

Vorlesung

Software aus Komponenten

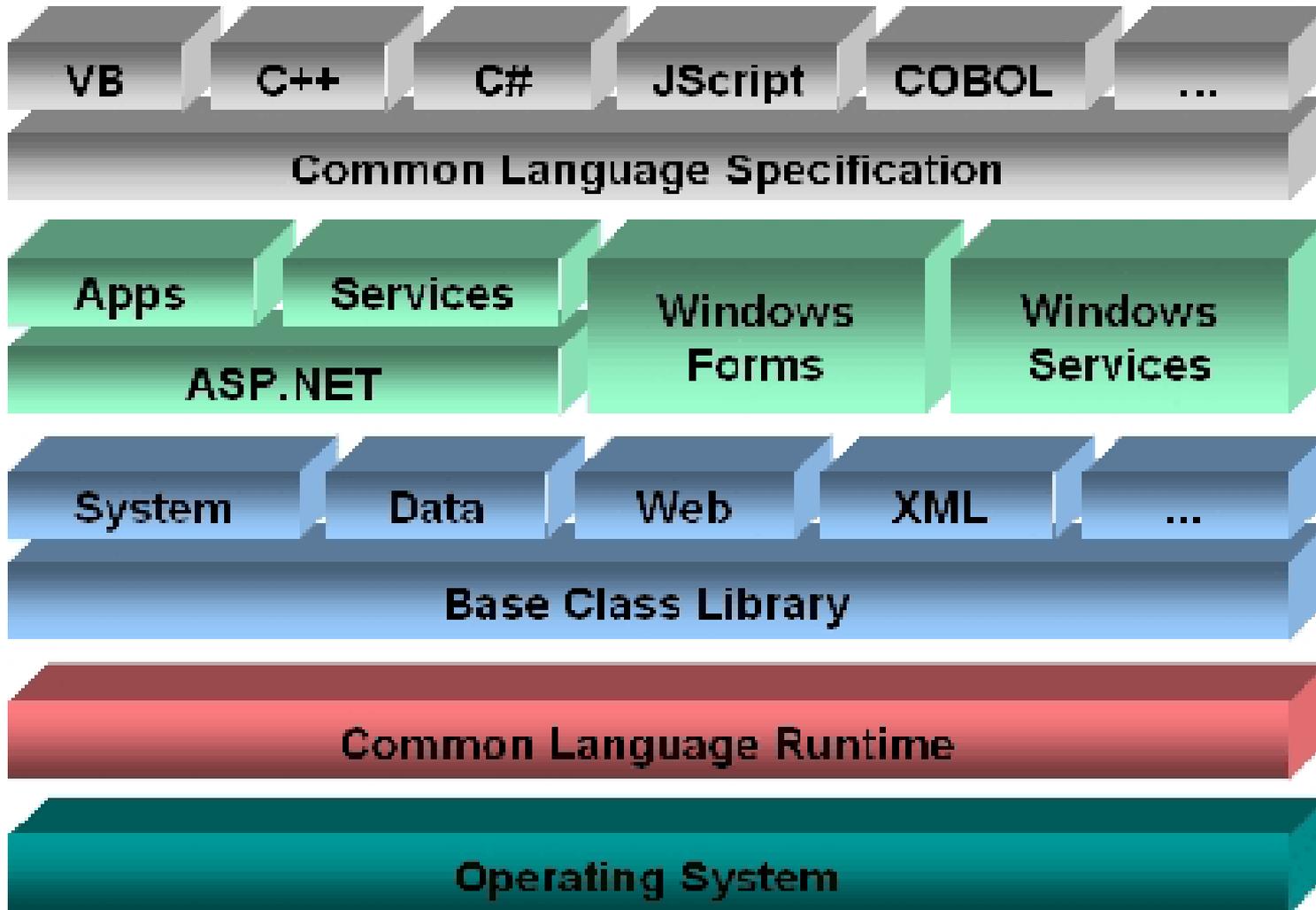
3. Komponenten-Modelle

apl. Prof. Dr. Hans-Gert Gräbe
Wintersemester 2007/08

Das .NET-Konzept

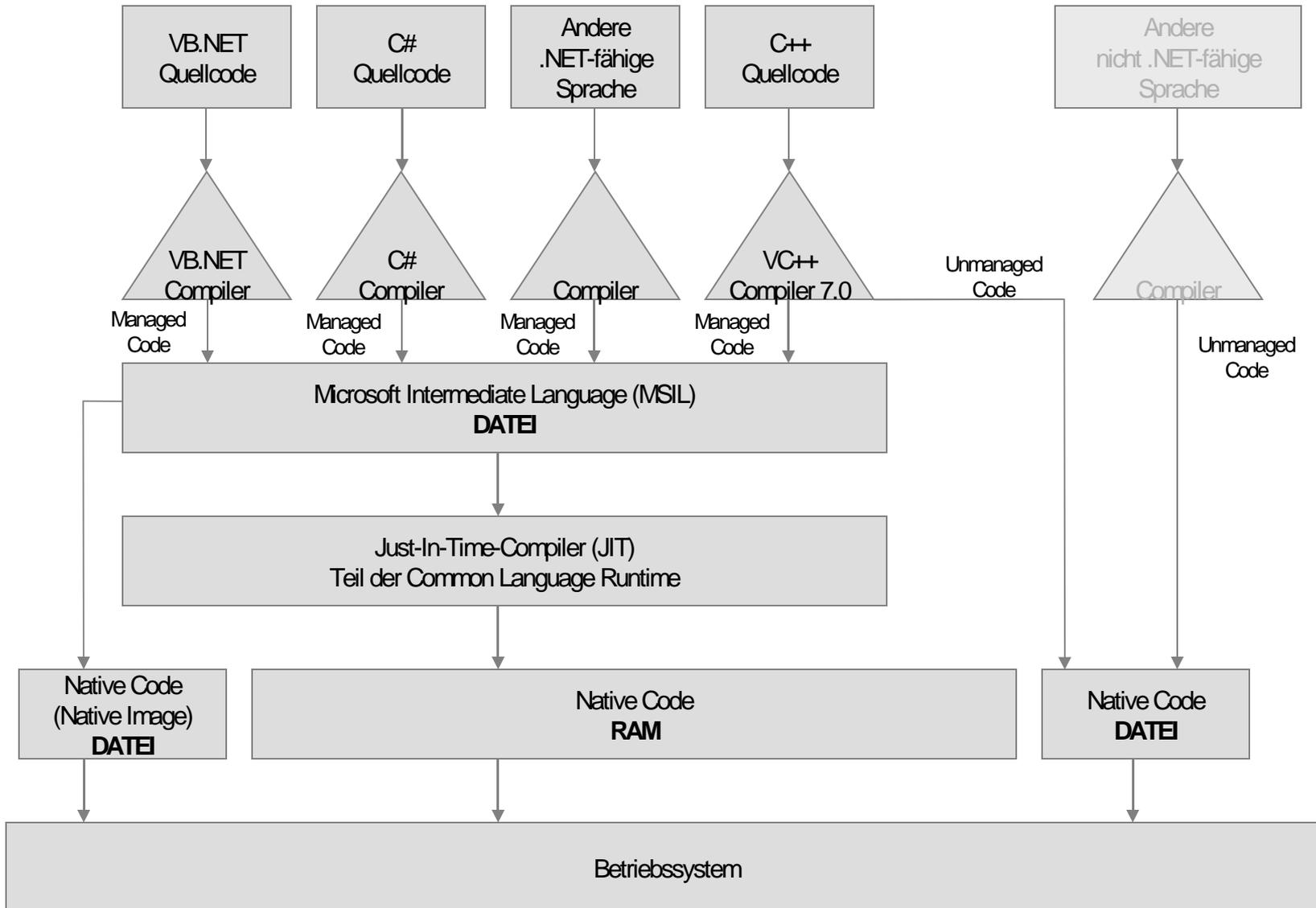
- **CLI – Common Language Infrastructure**
 - Basis zur Ausführung von Programmen, die in unterschiedlichen Programmiersprachen erstellt wurden
 - Zugriff auf eine **virtuelle Maschine** und eine gemeinsame Klassenbibliothek – die **Base Class Library**
- **CIL - Common Intermediate Language**
 - Hochsprachenunabhängige 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

Konzept



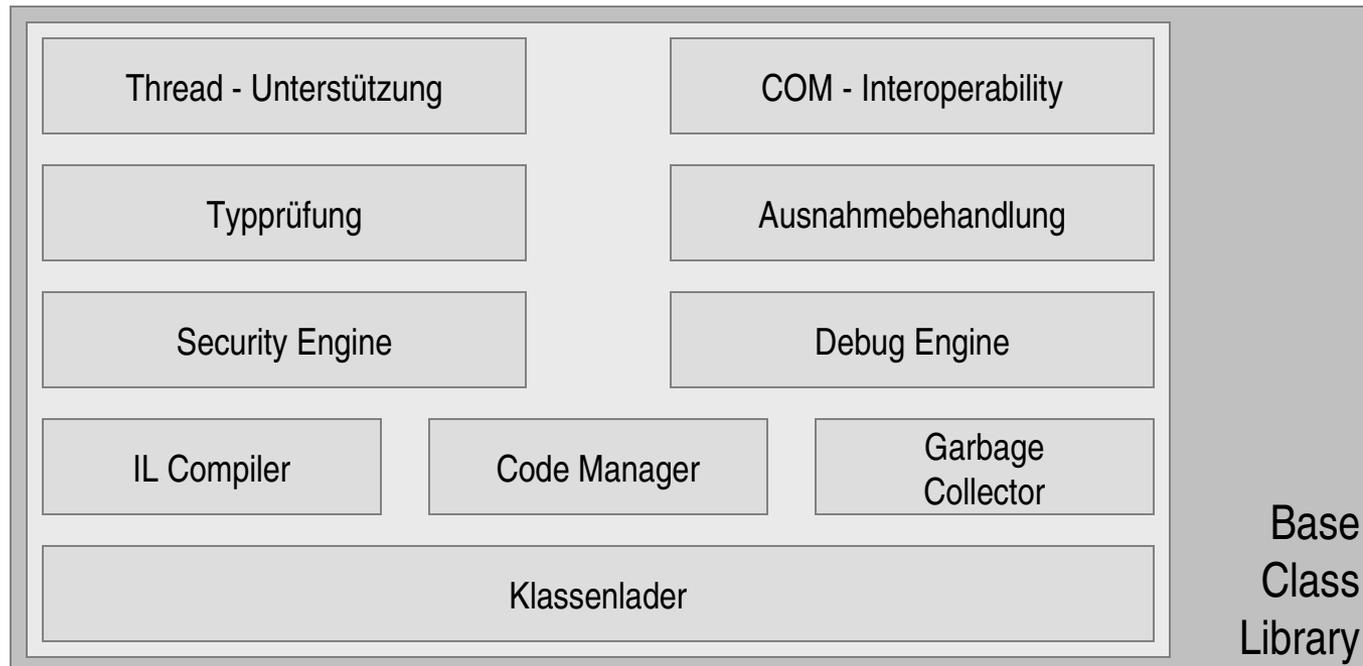
Quelle: Microsoft

Konzept



3.8. Das .NET-Konzept Common Language Runtime

- Übersetzung von 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



3.8. Das .NET-Konzept

Common Language Runtime

- 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

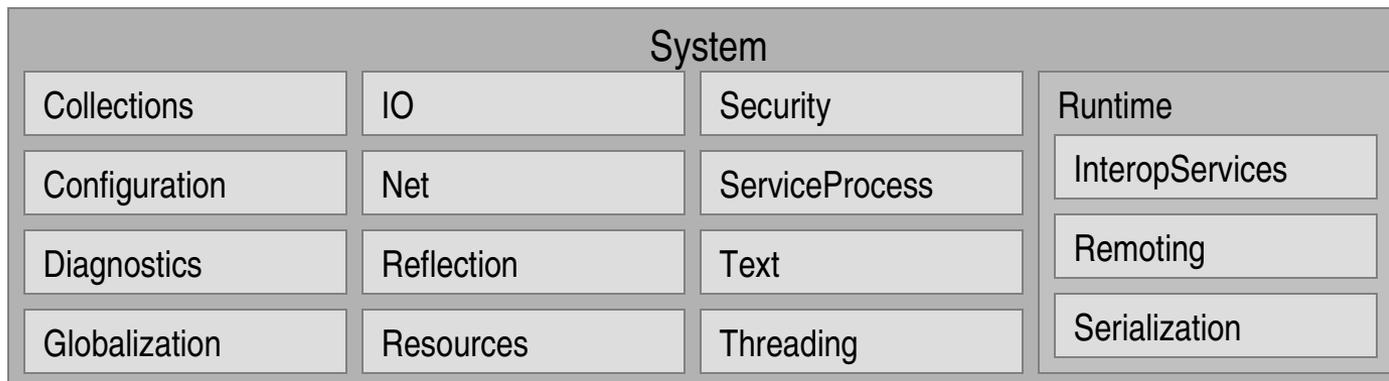
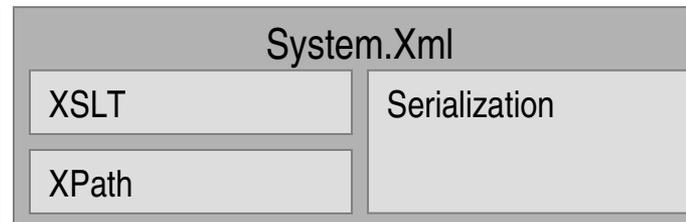
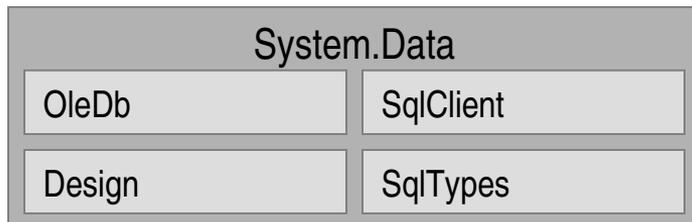
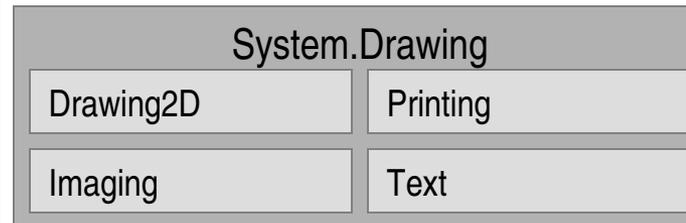
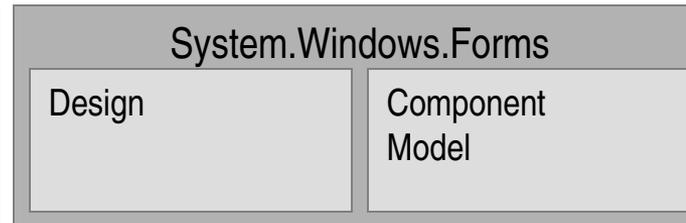
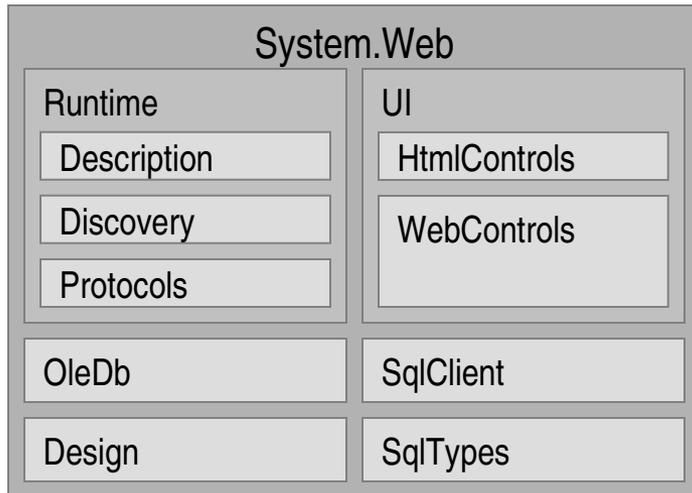
3.8. Das .NET-Konzept

Common Language Runtime

- 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

3.8. Das .NET-Konzept

Base Class Library



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

3.8. Das .NET-Konzept

Base Class Library

- 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

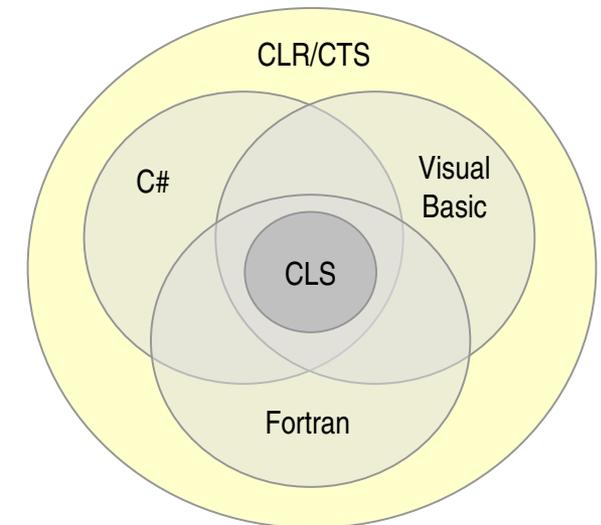
3.8. Das .NET-Konzept Common Language Specification

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

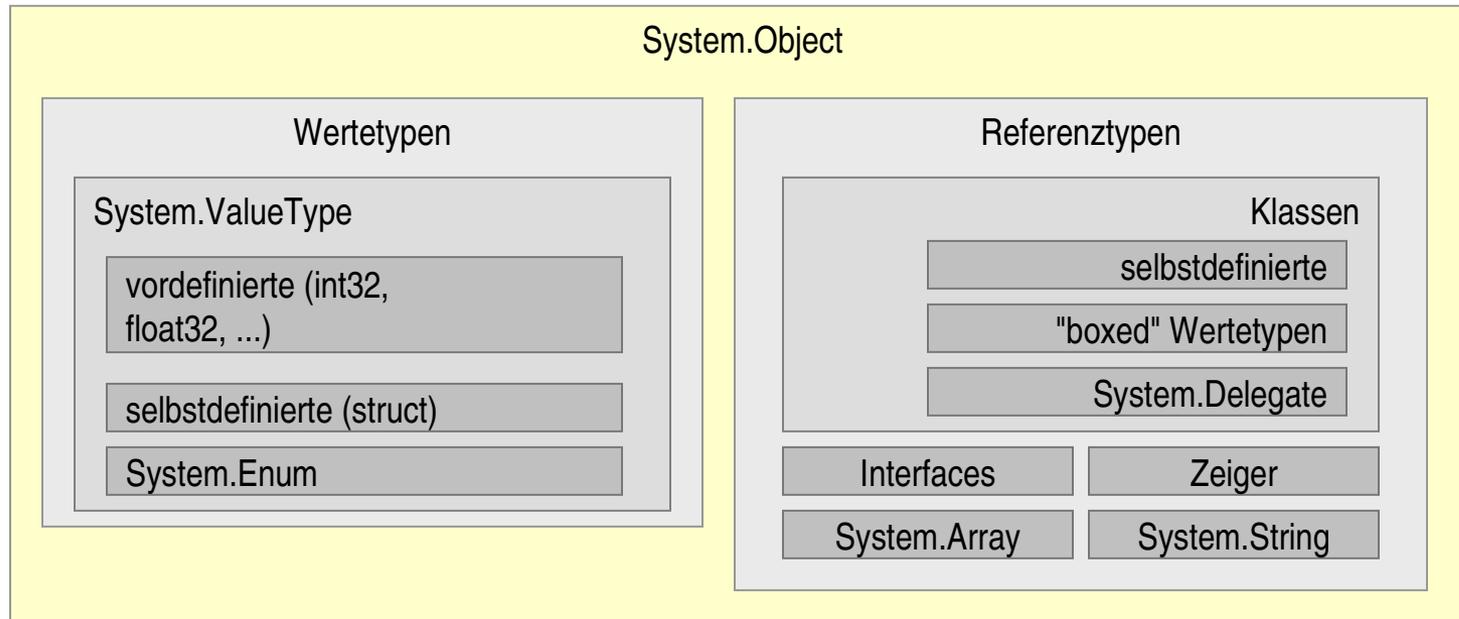
// Fehler, weil Klasse öffentlich ist
public class App {
    // Fehler, weil UInt32 nicht CLS-Kompatibel
    public UInt32 Abc() { return 0; }
    // Fehler, weil keine Unterscheidung zwischen
    // Groß- und Kleinschreibung in CLS
    public void abc() {}
    //Kein Fehler, da Methode privat ist
 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



- Vollständige Liste der CLS-Regeln im Abschnitt >Cross-Language Interoperability< in der Dokumentation des .NET Framework SDK

3.8. Das .NET-Konzept Common Type System (CTS)

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

3.8. Das .NET-Konzept Common Type System (CTS)

Verweis- und Referenztypen

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

```
int j;
j = 1234;

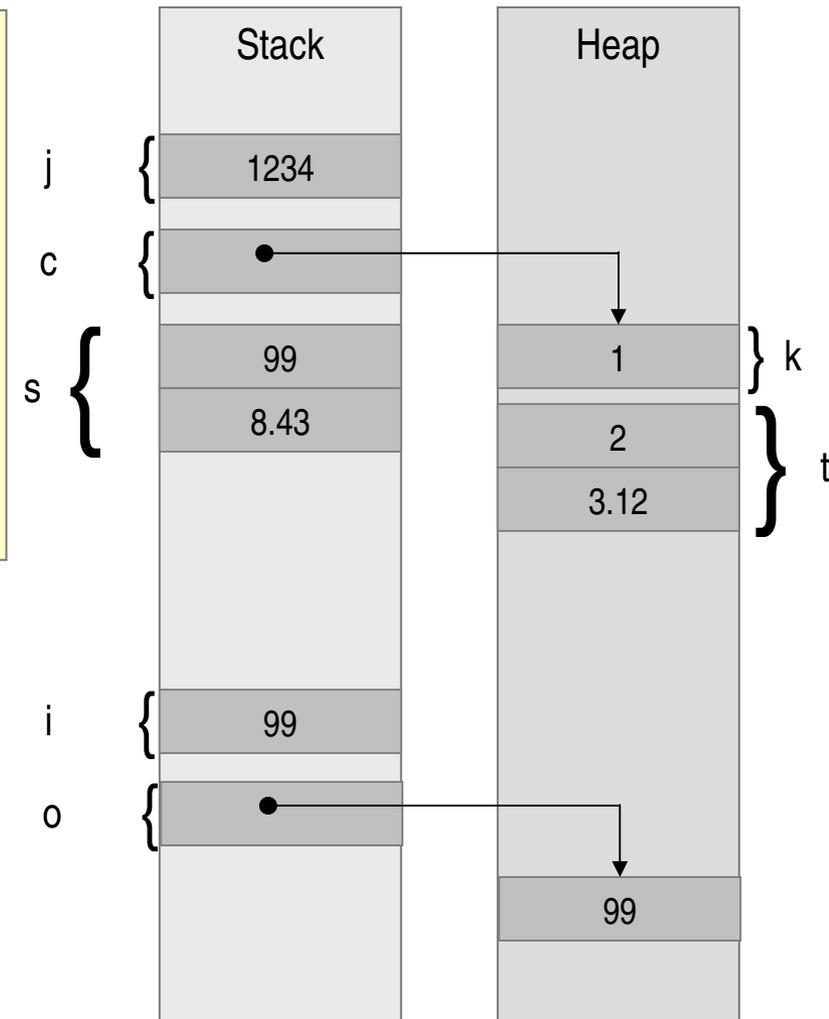
MyClass c = new MyClass();
c.k = 1; c.t.i = 2; c.t.f = 3.12;

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

Boxing

```
int i;
i = 99;

object o;
o = i;
```



3.8. Das .NET-Konzept

Common Type System (CTS)

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 [mscorlib]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
    { ... }
}
```

3.8. Das .NET-Konzept

Common Type System (CTS)

- 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
        ...
    }
}
```

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

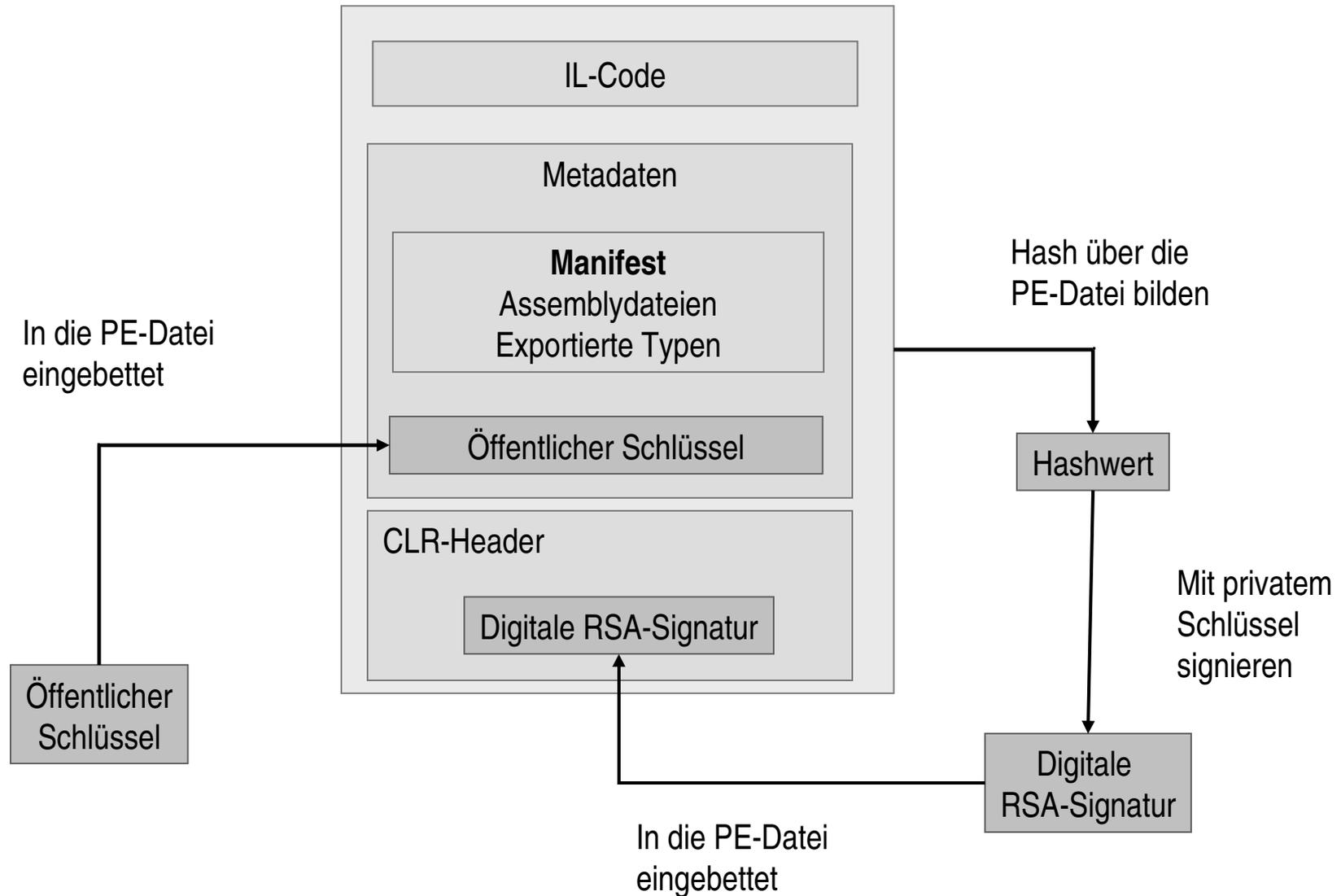
3.8. Das .NET-Konzept

Assemblies

- starke Namen (strong names) zur eindeutigen Identifizierung einer Assembly
 - zusammengesetzt aus Dateinamen (ohne Erweiterung), Versionsnummer, Kultur, Token für einen öffentlichen Schlüssel
 - festdefinierte Struktur:
Name_Versionsnummer_Kultur_Schlüsseltoken
- Signierung = Möglichkeit zur Sicherstellung der Unversehrtheit des Codes
- Assemblies können *privat*, *gemeinsam (shared)* oder *global* sein.
- 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

3.8. Das .NET-Konzept

Assemblies



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

Weitere Features

- Verbindung von managed und unmanaged code über Interop-Technik
 - Einbindung traditioneller COM-Programme über .NET-Kapsel 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

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

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 gefördert
 - 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.

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)