Vorlesung
Software aus Komponenten

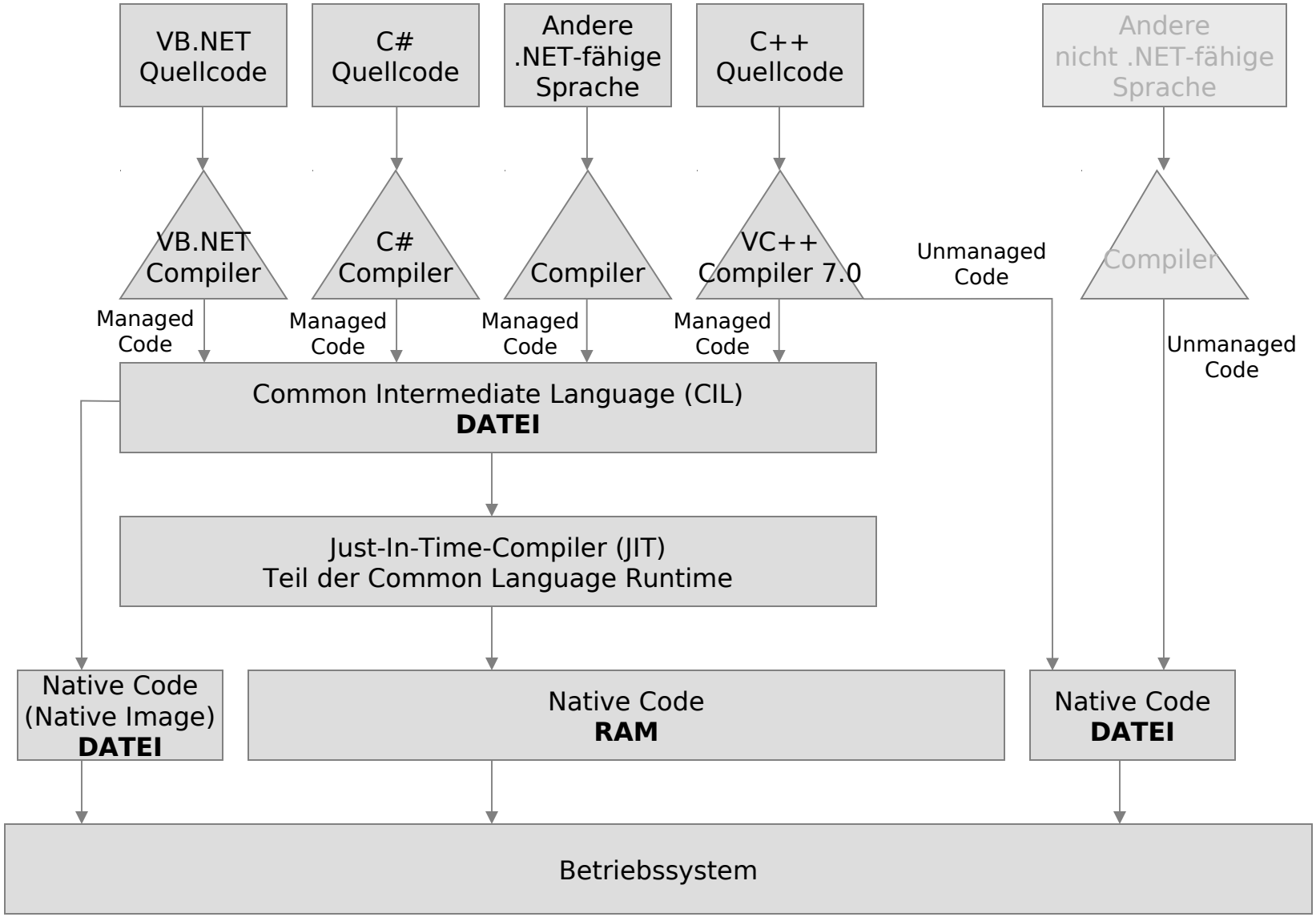
3. Komponentenmodelle

Prof. Dr. Hans-Gert Gräbe
Wintersemester 2013/14

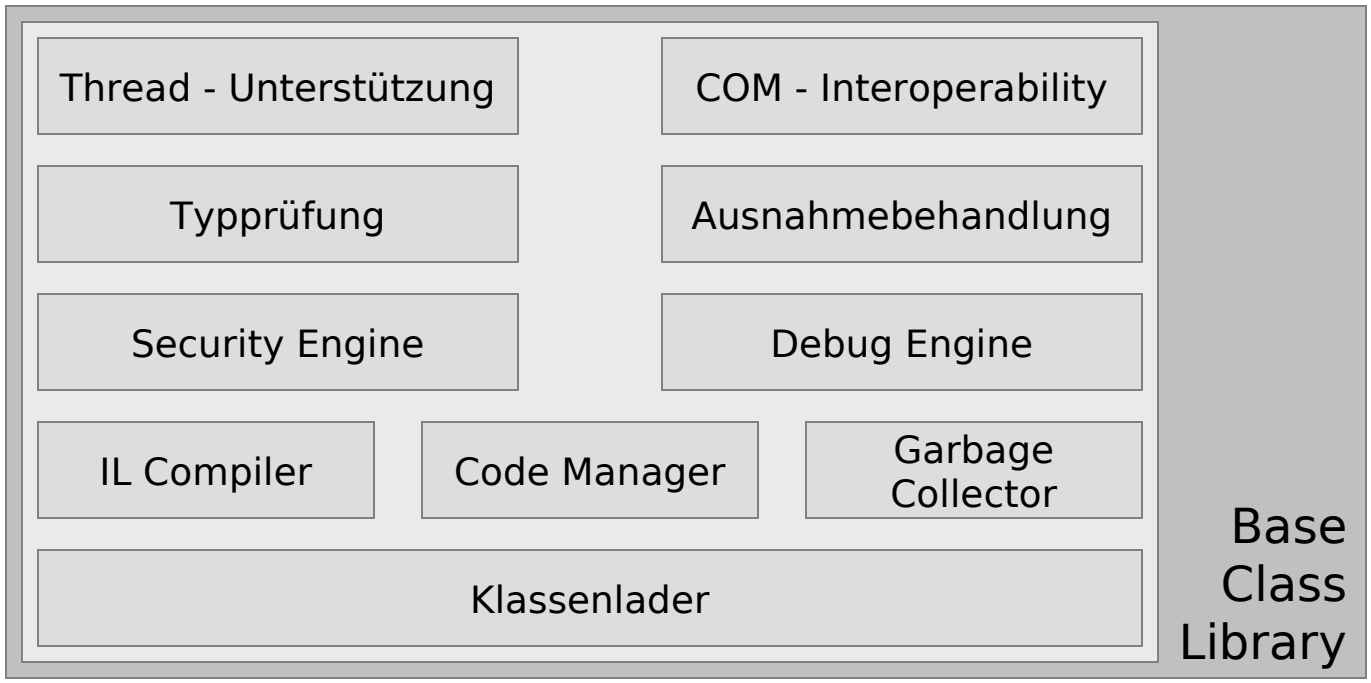
UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Das .NET-Konzept

- CLI – **Common Language Infrastructure**
  - Basis zur Ausführung von Programmen, die in unterschiedlichen Programmiersprachen erstellt wurden
  - Zugriff auf eine **virtuelle Maschine** und eine gemeinsame Klassenbibliothek – die **Base Class Library**
- CIL - **Common Intermediate Language**
  - Hochsprachenunabhängige Zwischensprache
- CLR – **Common Language Runtime**
  - Laufzeitumgebung für CIL-Zwischencode
- CTS – **Common Type System**
  - Sicherung der Kompatibilität der Ressourcenzugriffe über einen sprachübergreifenden Standard von OO-Datentypen
  - .NET wurde von Anfang an für den Betrieb mit mehreren Programmiersprachen entwickelt
- Assemblies – **Packungsformat** für Komponenten


VB.NET Quellcode
C# Quellcode
Andere .NET-fähige Sprache
C++ Quellcode
Andere nicht .NET-fähige Sprache
VB.NET Compiler
C# Compiler
Compiler
VC++ Compiler 7.0
Compiler
Unmanaged Code
Managed Code
Managed Code
Managed Code
Managed Code
Unmanaged Code
Common Intermediate Language (CIL)
DATEI
Just-In-Time-Compiler (JIT)
Teil der Common Language Runtime
Native Code (Native Image)
DATEI
Native Code
RAM
Native Code
DATEI
Betriebssystem

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

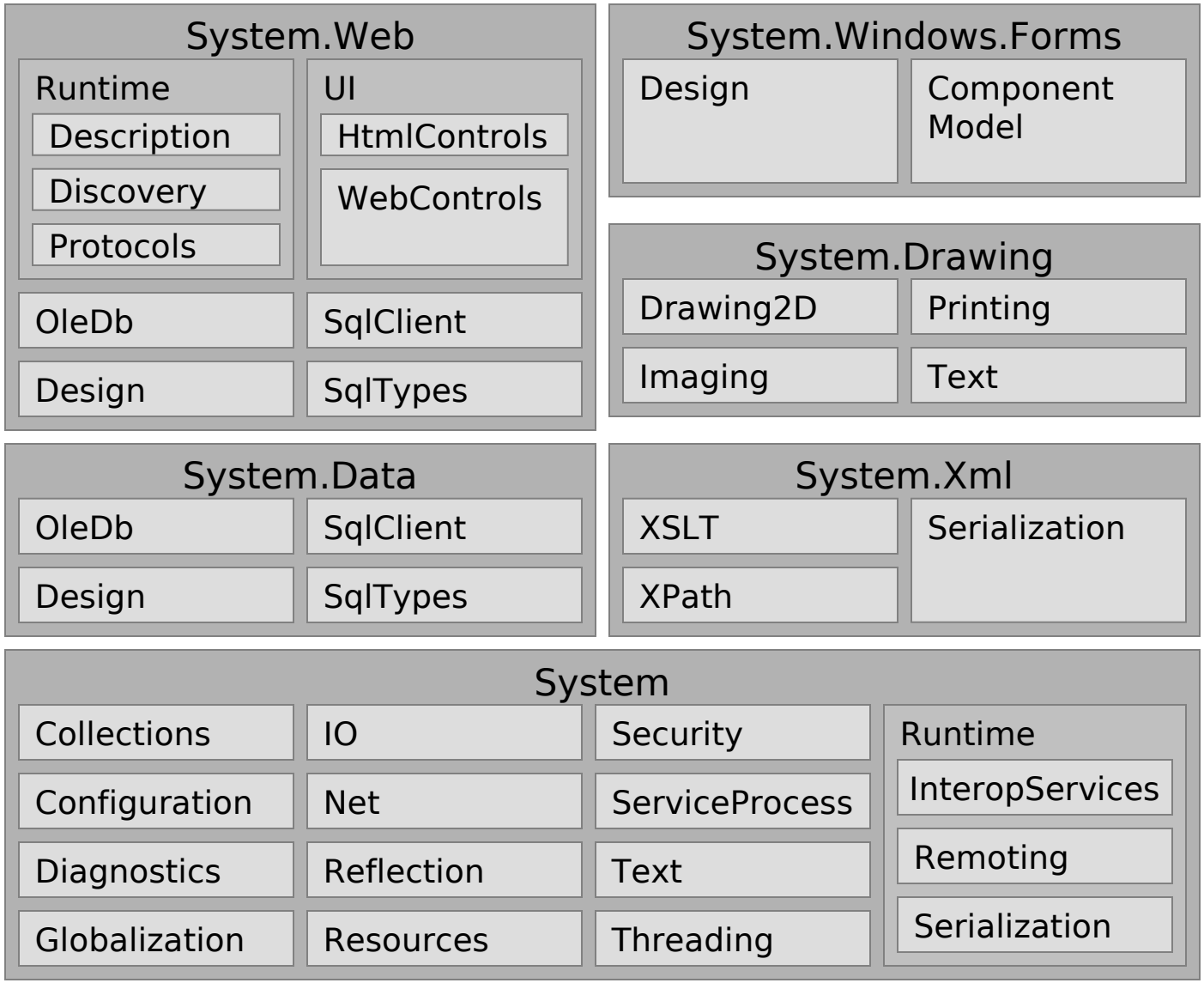


UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

- Konsistentes Programmiermodell
  - alle Anwendungsdienste als objektorientiertes Programmiermodell
- Vereinfachtes Programmiermodell
  - keine Registrierung und eigenständige Registry-Verwaltung
- Stabile Installationen
  - isolierte Anwendungskomponenten
  - keine „DLL-Hölle“ mehr
  - Versionierung von Komponenten
- Vereinfachte Installationen
  - Anwendungsdateien können einfach in Zielverzeichnis kopiert werden
  - 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

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

- 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 (code based security) oder der Daten (role based security)
- Interoperabilität
  - Zugriff an der CIL vorbei auf Komponenten möglich, die den älteren COM-Standard implementieren



- 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

- CIL 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
- 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

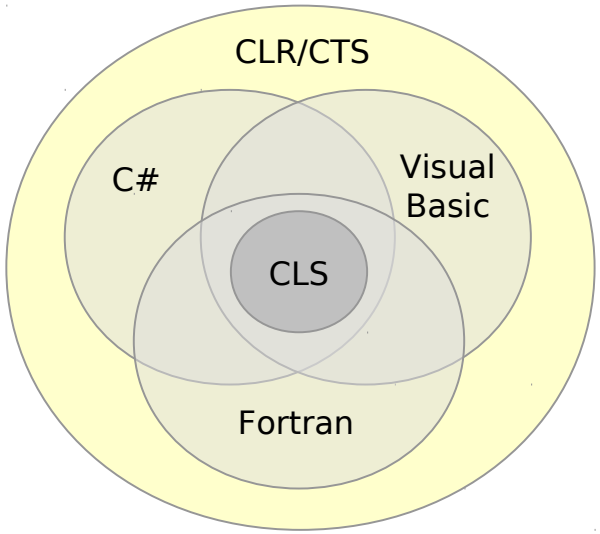
UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Common Language Specification

kleinster gemeinsamer Nenner der .NET-Sprachen

- standardisierte Typen
- selbstbeschreibende Typinformationen (Metadaten)
- gemeinsame Ausführungsumgebung

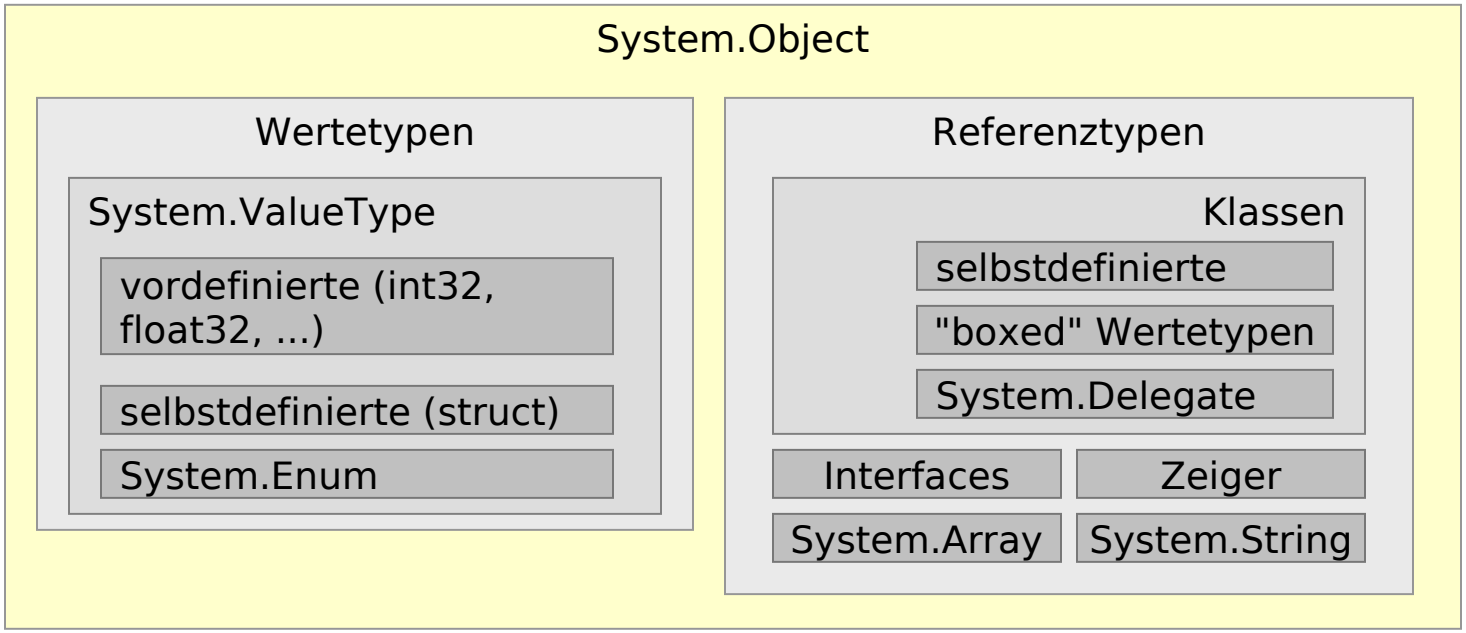
```
using System;
[assembly:CLSCompliant(true)]
// Compiler soll CLS-Kompatibilität prüfen

// 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

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Common Type System



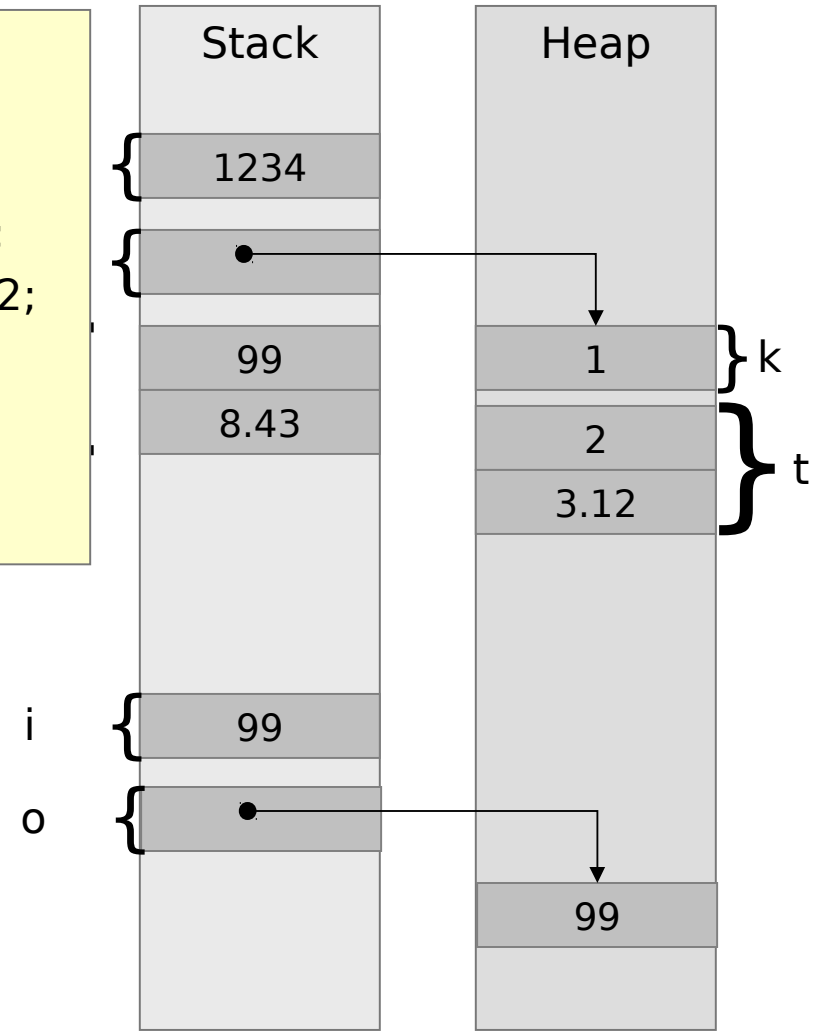
- Wertetypen enthalten Werte (liegen auf dem Stack)
- Referenztypen zeigen auf Werte (Werte liegen auf dem Heap)
- Wertetypen können ausdrücklich als Objekte behandelt (und damit auf dem Heap abgelegt) werden: Boxing

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Verweis- und Referenztypen

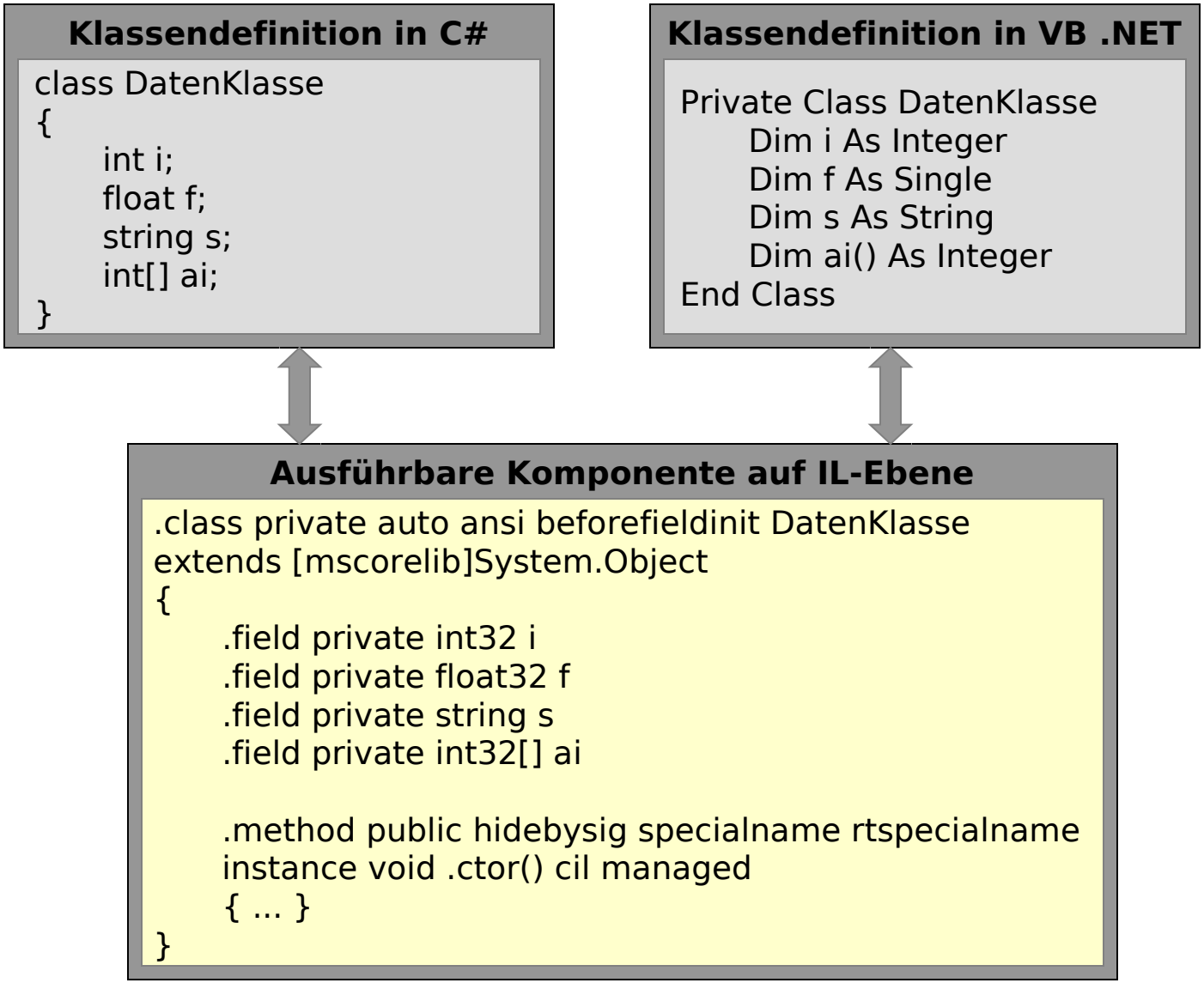
```
struct MyStruct {
      int i;
      float f;
}
class MyClass {
      int k;
      MyStruct t
}
```

```
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;
```


Klassendefinition in C#
class DatenKlasse
{
int i;
float f;
string s;
int[] ai;
}
Klassendefinition in VB .NET
Private Class DatenKlasse
Dim i As Integer
Dim f As Single
Dim s As String
Dim ai() As Integer
End Class
Ausführbare Komponente auf IL-Ebene
.class private auto ansi beforefieldinit DatenKlasse
extends [mscorelib]System.Object
{
.field private int32 i
.field private float32 f
.field private string s
.field private int32[] ai
.method public hidebysig specialname rtspecialname
instance void .ctor() cil managed
{ ... }
}

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
      ...
   }
```

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Komponenten als Packungseinheiten - Assemblies

- atomare, selbstbeschreibende Einheit, inklusive Metadaten
  - Portable Executable (PE-Datei)
- Metadatenstruktur wird **Manifest** genannt
- "single file assembly" - Manifest ist Teil des eigentlichen Codes - oder
- "multi file assembly" - Manifest ist eigenständige Einheit
- ein Manifest enthält ...
  - Identität der Assembly (Name, Version, ...)
  - die Namen aller Dateien in der Assembly
  - kodierte Hashwerte aller Dateien im Assembly
  - Details der vorhandenen Klassen, Methoden und Eigenschaften
  - Namen und Hashwerte aller referenzierten Assemblies
  - Sicherheitseinstellungen

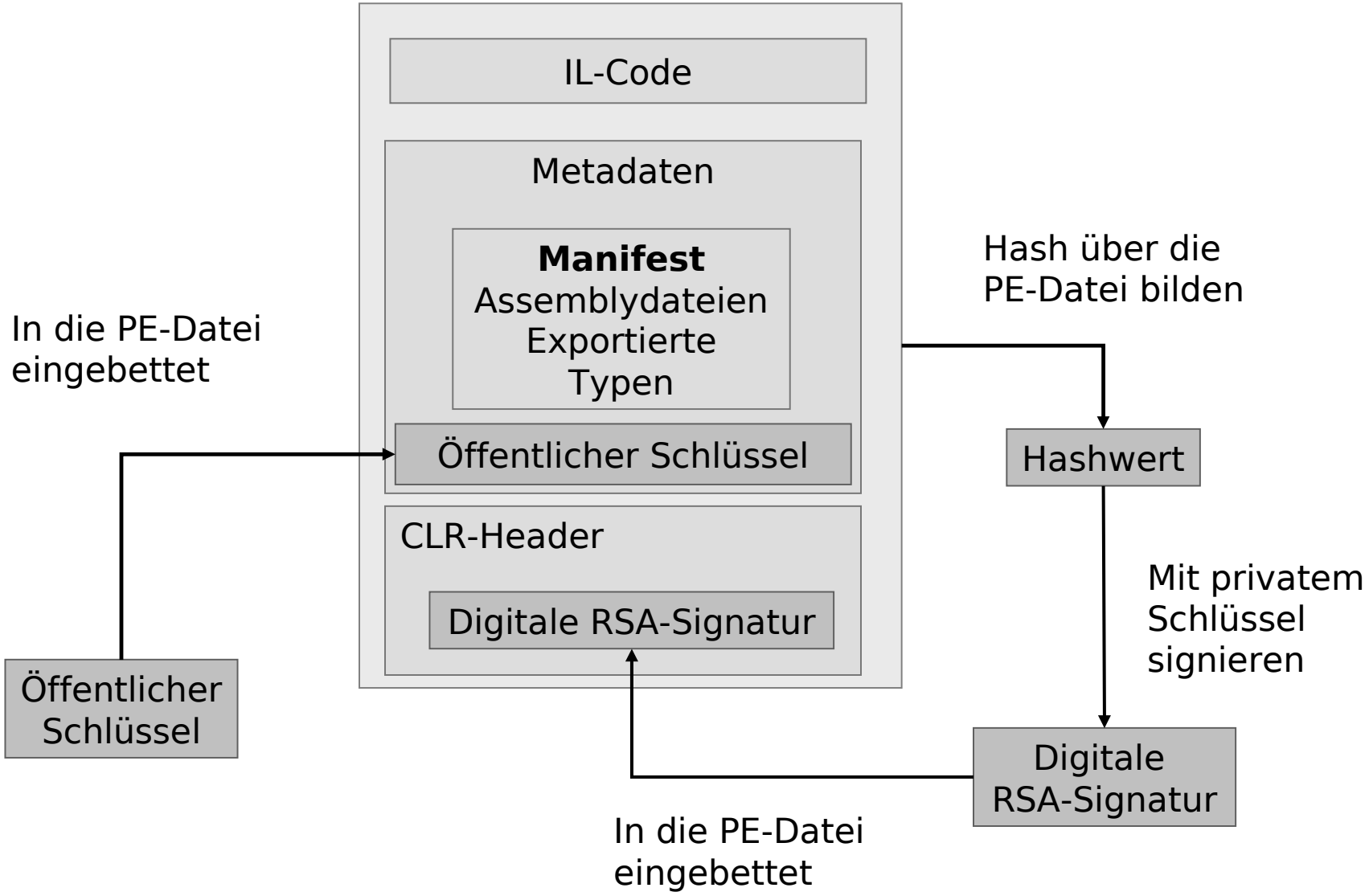
UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

- Assemblies können *private*, *shared* oder *global* sein.
  - Private Assemblies im gemeinsamen Verzeichnis. Annahme der Versionskompatibilität
- Shared Assemblies verwenden *Strong Names* zur eindeutigen Identifizierung
  - zusammengesetzt aus Dateinamen (ohne Erweiterung), Versionsnummer, Kultur, Token für einen öffentlichen Schlüssel
  - festdefinierte Struktur:

    Name_Versionsnummer_Kultur_Schlüsseltoken
- globale Assemblies werden auf dem Rechner mit dem Werkzeug *gacutil* im globalen Assembly-Zwischenspeicher (Global Assembly Cache (GAC)) gespeichert.
  - Vorteil: Assembly kann global genutzt werden
  - Nachteil: Keine einfache Installation mehr möglich
- Signierung = Möglichkeit zur Sicherstellung der Unversehrtheit des Codes

Assemblies

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme



UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Weitergabe von Assemblies

- 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

Weitere Features

- Verbindung von managed und unmanaged code über Interop-Technik
  - Einbindung traditioneller COM-Programme über .NET-Kapsel an der CIL vorbei möglich
  - unmanaged code oft an performanzkritischen Stellen
  - Bedeutung relativiert durch die Erfahrung, dass es oft effizienter ist, die Algorithmen zu verbessern statt die Implementierung
- Komplexes Sicherheitskonzept
  - Authentizität des Herstellers
  - Schutz der Programme vor Veränderung
  - codebasiertes und nutzerbasiertes Sicherheitsmodell zur Beschreibung der Vertrauenswürdigkeit des Codes

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Weitere Features

- Attributbasiertes Programmieren
  - Dependency Injection zur Übernahme von Diensten der Umgebung (Assembly) in das Programm
  - wurde von Java als Annotationen z.B. in EJB 3.0 übernommen
- Basisklassen-Bibliothek deckt alle wichtigen Grundfunktionalitäten ab
  - z.B. Textformatierung, Email-Versand, Codegenerierung
  - Basisklassen zur Anbindung an den Web Service Standard als Grundlage für verteilte Anwendungen
- Integration der Laufzeitumgebung in Windows Server seit 2003
  - explizit in Konkurrenz zu J2EE
  - Kernbestandteil von Windows Vista
  - abgespeckte Version der Laufzeitumgebung für Kompaktgeräte

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Weitere Features

- Bindung verschiedener Programmiersprachen an dieselbe Plattform erlaubt Erstellung einer Applikationen unter Verwendung verschiedener Hochsprachen
  - wird durch sprachunabhängige Editoren wie Eclipse oder Visual Studio .NET
  - Gemeinsame Verwendung von Bibliotheken
  - Wartbarkeit derartiger Projekte ist deutlich komplexer als solcher, die nur in einer Hochsprache geschrieben sind.
  - Ändert sich mglw. mit dem Einsatz generativer Techniken und modellgetriebener Software-Entwicklungsansätze
- Hoher Anklang der Plattform vor allem in marktengen und akademischen Bereichen, wo Programmiermöglichkeiten voll ausgereizt werden.

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Informatik
Betriebliche Informationssysteme

Bestandteile des Frameworks

- Common Intermediate Language / Common Language Runtime
  - Zwischensprachencode wird in Maschinencode übersetzt und ausgeführt
  - kleinste Schnittmenge für Sprachen, die von CLR unterstützt werden
- Base Class Library
  - Bibliotheken mit wichtigen Basisfunktionen werden erst auf der Ebene der CIL eingebunden und sind so hochsprachenunabhängig verfügbar
- Common Language Specification / Common Type System
  - Vereinigung der Sprachkonzepte, die im .NET-Framework unterstützt werden, um Datenkompatibilität auf Hochsprachenebene zu sichern
- Assemblies
  - Komponentenkonzept zum Kapseln von Software-Bausteinen
  - mit Metadaten, Integritätscheck, Versionierung
  - Konzept des Managements von Abhängigkeiten zu anderen Assemblies
  - Global einheitliches Namenssystem (GAC)
  - werkzeuggestütztes Verwaltungssystem für Assemblies
  - Administration über Konfigurationsdateien (XML)