie Microsoft in Zukunft Geschäfte machen will ... und wie Software entwickelt werden soll."

Westphal, 2002

- Bündel von Softwaretechnologien zum Verbinden von Informationen, Menschen, Systemen und Geräten

- Ziele
  - Sicherheit
  - Plattformunabhängigkeit
  - Interoperabilität
  - Homogenität

Standardisierung

- August 2000 – Einreichung zur Standardisierung bei ECMA
  - mit Unterstützung von HP und Intel
  - Standardisierung von C#
  - Standardisierung einer Common Language Infrastructure (CLI)
    - Untermenge der Klassenbibliotheken von .NET
    - Dateiformat
    - Typsystem
    - erweiterbares Metadatensystem
    - Intermediate Language (IL)
    - Zugriff auf die zugrunde liegende Plattform
    - skalierbare Basisklassenbibliothek
  - was fehlt:
    - Graphische Benutzerschnittstelle
    - Datenbankzugriff

Standardisierung

- Dezember 2001 – Fertigstellung des ersten Standards
  - mit Unterstützung von IBM, Fujitsu, Netscape, Sun u.a.
  - Weitergabe an die ISO
- April 2003 – Verabschiedung des ISO-Standards
  - ISO/IEC 23270 (C#)
  - ISO/IEC 23271 (CLI)
- Oktober 2003 – Standardisierung der Bindung von C++ an die CLI beginnt
  - in Arbeit

- Aktuelle Implementierungen
  - Microsoft (Windows) http://msdn.microsoft.com/net
  - MONO (Linux) http://www.go-mono.com

Microsoft .NET Strategie

.NET Framework

Visual Studio .NET
Codeeditor
Fenstereditor
Debugger
Server-Explorer
Entwurfshilfen
C# / VB .NET / J#
ASP.NET

.NET Enterprice Server

Application Center
Exchange Server
BizTalk Server
...

- werden speziell an .NET angepasst
- Dienste zentral für .NET Anwendungen

.NET My Services

konkrete WebServices

.NET Contacts
.NET Wallet
.NET Lists
Microsoft Passport
...

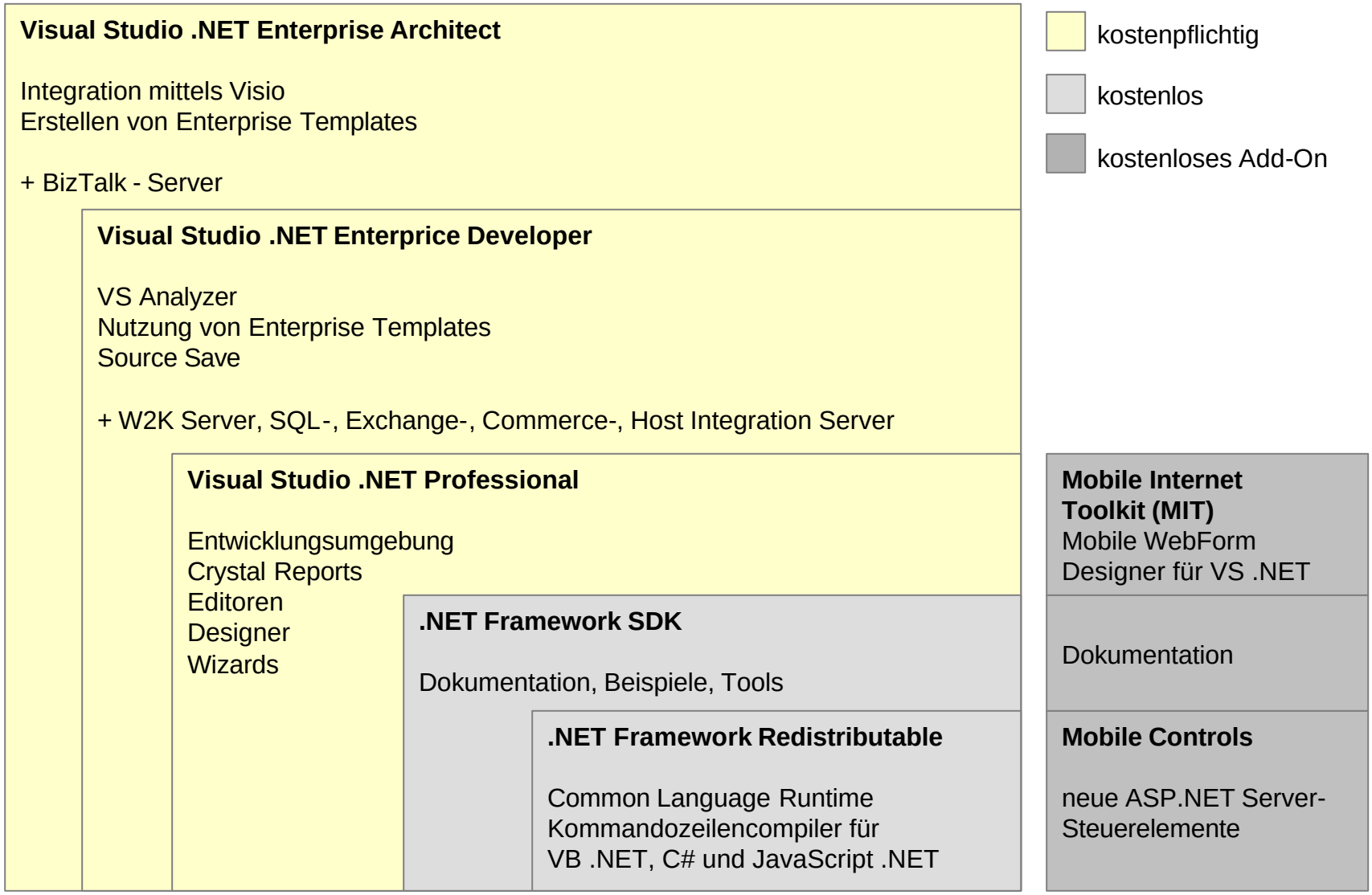
.NET Devices

Hardware wie PDA, Handys, Tablet, PC, Auto-PC ...

- Mobile Internet Toolkit (MIT)
- .NET Compact Framework (CF)

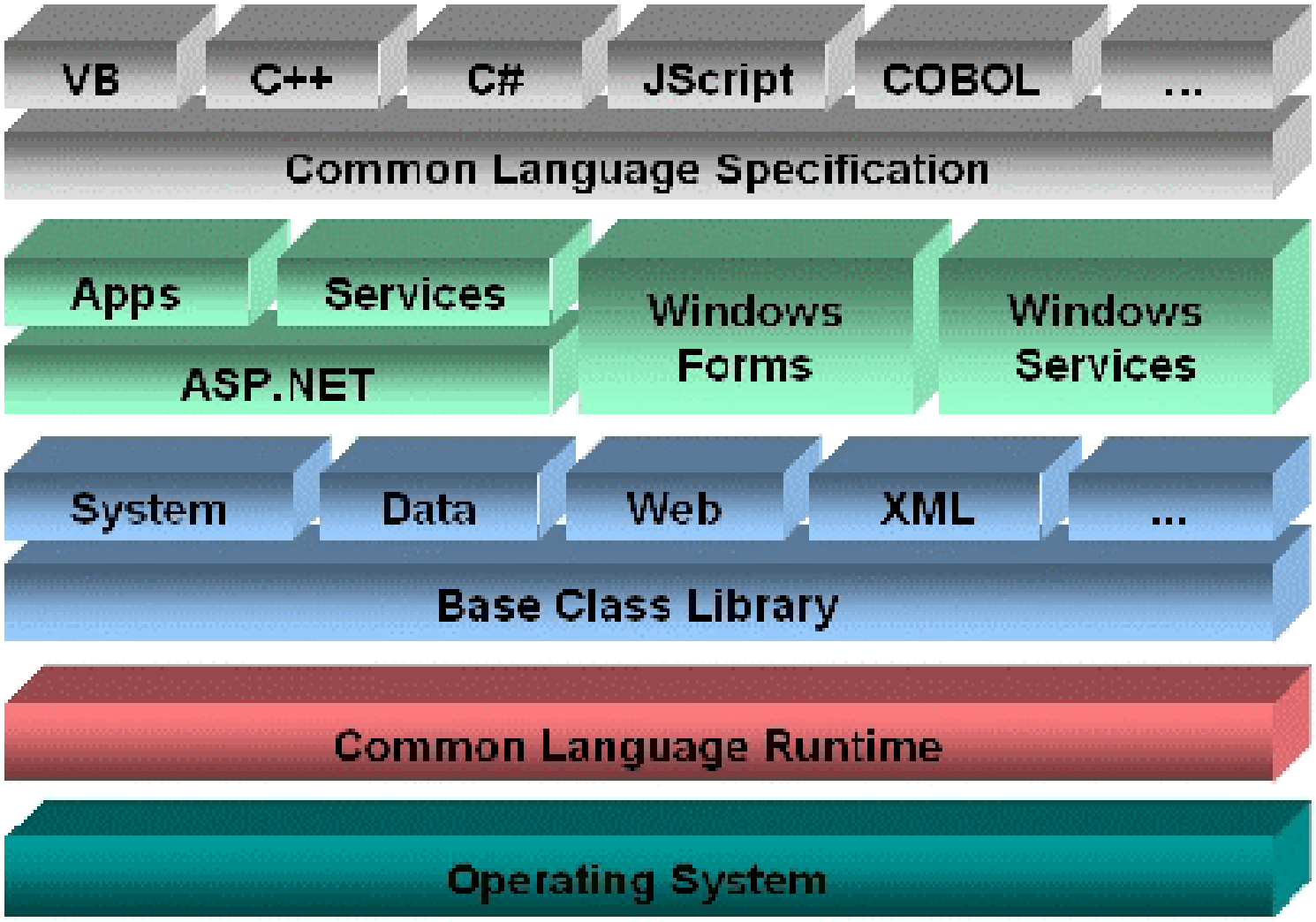
Die Entwicklungsumgebung von Microsoft

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme



Das .NET - Framework

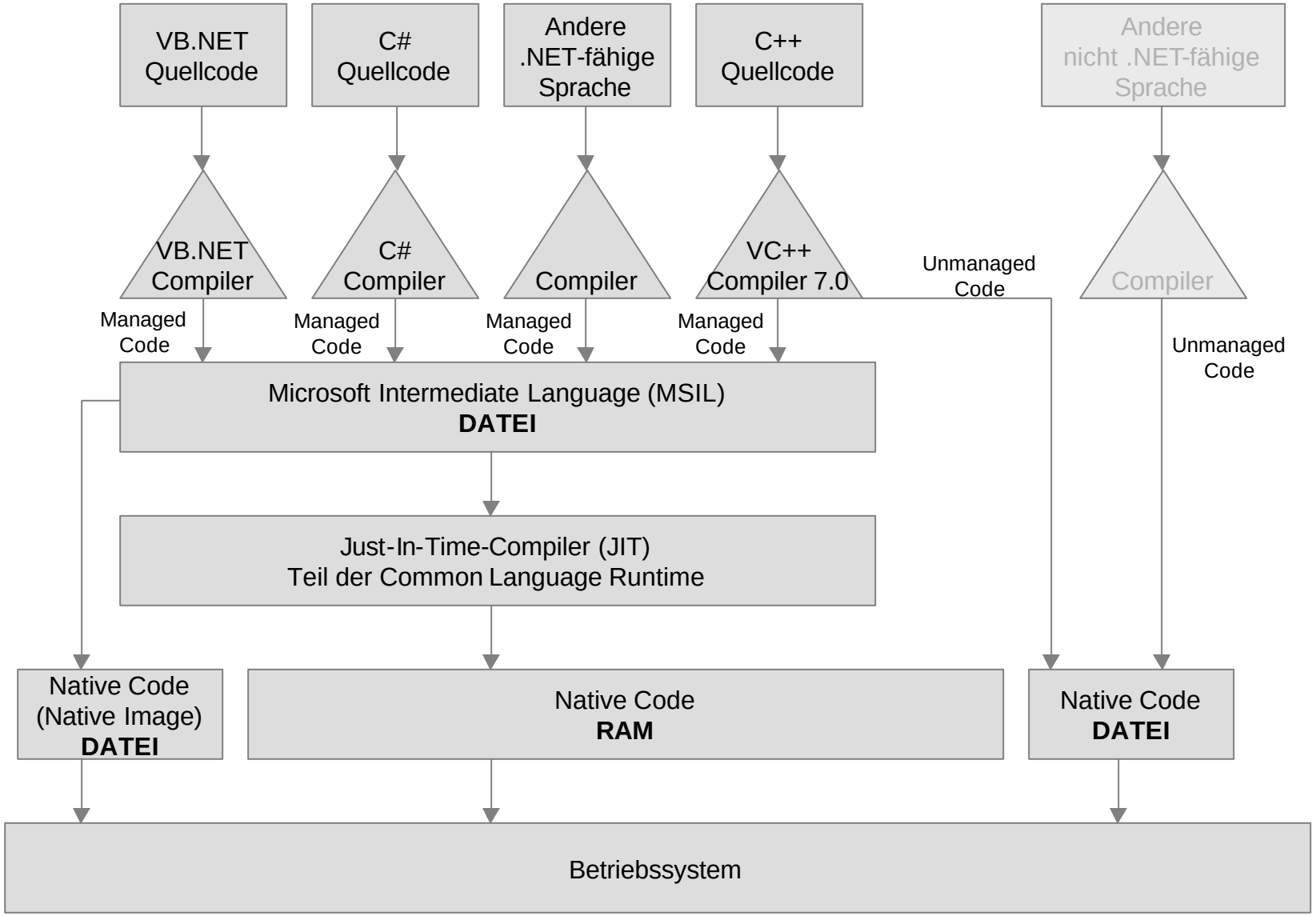
UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme



Quelle: Microsoft

Das .NET - Framework

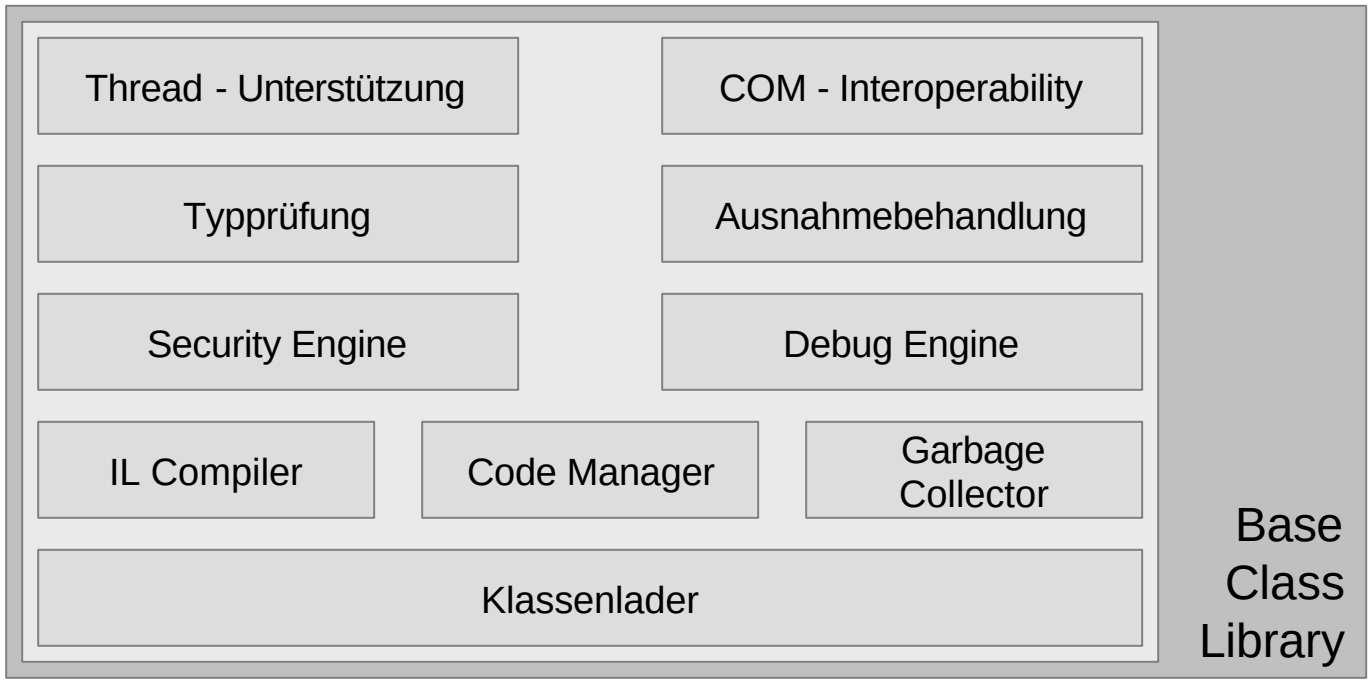
UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme



Common Language Runtime

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

- Übersetzung von Zwischensprachencode (IL) in Maschinencode
- Speicherverwaltung
- Verwaltung von Prozessen und Threads
- Durchsetzung von Sicherheitsmechanismen
- Laden von Komponenten
- **Alle** .NET-Sprachen setzen auf die CLR als Runtime auf

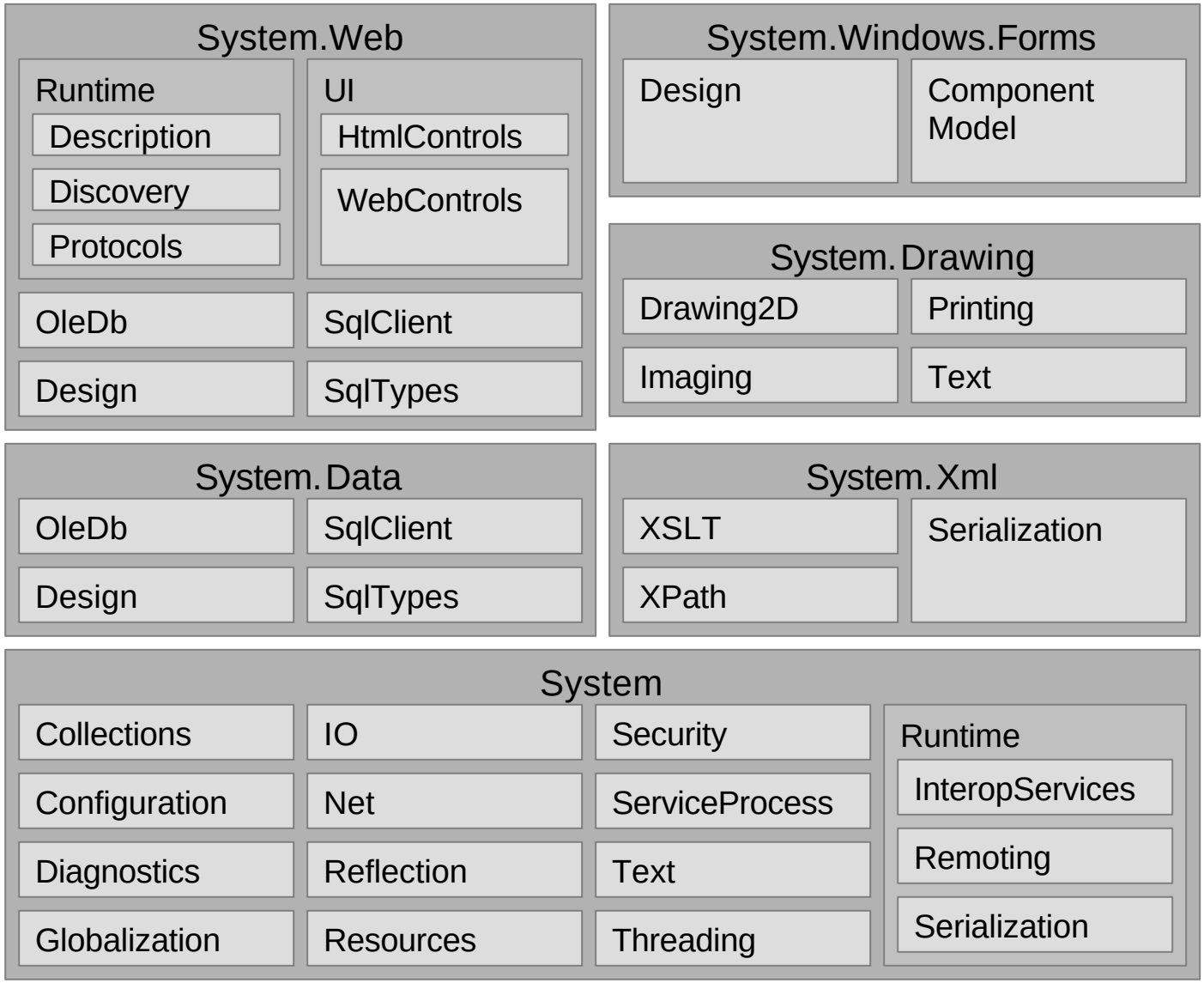


- Konsistentes Programmiermodell
  - alle Anwendungsdienste als objektorientiertes Programmiermodell
- Vereinfachtes Programmiermodell
  - keine Registrierung, COM-Schnittstellen, HRESULTs ...
- Stabile Installationen
  - isolierte Anwendungskomponenten
  - keine >DLL-Hölle< mehr
  - Versionierung von Komponenten
- Vereinfachte Installationen
  - Anwendungsdateien einfach in Zielverzeichnis kopieren
  - keine Registry-Einträge nötig
- Viele verfügbare Plattformen
  - Compiler generiert IL-Code
  - Ausführbar auf Maschinen, die über ECMA-kompatible Versionen der CLR verfügen
- Integration verschiedener Programmiersprachen
  - Typen, die in unterschiedlichen Sprachen geschrieben wurden
  - Common Type System

- Einfacheres Wiederverwenden von Code
  - durch oben beschriebene Techniken
- Automatische Speicherverwaltung
  - Garbage Collection
- Typsicherheit
  - Zugriff auf Objekte immer auf kompatible Weise
  - Code springt nur an bekannte Stellen (Eintrittspunkt von Methoden)
  - keine Pufferüberläufe
- Komfortables Debuggen
  - Debuggen von Anwendungen unterschiedlicher Sprachen
- Konsistente Fehlerverarbeitung
  - ALLE Fehler werden über Ausnahmen gemeldet
- Sicherheit
  - basierend auf Herkunft des Codes / der Daten
- Interoperabilität
  - Zugriff auf COM-Komponenten

Base Class Library

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme



- Schnittstelle zum Betriebssytem
- komplett Objektorientiert
- Allen .NET Sprachen stehen dieselben Dienste zur Verfügung
- Zugriff auf Dateisystem, Fensteranzeige, Druckfunktionen, Remoting, Grafik, Datenbankzugriff

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

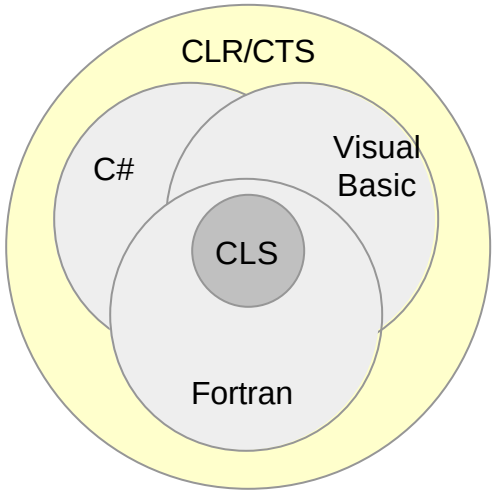
- IL ist eine Art "objektorientierter Maschinencode"
- arbeitet Stack-Orientiert, keine Register
- unabhängig von CPU
- Verifizierung des Codes durch die CLR bei der Übersetzung in nativen Code
  - nur Speicheradressen lesen, in die vorher Daten geschrieben wurden
  - Methoden mit der korrekten Anzahl von Argumenten aufrufen
  - jedes Argument hat richtigen Typ
  - usw.
- wird zur Laufzeit vom Just-In-Time-Compiler kompiliert
- Caching von bereits übersetzten Typen
- Optimierung anhand ausführender Architektur

```
.method private hidebysig static void Main() cil managed
{
        .entrypoint
        .maxstack 3
        .locals ([0] int32 v, [1] object o)
        IL_0000:   ldc.i4.5
        IL_0001:   stloc.0
        IL_0002:   ldloc.0
        IL_0003:   box         [mscorlib]System.Int32
```

Beispiel für IL-Code

Common Language Specification

- kleinster gemeinsamer Nenner der .NET-Sprachen
  - standardisierte Typen
  - selbstbeschreibende Typinformationen (Metadaten)
  - gemeinsame Ausführungsumgebung




```
using System;
[assembly:CLSCompliant(true)] // Compiler soll CLS-Kompatibilität prüfen

// Fehler, weil Klasse öffentlich ist
public class App {
    // Fehler, weil UInt32 nicht CLS-Kompatibel
    public UInt32 Abc() { return 0; }
    // Fehler, weil keine Unterscheidung zwischen Groß- und Kleinschreibung in CLS
    public void abc() {}
    //Kein Fehler, da Methode privat ist
    private UInt32 ABC() { return 0;}
```

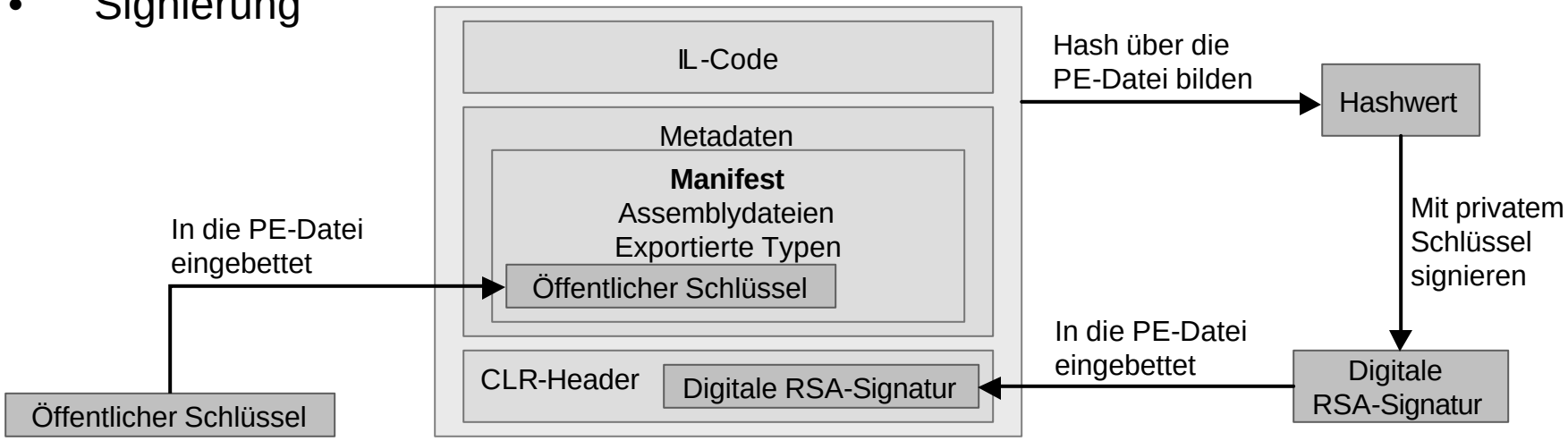
- Vollständige Liste der CLS-Regeln im Abschnitt >Cross-Language Interoperability< in der Dokumentation des .NET Framework SDK
- Vereinfacht: jeder Member eines Typs ist entweder ein Feld (Daten) oder eine Methode (Verhalten)

Assemblies

- atomare, selbstbeschreibende Einheit, inklusive Metadaten
- Metadatenstruktur wird **Manifest** genannt
- "single file assembly"
  - Manifest ist Teil des eigentlichen Codes
  - z.B. bei DLLs
- "multi file assembly"
  - Manifest ist eigenständige Einheit
- ein Manifest enthält ...
  - Identität der Assembly (Name, Version, ...)
  - die Namen aller Dateien im Assembly
  - kodierter Hashwert aller Dateien im Assembly
  - Details der vorhandenen Klassen, Methoden und Eigenschaften
  - Namen und Hashwerte aller referenzierten Assemblies
  - Sicherheitseinstellungen

Assemblies

- Starke Namen (strong names)
  - zur eindeutigen Identifizierung einer Assembly
    - Dateinamen (ohne Erweiterung)
    - Versionsnummer
    - Kultur
    - Token für einen öffentlichen Schlüssel
  - kann global weitergegeben werden (Global Assembly Cache)
  - Möglichkeit zur Sicherstellung der Unversehrtheit des Codes
- Signierung



Global Assembly Cache (GAC)

- genau definiertes Verzeichnis, in der globale Assemblies abgelegt werden
  - C:\Windows\Assembly\GAC
  - niemals von Hand Dateien in GAC kopieren
- festdefinierte Struktur:
  - Name
    - Versionsnummer_Kultur_Schlüsseltoken

- Vorteil: Assembly kann global genutzt werden
- Nachteil: Keine einfache Installation mehr möglich

Elemente eines verwalteten Moduls

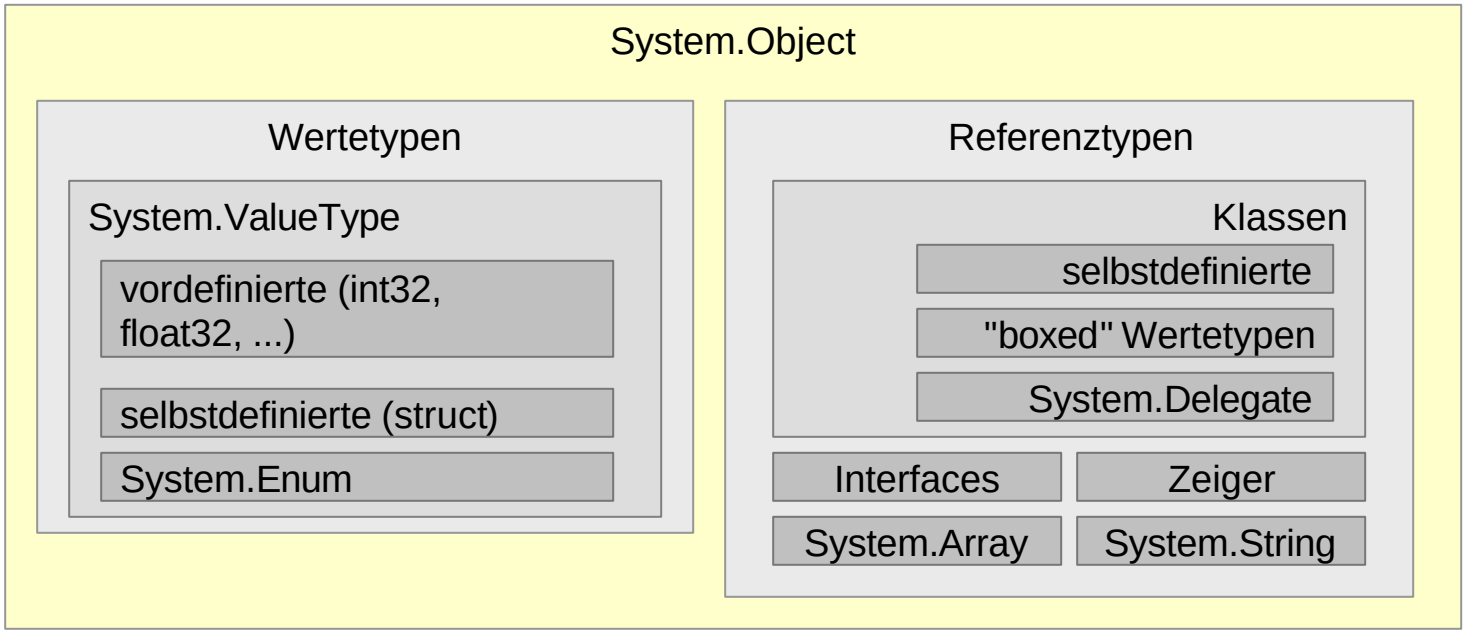
- PE-Header
  - Windows-Standardheader für PE-Dateien
  - definiert Dateityp (GUI, CUI, DLL)
  - Zeitstempel
  - Informationen über speziellen CPU-Code
- CLR-Header
  - benötigte Version der CLR
  - spezielle Flags
  - Metadatentoken MethodDef (Einstiegspunkt)
  - Adresse und Größe von Metadaten des Moduls
  - Ressourcen
  - strong names

Elemente eines verwalteten Moduls

- Metadaten
  - Typen und Member, die im Quellcode definiert sind
  - Typen und Member, auf die aus dem Quellcode zugegriffen wird
- IL-Code
  - vom Compiler generierter Code
  - Programmiersprachenunabhängig
  - wird bei der Ausführung von der CLR in CPU-spezifische Befehle kompiliert

Common Type System (CTS)

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme



- Wertetypen enthalten Werte (liegen auf dem Stack)
- Referenztypen zeigen auf Werte (Werte liegen auf dem Heap)
- Wertetypen können ausdrücklich als Objekte behandelt (und damit auf dem Heap abgelegt) werden: Boxing

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

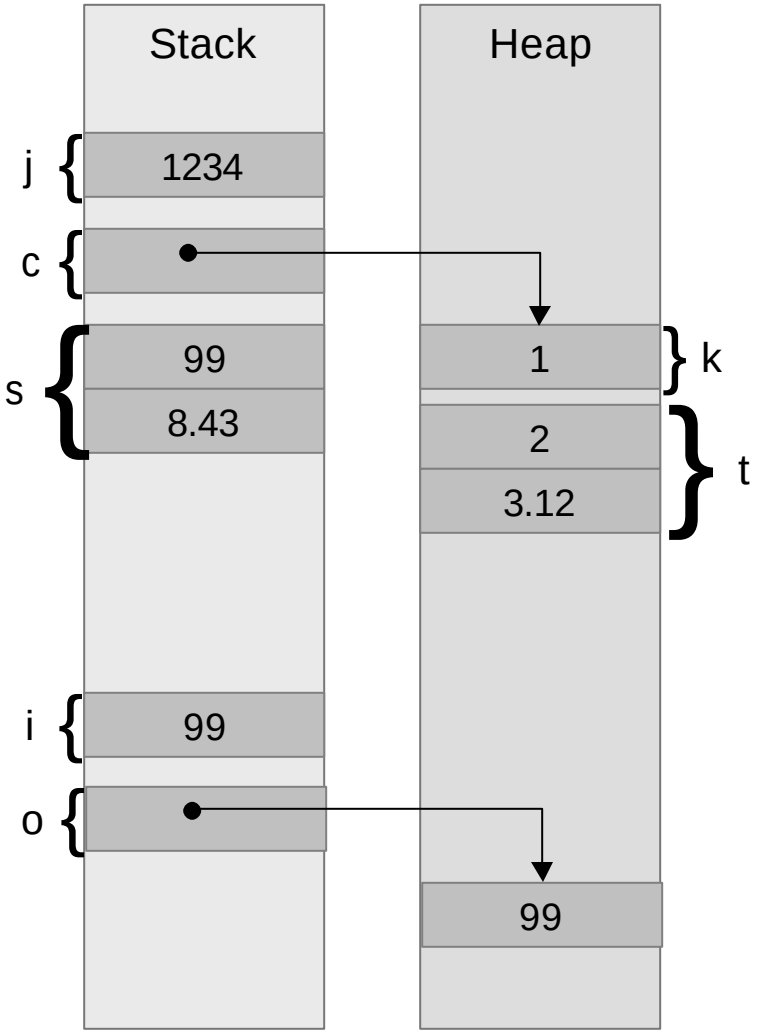
Verweis- und Referenztypen

```
struct MyStruct {
      int i;
      float f;
}
class MyClass {
      int k;
      MyStruct t
}
```

```
int j;
j = 1234;

MyClass c = new MyClass();
c.k = 1; c.t.i = 2; c.t.f = 3.12;

MyStruct s;
s.i = 99; s.f = 8.43
```



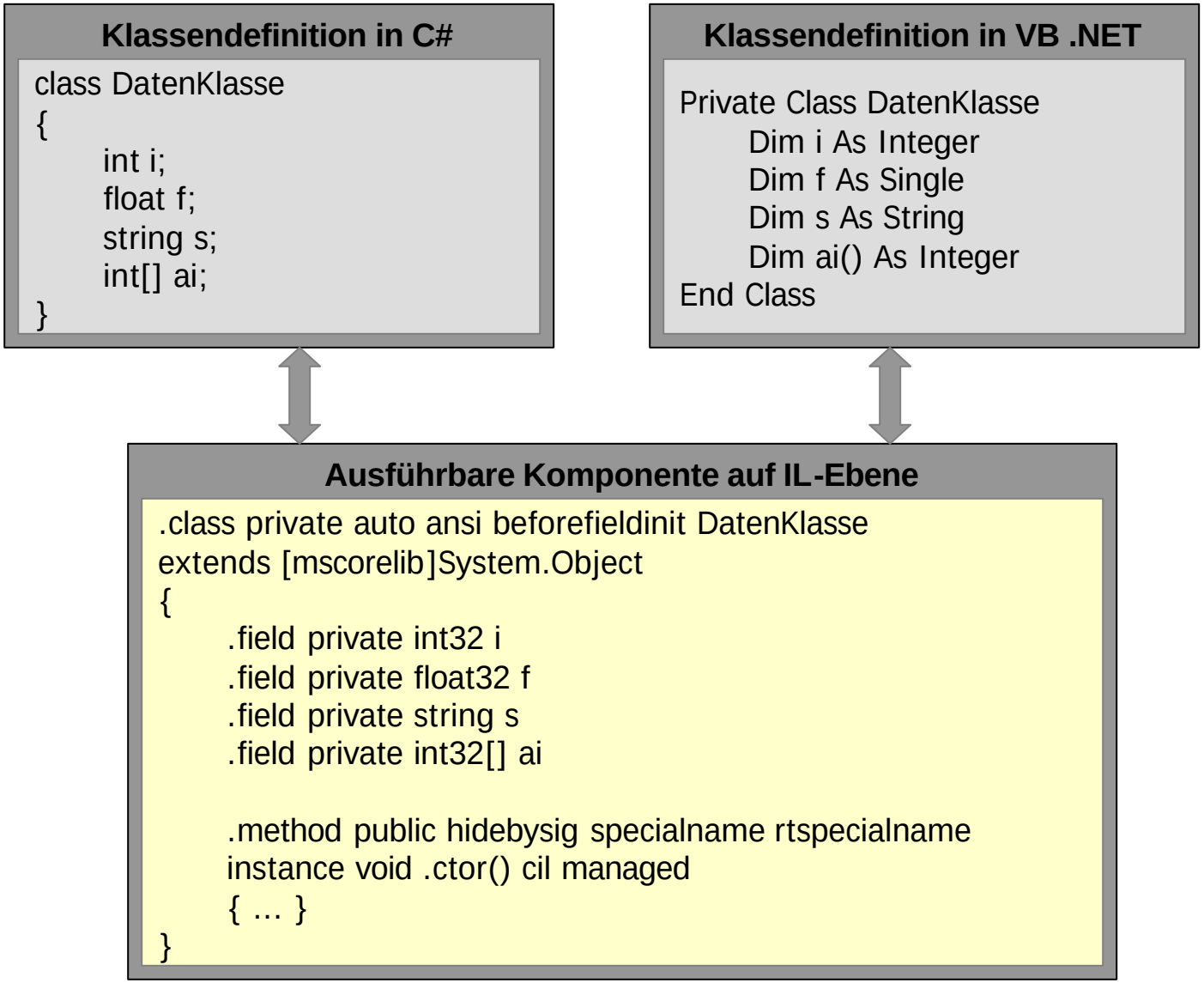
Boxing

```
int i;
i = 99;

object o;
o = i;
```

Common Type System (CTS)

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme



Common Type System (CTS)

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

- Typsicherheit
  - CLR weiß zur Laufzeit **immer** um den Typen eines Objektes
  - Objekt kann seinen Typ nicht manipulieren
- Konvertierung (Type Casting)
  - Objekt kann in einen seiner Basistypen konvertiert werden (z.B. Int32 -> Object) – implizite Konvertierung
  - wenn ein Objekt in einen abgeleiteten Typen umgewandelt werden soll, muss explizit konvertiert werden

```
class SHK : Student { ... }

class App {
    public static void Main() {
        SHK x = new SHK();
        EvaluateStudent(x); // Ok, da SHK vom Typ Student abgeleitet wurde

        DateTime newYear = new DateTime(2001, 1, 1);
        EvaluateStudent(newYear); // Ausnahme in EvaluateStudent, da DateTime nicht von Student
                                  // abgeleitet wurde
    }
    public void EvaluateStudent(Object o) {
        Student s = (Student) o; // Compiler weiß nicht, ob Konvertierung erfolgen kann, erst CLR zur Laufzeit
        ...
    }
```

Anwendungsweitergabe

- Kopieren von Dateien in Zielverzeichnis, z.B. per Batch
  - alle abhängigen Verweise und Typen sind in Assembly enthalten
  - referenzierte Assemblies im Anwendungsverzeichnis
- Konventionelle Installation möglich (cab, msi ...)
  - Verknüpfungen auf Desktop, Startleiste ...
  - Einbindung in Softwareverwaltung von Windows
  - zukünftig eventuell Automation von Verknüpfung
- Private Assemblies
  - werden in Anwendungsverzeichnis installiert
  - werden **nur** von jeweiliger Anwendung benutzt
  - es werden nur Typen gebunden, die für die Anwendung passen

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

- Konfigurationsdatei im Anwendungsverzeichnis zur Steuerung der Anwendung
  - Pfadeinstellung für Zusatzassemblies

```
Anwendungsverzeichnis
    App.exe
    App.exe.config
    Zusatzassembly
        zusatz.dll
        xxx.netmodule
        yyy.netmodule
```

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<configuration>
    <runtime>
        <assemblyBinding xmlns="urn:schemas-microsoft-com:asm.v1">
            <probing privatePath="Zusatzassembly" />
        </assemblyBinding>
    </runtime>
</configuration>
```

  - Suche nach Assemblydateien

```
AppBase\culture\AsmName.dll
AppBase\culture\AsmName\AsmName.dll
AppBase\culture\privatePath1\AsmName.dll
AppBase\culture\privatePath1\AsmName\AsmName.dll
AppBase\culture\privatePath2\AsmName.dll
AppBase\culture\privatePath2\AsmName\AsmName.dll
```

  - bei Misserfolg wird nach .exe gesucht
  - Konfigurationsdatei kann während der Laufzeit durch Klassen aus dem Namespace "System.Configuration" manipuliert werden

- Systemweite Konfiguration möglich (Machine.config)
  - *C:\Windows*\Microsoft.NET\Framework*version*\CONFIG
  - Einstellungen in Machine.config überschreiben anwendungsspezifische Einstellungen
  - Angaben zu den von der CLR verwendeten Dateien
  - Einstellungen für den Zugriff vom Internet aus
  - Einstellungen für die Kompilierung von IL-Code

Quellen

- ".NET kompakt" von Ralf Westphal
- "Visual Basic .NET Class Design Handbook" von Andy Olsen et al
- Microsoft .NET Framework Programmierung von Jeffrey Richter
- Softwareentwicklung mit C# von Hanspeter Mössenböck
  - http://dotnet.jku.at.
- Microsoft Website
  - http://www.microsoft.com/net
- it-Visions Website
  - http://www.it-visions.de
- .netXtreme
  - http://www.dotnetextreme.com/articles/assemblies.asp
- "Lehrbuch der Software-Technik“ von Helmut Balzert
- "Komponentenmodelle" von Volker Gruhn, Andreas Thiel