

Unser tolles Thema – wir sind genial

DIPLOMARBEIT

verfasst im Rahmen der

Reife- und Diplomprüfung

an der

Höheren Abteilung für Informatik

Eingereicht von:

Stefan Schwammal

Susi Schwammal

Betreuer:

Lukas Lehrer

Projektpartner:

Petra Programmierer, Initech Inc.

Leonding, April 2023

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt bzw. die wörtlich oder sinngemäß entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Weise keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Die vorliegende Diplomarbeit ist mit dem elektronisch übermittelten Textdokument identisch.

Leonding, April 2022

S. Schwammal & S. Schwammal

Abstract

Brief summary of our amazing work. In English. This is the only time we have to include a picture within the text. The picture should somehow represent your thesis. This is untypical for scientific work but required by the powers that are. Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.



Zusammenfassung

Zusammenfassung unserer genialen Arbeit. Auf Deutsch. Das ist das einzige Mal, dass eine Grafik in den Textfluss eingebunden wird. Die gewählte Grafik soll irgendwie eure Arbeit repräsentieren. Das ist ungewöhnlich für eine wissenschaftliche Arbeit aber eine Anforderung der Obrigkeit. *Bitte auf keinen Fall mit der Zusammenfassung verwechseln, die den Abschluss der Arbeit bildet!* Suspendisse vel felis.

Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Standardsoftware vs Individualsoftware	1
1.2	Problemverständnis	3
1.3	Lösungsansatz: Scripting	4
1.4	Alternativen	7
1.5	Beschreibung über die Durchführung der Diplomarbeit	12
1.6	Machbarkeitsnachweis (Beispielanwendung)	13
2	Evaluierung von Skriptsprachen	15
2.1	Auswahl der Skriptsprachen	15
2.2	Kriterienkatalog	19
3	Anwendung (Praxisteil)	31
3.1	Verwendete Technologien	31
3.2	Aufbau	33
4	Technologien	40
4.1	Foo	40
4.2	Bar	42
5	Umsetzung	44
6	Zusammenfassung	46
	Literaturverzeichnis	VI
	Abbildungsverzeichnis	VII
	Tabellenverzeichnis	VIII
	Quellcodeverzeichnis	IX

1 Einleitung

1.1 Standardsoftware vs Individualsoftware

In der heutigen digitalisierten Welt ist Software nicht mehr wegzudenken, für den Erfolg von Unternehmen oder auch für den privaten Gebrauch. Für diese Diplomarbeit unterscheiden wir zwischen zwei Hauptarten von Software, die von Unternehmen genutzt werden: **Standardsoftware** und **Individualsoftware**. Nun wollen wir diese beiden Softwaretypen in einem direkten Vergleich gegenüberstellen, um ihre jeweiligen Vor- und Nachteile zu zeigen.

Standardsoftware

Standardsoftware bietet Vorteile, die sie für viele Unternehmen und Einzelpersonen zu einer attraktiven Wahl machen. Einer der Hauptvorteile ist die Kosteneffizienz: Da die Entwicklungskosten auf eine Vielzahl von Kunden verteilt werden, sind die Anschaffungskosten in der Regel geringer als bei einer individuell entwickelten Lösung. Ein weiterer Pluspunkt ist die schnelle Implementierung. Da die Software bereits entwickelt ist, kann sie in der Regel schnell installiert und in Betrieb genommen werden, wodurch Zeit und Ressourcen gespart werden. Zudem profitieren Benutzer von einer breiten Community und einem umfangreichen Support, was sowohl die Problembehebung als auch die Weiterentwicklung erleichtert. Hinzu kommt die breite Verfügbarkeit von Schulungsmaterialien und Kursen für gängige Standardsoftware. Diese Ressourcen erleichtern die Einarbeitung und ermöglichen es den Benutzern, das volle Potenzial der Software auszuschöpfen.

Ein Nachteil von Standardsoftware besteht darin, dass sie nicht immer genau den individuellen Anforderungen eines Unternehmens gerecht wird. Es könnte vorkommen, dass spezifische Funktionen fehlen oder die Software nicht optimal auf die Arbeitsprozesse des Unternehmens zugeschnitten ist.

Individualsoftware

Individualsoftware bietet Unternehmen die einzigartige Möglichkeit, eine Softwarelösung zu erhalten, die vollständig an ihre speziellen Bedürfnisse und Anforderungen angepasst ist. Diese Anpassungsfähigkeit erlaubt nicht nur effizientere Arbeitsprozesse, sondern schafft auch Raum für Flexibilität und Skalierbarkeit. Da die Software im Laufe der Zeit sich ändernden Unternehmensbedürfnissen angepasst werden kann, bleibt sie stets ein dynamisches und anpassungsfähiges Werkzeug. Zudem kann Individualsoftware langfristig kosteneffizient sein, da keine laufenden Lizenzgebühren für nicht benötigte Funktionen anfallen. So vereint Individualsoftware in sich die Vorteile von vollständiger Anpassung, Flexibilität, Skalierbarkeit und wirtschaftlicher Effizienz.

Trotz der vielen Vorteile kommt Individualsoftware oft mit einem wesentlichen Nachteil: den hohen Anschaffungskosten. Die Entwicklung einer maßgeschneiderten Softwarelösung erfordert in der Regel eine erhebliche Investition in Zeit und Ressourcen. Diese initialen Kosten können beträchtlich sein und stellen daher besonders für kleinere Unternehmen oder Organisationen mit begrenztem Budget eine große Hürde dar. Daher ist es wichtig, diese Investition sorgfältig abzuwägen und sie in den Kontext der erwarteten langfristigen Vorteile und Kostenersparnisse zu setzen.

1.2 Problemverständnis

Standardsoftware ist häufig so konzipiert, dass sie den Anforderungen einer breiten Zielgruppe gerecht wird, was jedoch oft dazu führt, dass spezifische Funktionen fehlen, die für einzelne Unternehmen oder Organisationen von Bedeutung sein könnten. Eine individuelle Anpassung dieser Standardsoftware an die Bedürfnisse jedes einzelnen Kunden wäre zwar theoretisch möglich, brächte jedoch erhebliche Nachteile mit sich. Insbesondere würde die Software dadurch zunehmend komplizierter und schwieriger zu pflegen werden. Jede spezielle Anpassung könnte zu Konflikten mit anderen Funktionen führen oder zukünftige Updates erschweren. Die Software würde an Übersichtlichkeit verlieren und die Fehleranfälligkeit könnte steigen. Darüber hinaus wäre es für die Softwareanbieter schwierig, allen individuellen Anforderungen zu folgen und gleichzeitig eine stabile, einheitliche Version des Produkts zu erhalten. Daher wird bei Standardsoftware oft ein Kompromiss angestrebt, der zwar viele, aber nicht alle Bedürfnisse abdeckt, um die Software so einfach und wartbar wie möglich zu halten.

Der Fokus auf vorhandene Ressourcen ist ein entscheidendes Argument gegen die Implementierung kundenspezifischer Funktionen in einer Softwarelösung für jedes einzelne Unternehmen. Softwareentwicklung umfasst nicht nur die Programmierung selbst, sondern auch die Planung, das Design, die Qualitätssicherung und die Wartung. Unternehmen haben in der Regel begrenzte Entwicklungsressourcen, sowohl in Bezug auf die Anzahl der Entwickler als auch die Zeit und das Budget. Diese Ressourcen müssen sorgfältig auf die Entwicklung von Funktionen konzentriert werden, die den größten Mehrwert für die Mehrheit der Kunden bieten. Das Hinzufügen von kundenspezifischen Funktionen würde diese begrenzten Ressourcen auf Projekte lenken, die nur für eine kleine Anzahl von Nutzern relevant sind, und damit den Wert der Software für die allgemeine Kundschaft potenziell verringern. Infolgedessen müssen Unternehmen Prioritäten setzen und ihre Entwicklungsressourcen auf Aktivitäten fokussieren, die das Produkt als Ganzes verbessern und den meisten Kunden zugutekommen.

1.3 Lösungsansatz: Scripting

Eine effektive Lösung für das Problem von fehlenden Funktionen in Standardsoftware kann Skripting sein. Durch das Bereitstellen von Skripting-Schnittstellen wird den Nutzer/innen ermöglicht, die Funktionalität der Software nach ihren individuellen Bedürfnissen zu erweitern, ohne dass die Kernsoftware selbst modifiziert werden muss. Dies schafft einen Mittelweg zwischen der Flexibilität von individueller Software und der Effizienz und Zuverlässigkeit von Standardlösungen. Benutzer/innen können Skripte schreiben, die spezielle Funktionen hinzufügen, die in der Standardversion fehlen. Diese Methode ist nicht nur ressourceneffizient, sondern ermöglicht auch eine schnellere Anpassung, da sie in der Regel keinen Eingriff in den Code der Software erfordert. So können Unternehmen die Software an ihre speziellen Anforderungen anpassen, während sie gleichzeitig von den Vorteilen der Standardsoftware, wie regelmäßigen Updates und einer breiten Benutzerbasis, profitieren. Skripting stellt daher eine skalierbare und anpassungsfähige Lösung dar, die den Bedürfnissen vieler verschiedener Kunden gerecht werden kann.

Allgemeines zu Scripting

Skripting bezeichnet in der Softwareentwicklung den Einsatz von Skriptsprachen, um Automatisierungsprozesse zu steuern, spezielle Funktionen auszuführen oder die Funktionalität einer bestehenden Softwareanwendung zu erweitern. Im Gegensatz zu vollwertigen Programmiersprachen, die in der Regel kompiliert werden müssen und oft für die Entwicklung komplexer Anwendungen verwendet werden, sind Skriptsprachen in der Regel interpretiert, das bedeutet sie werden von einem Interpreter ausgeführt, der den Code Zeile für Zeile umsetzt. Sie sind oft einfacher zu erlernen und schneller zu implementieren als vollwertige Programmiersprachen, was sie ideal für kleinere Aufgaben und schnelle Anpassungen macht. Skripting wird in einer Vielzahl von Kontexten verwendet, darunter Webentwicklung, Systemadministration und Datenanalyse.

Ein zentraler Aspekt dieser Diplomarbeit war die Untersuchung der Rolle des Skripting bei der dynamischen Anpassung von .NET-Anwendungen. Der Einsatz von Skriptsprachen ermöglicht es, fehlende oder zusätzliche Funktionen zur Laufzeit in eine Anwendung zu integrieren. Im Rahmen unserer Arbeit wurde mit verschiedenen Skriptsprachen experimentiert, um deren Eignung für die Integration in .NET-Anwendungen zu bewerten.

Vorteile

- **Schnelle Entwicklung und Anpassung:** Skriptsprachen sind in der Regel leicht zu erlernen und ermöglichen eine schnelle Entwicklung, was ideal für die Anpassung und Erweiterung von Software ist.
- **Flexibilität:** Skripting ermöglicht es Benutzern und Entwicklern, die Funktionalität einer Anwendung nach Bedarf zu ändern, ohne die ursprüngliche Software zu modifizieren.
- **Automatisierung:** Eines der Hauptanwendungsgebiete von Skripting ist die Automatisierung wiederkehrender Aufgaben, wodurch Zeit und Ressourcen gespart werden können.
- **Kostenersparnis:** Da Skripting meist schneller und mit weniger Aufwand umsetzbar ist, kann es kosteneffizienter sein als die Entwicklung von kundenspezifischen Softwarelösungen.

Nachteile

- **Leistungsprobleme:** Skriptsprachen sind oft langsamer als kompilierte Sprachen, da sie interpretiert werden. Dies kann bei rechenintensiven Aufgaben ein Problem darstellen.
- **Kompatibilitätsprobleme:** Nicht alle Skripting-Sprachen oder -Tools sind mit allen Plattformen oder Anwendungen kompatibel. Manchmal sind spezielle Anpassungen erforderlich.

Levels von Scripting

In Microsoft Excel gibt es die Möglichkeit sich wiederholende Aufgaben mithilfe von Office Scripts zu automatisieren.

Man kann auf zwei Arten ein neues Office-Skript erstellen:

- Man kann seine Handlungen mithilfe des Actionrecorders aufnehmen. Diese Methode eignet sich besonders gut, wenn man sich wiederholende Schritte in dem Dokument merken möchte. Dazu sind keine Programmierkenntnisse oder ähnliches erforderlich. Die aufgezeichneten Skripte können abgespeichert und verändert werden.
- Die zweite Möglichkeit ist, dass Office-Skript selbst mithilfe von TypeScript zu schreiben.

Folgendes Office-Skript Beispiel gibt den Wert von der Zelle A1 auf der Konsole aus:

Listing 1: Office-Skript

```
1     function main(workbook: ExcelScript.Workbook) {  
2         // Get the current worksheet.  
3         let selectedSheet = workbook.getActiveWorksheet();  
4  
5         // Get the value of cell A1.  
6         let range = selectedSheet.getRange("A1");  
7  
8         // Print the value of A1.  
9         console.log(range.getValue());  
10    }
```

1.4 Alternativen

Microsoft Power Automate

Power Automate ist eine cloudbasierte Plattform, die es Anwender/innen unkompliziert ermöglicht, Workflows zu erstellen. Diese Arbeitsabläufe automatisieren zeitaufwändige geschäftliche Aufgaben und Prozesse, indem sie Anwendungen und Dienste verbinden.

Logik-Apps (ein Service von Azure), präsentiert vergleichbare Eigenschaften wie Power Automate. Zusätzlich dazu bietet es weitere Leistungsmerkmale, darunter die nahtlose Einbindung in den Azure Resource Manager, das Azure-Portal, PowerShell, die xPlat-CLI, Visual Studio und diverse weitere Verbindungselemente.

Mit folgenden Dienstleistungen können Power Automate verbunden werden:

- Sharepoint
- Dynamics 365
- OneDrive
- Google Drive
- Google Sheets
- und noch einige mehr

Power Automate ist außerdem plattformübergreifend und kann auf allen modernen Geräten und Browsern ausgeführt werden. Zur Verwendung ist nur ein Webbrowser und eine E-Mail-Adresse erforderlich.

Dynamische Modulsysteme

Ein Ansatz, der oft angewandt wird, um Anwendungen oder Systeme zu konstruieren, ist die Nutzung eines dynamischen Modulsystems. Diese Methode ermöglicht die Erstellung von Applikationen durch den Zusammenbau wiederverwendbarer Einzelmodule. Diese Herangehensweise erleichtert die Entwicklung komplexer Systeme, ohne dass jedes Mal von Grund auf ein völlig neues System erstellt werden muss. Ein weiterer Nutzen besteht darin, dass verschiedene Anwendungen oder Systeme auf diese Weise miteinander verknüpft werden können. Modulsysteme werden oft in der Softwareentwicklung, Webentwicklung, Datenbanken und Systemadministration verwendet.

Beispiele für Modulsysteme:

Webanwendung

- Javascript-Frameworks wie React und Angular

Desktop- und Serveranwendung

- .NET und Java

Erstellung und Verwaltung von Datenbanken

- PostgreSQL und MongoDB

Verwaltung von Netzwerken und Systemen

- Puppet und Chef

Microservices

Microservices stellen einen Ansatz in der Softwareentwicklung dar. Er basiert darauf, dass Software aus einer Vielzahl kleiner, eigenständiger Dienste besteht. Diese Dienste interagieren miteinander über klar definierte Schnittstellen. Die Architektur von Microservices trägt dazu bei, Skalierbarkeit zu erleichtern und die Zeitspanne für die Entwicklung von Anwendungen zu verkürzen. Dies ermöglicht eine schnellere Umsetzung von Innovationen und beschleunigt die Einführung neuer Funktionen auf dem Markt.

Eigenschaften von Microservices

Eigenständigkeit:

In einer Architektur von Microservices besteht die Möglichkeit, jeden einzelnen Komponentenservice unabhängig zu entwickeln, bereitzustellen, zu betreiben und zu skalieren. Hierbei hat die Veränderung eines Services keine Auswirkungen auf die Funktionalität anderer Services. Es ist nicht erforderlich, dass Services Code oder Implementierungen miteinander teilen. Die Interaktion zwischen den verschiedenen Komponenten erfolgt ausschließlich über eindeutig definierte APIs.

Spezialisierung:

Jeder einzelne Service ist darauf ausgerichtet, eine spezifische Gruppe von Problemstellungen zu lösen. Sollte man im Laufe der Zeit zusätzlichen Code zu einem solchen Dienst hinzufügen, und dadurch der Service zu komplex wird, besteht die Option, diesen in kleinere Services aufzuteilen.

Dynamisches Laden von Assemblies

Das .NET-Framework bietet die Möglichkeit, Assembly-Dateien zur Laufzeit zu laden. Dies ermöglicht es, neue Funktionen in Form von Klassen und Methoden hinzuzufügen. Assemblies stellen die Grundbausteine von .NET-Anwendungen dar und treten in Form von ausführbaren Dateien (.exe) oder Dynamic Link Library-Dateien (.dll) auf.

Folgender Beispielcode dient dazu, eine Assembly mit der Bezeichnung "example.exe" innerhalb der aktuellen Anwendungsdomäne zu laden. Anschließend wird ein Typ mit dem Namen "Example" aus dieser Assembly abgerufen. Auf diesen abgerufenen Typ wird die Methode "MethodA" ausgeführt.

Listing 2: Assembly

```
1      using System;
2      using System.Reflection;
3
4      public class Asmload0
5      {
6          public static void Main()
7          {
8              // Use the file name to load the assembly into the current
9              // application domain.
10             Assembly a = Assembly.Load("example");
11             // Get the type to use.
12             Type myType = a.GetType("Example");
13             // Get the method to call.
14             MethodInfo myMethod = myType.GetMethod("MethodA");
15             // Create an instance.
16             object obj = Activator.CreateInstance(myType);
17             // Execute the method.
18             myMethod.Invoke(obj, null);
19         }
20     }
```


Plugins

Durch die Nutzung von Plugins eröffnet sich die Option, individuelle Funktionen zu entwickeln und anschließend in die Anwendung einzubauen. Dies eröffnet ein Fenster für eine dynamische Erweiterbarkeit, ohne auf die Implementierung von Skriptcode zurückgreifen zu müssen. Diese Methode gewährt eine flexible Herangehensweise an die Erweiterung und Anpassung von Funktionalitäten, während gleichzeitig die Sauberkeit der Gesamtlösung erhalten bleibt.

Plugin Framework for .NET Core

Mit Plugin Frameworks für .NET Core wird jegliches Element zu einem Plugin. Das Plugin Framework stellt eine erstklassige Plattform für Plugins in .NET Core-Anwendungen dar, was sowohl ASP.NET Core, Blazor, WPF, Windows Forms als auch Konsolenanwendungen miteinschließt. Diese Plattform zeichnet sich durch eine geringe Systembelastung aus und bietet eine nahtlose Einbindungsmöglichkeit. Es kann verschiedene Plugin-Kataloge unterstützen, darunter .NET-Assemblies, NuGet-Pakete sowie Roslyn-Skripte. Die Flexibilität dieses Frameworks ermöglicht es, eine breite Palette an Anwendungsfällen zu bedienen und die Erweiterungsfunktionalität auf mehreren Ebenen zu steigern.

Features:

- Einfache Integration in eine neue oder bestehende .NET Core-Anwendung
- Automatische Verwaltung von Abhängigkeiten
- Behandlung von plattformspezifischen Laufzeit-DLLs bei Verwendung von Nuget-packages

1.5 Beschreibung über die Durchführung der Diplomarbeit

Die Durchführung unserer Diplomarbeit kann in mehrere Phasen unterteilt werden, die im Folgenden detailliert beschrieben werden.

Phase 1: Vorbereitung und Recherche

Zu Beginn des Projekts haben wir regelmäßige Meetings abgehalten, um die notwendige Recherche für den praktischen Teil unserer Arbeit durchzuführen. Diese Treffen ermöglichten es uns, eine gemeinsame Grundlage für die zu bewertenden Kriterien und den damit verbundenen Forschungsaufwand zu schaffen.

Phase 2: Erstellung des Kriterienkatalogs

Nachdem wir genügend Informationen gesammelt hatten, fokussierten wir uns auf die Entwicklung eines Kriterienkatalogs. In dieser Phase teilten wir die Arbeit auf, wobei jeder von uns sich zwei Skriptsprachen aussuchte, um diese anhand des Kriterienkatalogs zu bewerten. Die regelmäßigen Meetings dienten als Checkpoints, um den Fortschritt zu überwachen und eventuelle Anpassungen am Kriterienkatalog vorzunehmen.

Phase 3: Programmierarbeit

Mit einem vollständigen Kriterienkatalog in der Hand begannen wir mit der Programmierung der Anwendung. Da wir bereits ein solides Verständnis der ausgewählten Skriptsprachen hatten, konnten wir effizient an der Umsetzung der praktischen Komponente unserer Diplomarbeit arbeiten.

Phase 4: Zwischenstand und Anpassungen

Während der Programmierphase hielten wir kurze, aber regelmäßige Meetings ab, um den aktuellen Stand der Arbeit zu besprechen. Diese Treffen ermöglichten es uns, eventuelle Herausforderungen oder Probleme frühzeitig zu identifizieren und entsprechend anzugehen.

Phase 5: Fertigstellung der Anwendung

Schließlich, nach mehreren Iterationen und Anpassungen, konnten wir unsere Beispielanwendung erfolgreich abschließen. Die finale Version erfüllte alle Kriterien, die in unserem Kriterienkatalog festgelegt waren, und diente als praktische Umsetzung der in der Diplomarbeit erworbenen Erkenntnisse.

1.6 Machbarkeitsnachweis (Beispielanwendung)

Unsere Beispielanwendung bietet Lehrer/innen eine Lösung zur automatisierten Notenberechnung. Anstatt sich auf vorgegebene Algorithmen oder Excel-Tabellen zu verlassen, können Lehrkräfte ihre eigenen individuellen Skripte direkt in die Anwendung hochladen. Diese Skripte können in vier verschiedenen Programmiersprachen verfasst sein (JavaScript, Lua, Ironpython und C#-Skript) und ermöglichen eine anpassbare Berechnung, die speziell auf die Anforderungen des jeweiligen Kurses zugeschnitten ist. Einmal hochgeladen, werden die Skripte zur Laufzeit ausgeführt, was eine flexible und zeitnahe Anpassung der Bewertungskriterien ermöglicht. Dies schafft eine hohe Genauigkeit in der Notenberechnung, die zu einer transparenten Bewertung der Schülerleistungen beiträgt.

Unsere Anwendung dient als Demonstrationswerkzeug und zeigt, wie individuelle Skripte zur Laufzeit in ein System integriert werden können. Im Kontext unserer Anwendung ermöglichen wir Lehrpersonen, eigene Skript-Files zur Notenberechnung hochzuladen und anzuwenden.

Zielsetzung

Das Hauptziel dieser Beispielanwendung ist es, die Machbarkeit und Flexibilität der Laufzeitintegration von Skripten darzustellen. Sie richtet sich an Entwickler/innen, Bildungseinrichtungen und alle, die an anpassbaren Softwarelösungen interessiert sind.

In diesem Fall dient die Anwendung primär als Machbarkeitsnachweis für die Laufzeitintegration von benutzerdefinierten Skripten in Softwareanwendungen. Durch die Möglichkeit, individuelle Skripte zur Laufzeit zu integrieren und auszuführen, wollen wir zeigen, dass eine solche Technologie nicht nur realisierbar, sondern auch in verschiedenen Anwendungsbereichen, einschließlich des Bildungswesens, vielseitig einsetzbar ist. Dieses Projekt soll als Grundlage für zukünftige Entwicklungen dienen, die diese Technik in voll funktionsfähigen, benutzerorientierten Lösungen implementieren könnten. Es geht also nicht darum, eine marktreife Produktlösung zu präsentieren, sondern vielmehr die technologischen Möglichkeiten und die damit verbundene Flexibilität dieses Ansatzes zu veranschaulichen.

Funktionalitäten

Hochladen von Benutzerskripten:

- Nutzer/innen können ein eigenes Skript in der unterstützten Skriptsprache hochladen. Dieses dient als Basis für die individuelle Notenberechnung.

Speicherung in der Datenbank:

- Nach der Übermittlung wird das Skript in unserer Datenbank gespeichert, was zukünftigen Zugriff und Wiederverwendung ermöglicht.

Dynamische Ausführung:

- Das hochgeladene Skript wird zur Laufzeit interpretiert und angewandt, um die Noten der Schüler/innen gemäß den im Skript festgelegten Kriterien zu berechnen.

Ergebnisvisualisierung:

- Die berechneten Noten werden übersichtlich dargestellt und können für weitere Analysen gespeichert werden.

2 Evaluierung von Skriptsprachen

2.1 Auswahl der Skriptsprachen

Die Wahl der Scriptsprachen wurde auf Grund einer intensiven Internet-Recherchen und Fachgesprächen mit Mitschüler*innen und Professor*innen gefällt.

Folgende Scriptsprachen wurden gewählt:

2.1.1 Lua

Lua ist eine extrem schnelle Programmiersprache, die für ihre hohe Ausführungsgeschwindigkeit geschätzt wird. Diese Schnelligkeit, kombiniert mit dem geringen Speicherbedarf der Sprache, macht sie ideal für ressourcenbeschränkte Umgebungen und eingebettete Systeme. Lua bietet eine "Out-of-the-Box"-Nutzbarkeit, die es Entwicklern ermöglicht, sofort nach der Installation loszulegen, ohne sich um eine Vielzahl von Abhängigkeiten kümmern zu müssen. Ihre Einbettbarkeit ist ein weiteres Kernelement, das sie besonders attraktiv für Softwareprojekte macht, die eine integrierte Skriptsprache benötigen. Besonders in der Spieleindustrie hat Lua sich als beliebte Wahl für das Scripting etabliert. Hier ermöglicht es Entwicklern, schnell interaktive und flexible Spielmechanismen zu implementieren, ohne die Hauptspiellogik zu beeinträchtigen. Als Open-Source-Software steht Lua zudem einer breiten Entwicklergemeinschaft zur Verfügung, die zur kontinuierlichen Verbesserung und Erweiterung der Sprache beiträgt. All diese Aspekte machen Lua zu einer vielseitigen und kraftvollen Option für eine Reihe von Anwendungen, insbesondere für das Scripting in Videospielen, wie in "World of Warcraft" oder "Roblox".

2.1.2 IronPython

IronPython ist eine Implementierung der Python-Programmiersprache, die auf dem .NET-Framework aufbaut, nicht auf der Java Virtual Machine (JVM). In Bezug auf Schnelligkeit kann IronPython, je nach Anwendungsfall, sowohl Vorteile als auch Nachteile gegenüber der standardmäßigen CPython-Implementierung haben. Da es auf dem .NET Framework basiert, kann es schneller sein, wenn es darum geht, mit anderen .NET-Anwendungen oder Bibliotheken zu interagieren. Beim Speicherverbrauch ist IronPython in der Regel nicht so effizient wie CPython, da das .NET-Framework mehr Overhead haben kann. Einer der größten Vorteile von IronPython ist seine Dynamik. Durch die Nutzung der Dynamic Language Runtime (DLR) von .NET kann IronPython dynamische Typen und späte Bindungen effizienter verwalten als einige andere Implementierungen. Dies ermöglicht eine enge Integration mit .NET-Bibliotheken und erleichtert die schnelle Entwicklung und Iteration von Code.

2.1.3 Csharpscript

CSharpScript ist eine Bibliothek, die die Ausführung von Csharp-Skripten ermöglicht, und stellt eine flexible Möglichkeit dar, Csharp-Code dynamisch auszuführen. Einer der großen Vorteile von CSharpScript ist, dass es sowohl in gehosteten als auch in eigenständigen Ausführungsmodellen eingesetzt werden kann. In einem gehosteten Modell kann das Skript innerhalb einer bestehenden Anwendung laufen und Objekte und Funktionen der Anwendung nutzen oder modifizieren. In einem eigenständigen Modell kann das Skript als unabhängige Anwendung ausgeführt werden. Ein weiteres wichtiges Merkmal ist die Kompatibilität mit .NET 5/Core und höheren Versionen. Dies ermöglicht eine bessere Leistung, erweiterte APIs und die Möglichkeit, plattformübergreifende Anwendungen zu entwickeln. Die Bibliothek stellt eine robuste Schnittstelle bereit, die die Integration von Csharp-Skripten in eine Vielzahl von Anwendungsdomänen vereinfacht.

2.1.4 Javascript

JavaScript ist eine äußerst populäre und vielseitige Programmiersprache, die vor allem in der Webentwicklung eingesetzt wird. Sie zeichnet sich durch ihre Einfachheit und Benutzerfreundlichkeit aus, was sie besonders für Einsteiger attraktiv macht. Die Sprache ist intuitiv aufgebaut, sodass die grundlegenden Konzepte schnell verstanden und angewendet werden können. Ein weiterer Vorteil ist, dass alle modernen Webbrowser eine JavaScript-Engine integriert haben. Dies ermöglicht es Entwicklern, Code unmittelbar im Browser auszuführen und zu testen, ohne zusätzliche Software installieren zu müssen. In Bezug auf die Sicherheit bietet JavaScript zwar einige Mechanismen, wie die Ausführung in einer Sandbox-Umgebung, um den Zugriff auf das Betriebssystem des Nutzers zu beschränken. Allerdings ist es wichtig, die Risiken von Cross-Site-Scripting (XSS) zu berücksichtigen, einer Art von Angriff, der durch schlecht geschützte JavaScript-Code ermöglicht wird. Daher ist es essentiell, bewährte Sicherheitspraktiken anzuwenden, um solche Schwachstellen zu minimieren. Insgesamt bietet JavaScript eine ausgewogene Mischung aus Benutzerfreundlichkeit, Intuitivität und Funktionalität, allerdings müssen Entwickler stets wachsam in Bezug auf Sicherheitsrisiken wie XSS sein.

2.2 Kriterienkatalog

Jede der untersuchten Sprachen hat ihre eigenen Vor- und Nachteile, und die Auswahl der besten Option kann je nach Projektanforderungen variieren. In diesem Abschnitt betrachten wir diese vier Sprachen im Kontext von .NET unter verschiedenen Aspekten:

- Aktivität der Entwicklung:
 - Wie lebendig und aktiv ist die Community hinter der Sprache?
 - Wie oft werden Updates veröffentlicht, und wie gut ist die Dokumentation?
- Funktionalität:
 - Welche Features bietet die Sprache, und wie reichhaltig ist ihr Ökosystem?
 - Gibt es umfangreiche Bibliotheken, die die Entwicklung erleichtern?
- Einsetzbarkeit:
 - Wie einfach lässt sich die Sprache in bestehende oder neue .NET-Projekte integrieren?
 - Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein, und wie komplex ist die Integration?
- Performance:
 - Wie steht es um die Laufzeit-Performance des Codes?
 - Inwiefern beeinflusst die Wahl der Sprache die Geschwindigkeit und Ressourceneffizienz der fertigen Anwendung?
- Debugging:
 - Welche Möglichkeiten bietet die Sprache für das Debugging von Code?
 - Wie effektiv lassen sich Fehler finden und beheben, und welche Werkzeuge stehen zur Verfügung?

Alle Daten wurden auf zwei unterschiedlichen Geräten gemessen.

Die Daten für IronPython und Lua wurden auf

PC A unter folgenden Voraussetzungen gemessen:

- Gerätspezifikationen:

Hersteller	HP
Gerätname	LAPTOP-5U1879KR
Prozessor	Intel(R) Core(TM) i5-8265U CPU @ 1.60GHz 1.80 GHz
Installierter RAM	8.00 GB (7.89 GB verwendbar)
Produkt-ID	00325-81357-65742-AAOEM
Systemtyp	64-Bit-Betriebssystem, x64-basierter Prozessor

- Betriebssystem:

Edition	Windows 11 Home
Version	21H2
Installiert am	24.11.2021
Betriebssystembuild	220.001.098
Leistung	Windows Feature Experience Pack 1000.22000.1098.0

Die Daten für Csharpscript und Javascript wurden auf PC B unter folgenden Voraussetzungen gemessen:

- Gerätspezifikationen:

Hersteller	Selber Gebaut
Gerätname	PC-Philipp
Prozessor	AMD Ryzen 5 1600 Six-Core Processor 3.20 GHz
Installierter RAM	16.00 GB
Produkt-ID	00330-80000- 00000-AA542
Systemtyp	64-Bit- Betriebssystem, x64-basierter Prozessor

- Betriebssystem:

Edition	Windows 10 Pro
Version	22H2
Installiert am	17.08.2020
Betriebssystembuild	19045.3393
Leistung	Windows Feature Experience Pack 1000.19044.1000.0

2.2.1 Aktivität der Entwicklung

In der nachfolgenden Tabelle wird dargestellt, wie intensiv die Entwicklerteams an den unterschiedlichen Scriptsprachen arbeiten und ob diese auch die Nuget-Pakete entwickeln.

Aktivität	IronPython	Lua	CsharpScripting	Javascript
Commits in den letzten 10 Monaten	179	27	702	1153
Nuget-Packages vom Sprachentwicklerteam selber	Nein	Nein	Ja	Nein
Releases in den letzten 10 Monaten	2 (2.7.1 und 3.4.0-beta1)	1 (v5.4.4)	v4.0.0 und höher	v4.6.2 (und höher)
Unterstützt aktuelle major Versionen von Scriptsprache	Ja	Ja	Ja	Ja
Unterstützt aktuelle Versionen von .NET	Ja	Ja	Ja	Ja

2.2.2 Einsetzbarkeit

Die folgende Tabelle stellt dar, auf welchen Betriebssystemen die verschiedenen Scriptsprachen mit .NET lauffähig sind.

Einsetzbarkeit	IronPython	Lua	CsharpScripting	Javascript
Auf Windows lauffähig	Ja	Ja	Ja	Ja
Auf MAC lauffähig	Ja	Ja	Ja	Ja
Auf Linux lauffähig	Ja	Ja	Ja	Ja

2.2.3 Performance

Der Speicherplatz wurde aus dem Windows-File-Explorer entnommen. Die Geschwindigkeitsmessungen erfolgten mit Dotnet-Benchmark.

DotNetBenchmark ist nicht eine standardisierte Bibliothek oder ein offizielles Werkzeug, aber der Begriff könnte in der Kontext von .NET-Entwicklung für Benchmarking-Tests verwendet werden. In der Regel wird BenchmarkDotNet als die vorherrschende Bibliothek für das Benchmarking in der .NET-Umgebung angesehen. Es ermöglicht Entwicklern, die Leistung von .NET-Code einfach und genau zu messen. Mit BenchmarkDotNet können Microbenchmarks durchgeführt werden, die sehr spezifische Aspekte des Codes testen, wie zum Beispiel die Ausführungszeit einer Methode. Als eine einfache Anwendung wird ein Programm genommen, dass eine Funktion aufruft, welche 42 zurück gibt und dies anschließend auf die Konsole ausgibt.

Performance	IronPython	Lua	CsharpScripting	Javascript
Speicher einer einfachen Anwendung	13 MB	7.3 MB	168 KB	416 KB
Durchschnittliche Laufzeit einer einfachen Anwendung	137.118 μs	8.088 μs	39.59 ms	128.14 ms
Durchschnittliche Laufzeit einer Additionsfunktion	2340.688 μs	10.053 μs	39.59 ms	29.77 ms
Durchschnittliche Laufzeit von Übergabe eines .NET-Objekts	9054.007 μs	7548.497 μs	66.72 ms	46.27

Es folgen nun die Resultate von Dotnet-Benchmark.

Für:

- Lua und IronPython

Method	Mean	Error	StdDev
TestIronPython	137.118 μs	7.5278 μs	21.959 μs
TestIronPythonSum	2,340.688 μs	71.9924 μs	208.863 μs
TestLua	8.088 μs	0.3702 μs	1.020 μs
TestLuaSum	10.053 μs	0.4560 μs	1.330 μs
TestLua-PassDotNetObject-AndCallFunction	7,548.497 μs	1,258.6385 μs	3,711.124 μs
TestIronPython-PassDotNetObject-AndCallFunction	9,054.007 μs	471.9551 μs	1,346.514 μs

—

- Csharpscript

Method	Mean	Error	StdDev
TestCSharpSimple	39.59 ms	0.354 ms	0.331 ms
TestCSharpSum	39.56 ms	0.321 ms	0.301 ms
TestCSharp- Objects	66.72 ms	0.875 ms	0.819 ms

—

- Javascript

Method	Mean	Error	StdDev
TestJavascriptSimple	128.14 ms	1,102.64 ms	286.35 ms
TestJavaScriptSum	29.77 ms	255.31 ms	66.30 ms
TestJavascript-DotNetObjects	46.27 ms	397.72 ms	103.29 ms

—

2.2.4 Funktionalität

In der nachfolgenden Tabelle sind die Recherche-Ergebnisse hinsichtlich der Funktionalität der Scriptsprachen in .NET dargestellt. Die Informationen wurden aus den offiziellen Webseiten der Nuget-Pakete entnommen.

Funktion	IronPython	Lua	CsharpScripting	Javascript
Kann auf .NET Variablen zugreifen	Ja	Ja	Ja	Ja
Kann globale Variablen	Ja	Ja	Ja	Ja
Unterstützt Erweiterungspakete der Scriptsprache	Ja (nicht numpy und pandas!)	Ja	Ja	Ja

2.2.5 Debugging

In der nachfolgenden Tabelle ist dargestellt, welche Art des Debugging bei welcher Scriptsprache möglich ist.

Debugging	IronPython	Lua	CsharpScripting	Javascript
Debugging durch Ausgabe auf der Konsole	Ja	Ja	Ja	Ja
Debugging mit Break Points in Visual Studio	Ja	Nein	Nein	Nein
Debugging mit Break Points in Visual Studio Code	Ja	Nein	Nein	Nein

Es folgen nun Screenshots, um zu beweisen, dass die Angaben stimmen.

- Der Beweis für das Debugging mit NLua:

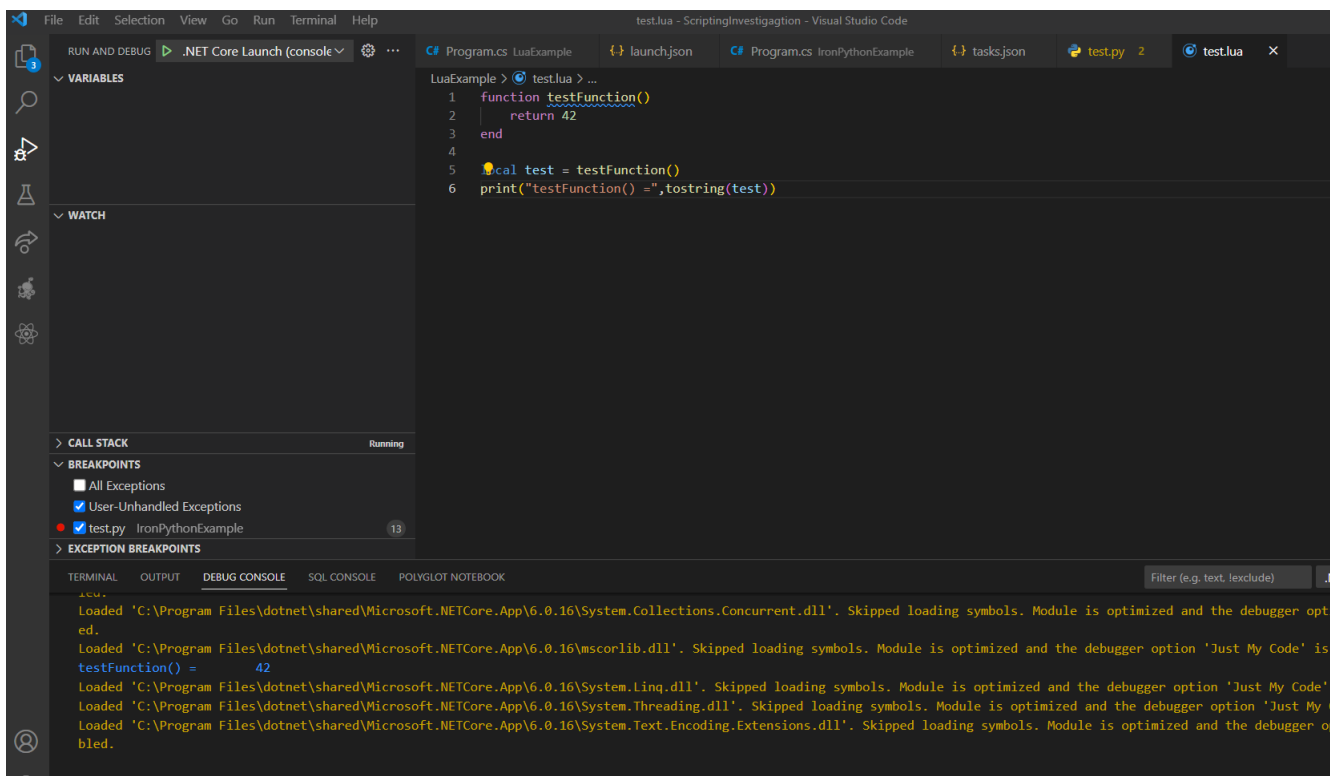


Abbildung 1: Lua-Konsolenausgabe

- Die Beweise für das Debugging mit IronPython:

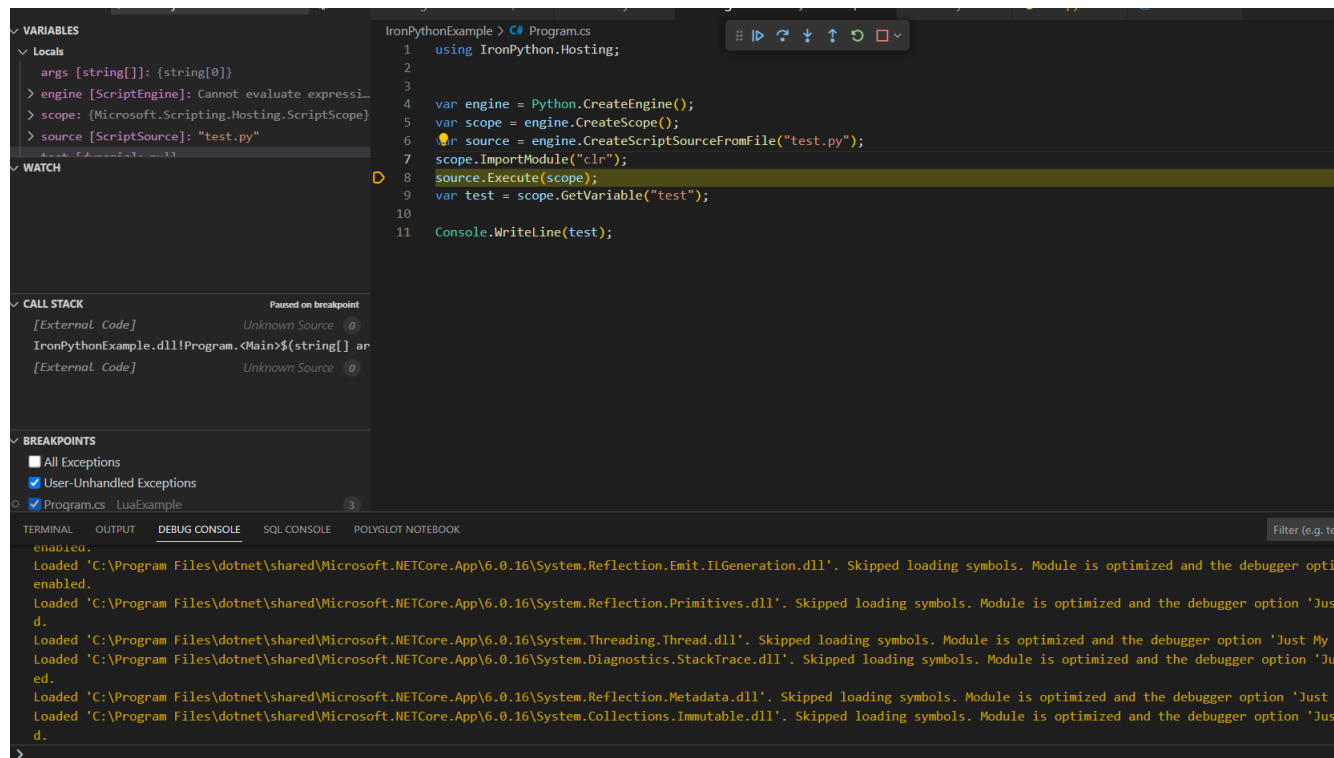


Abbildung 2: IronPython-VSCode-Breakpoint1

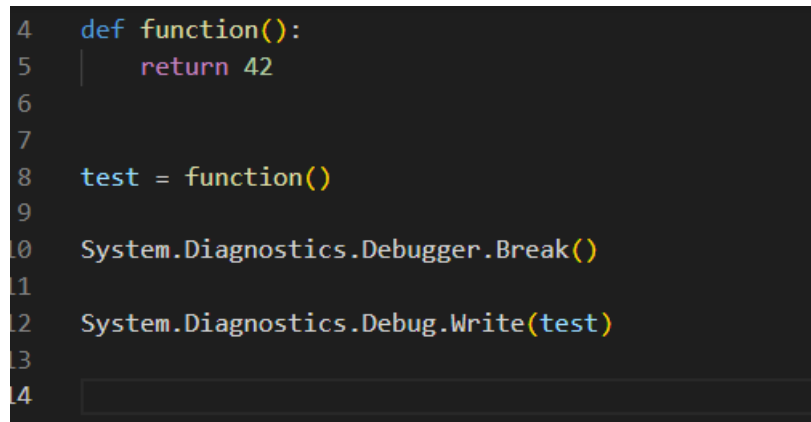


Abbildung 3: IronPython-VSCode-Breakpoint2

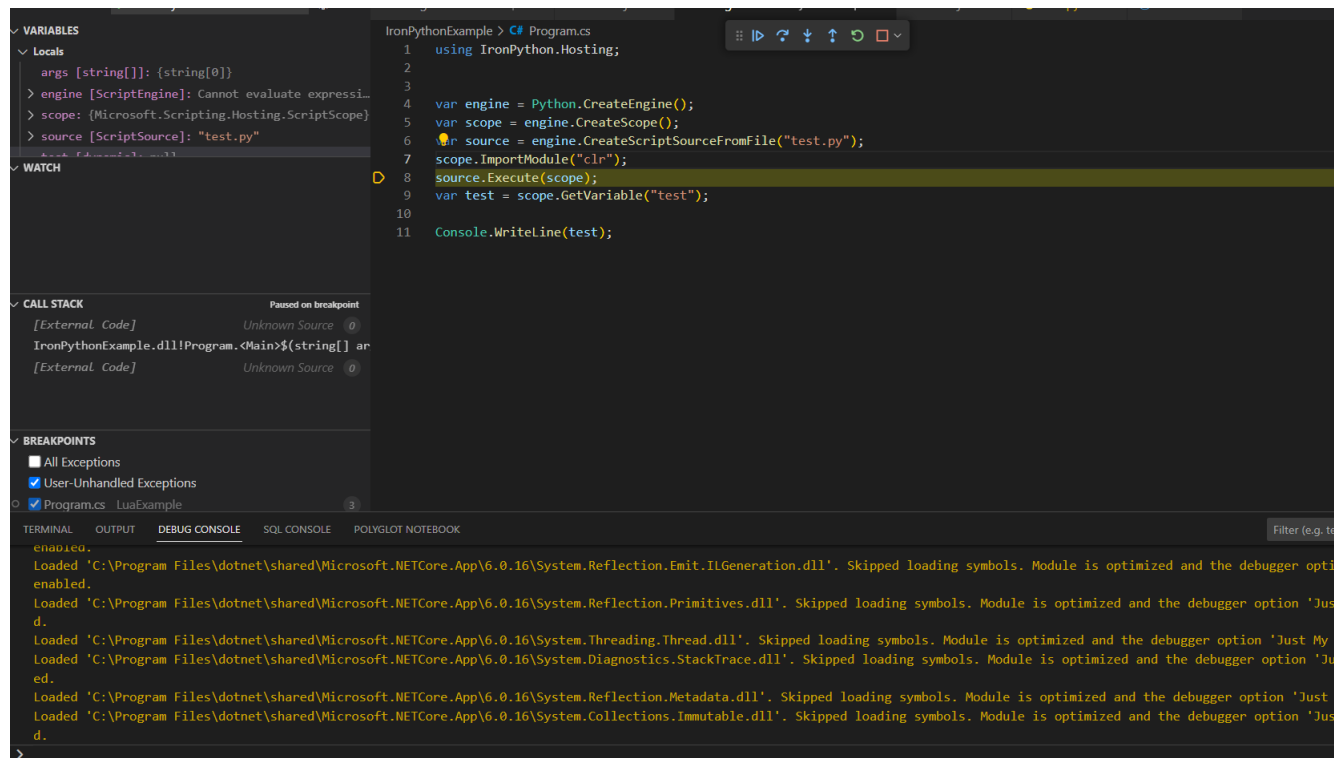


Abbildung 4: IronPython-VSCode-Breakpoint1

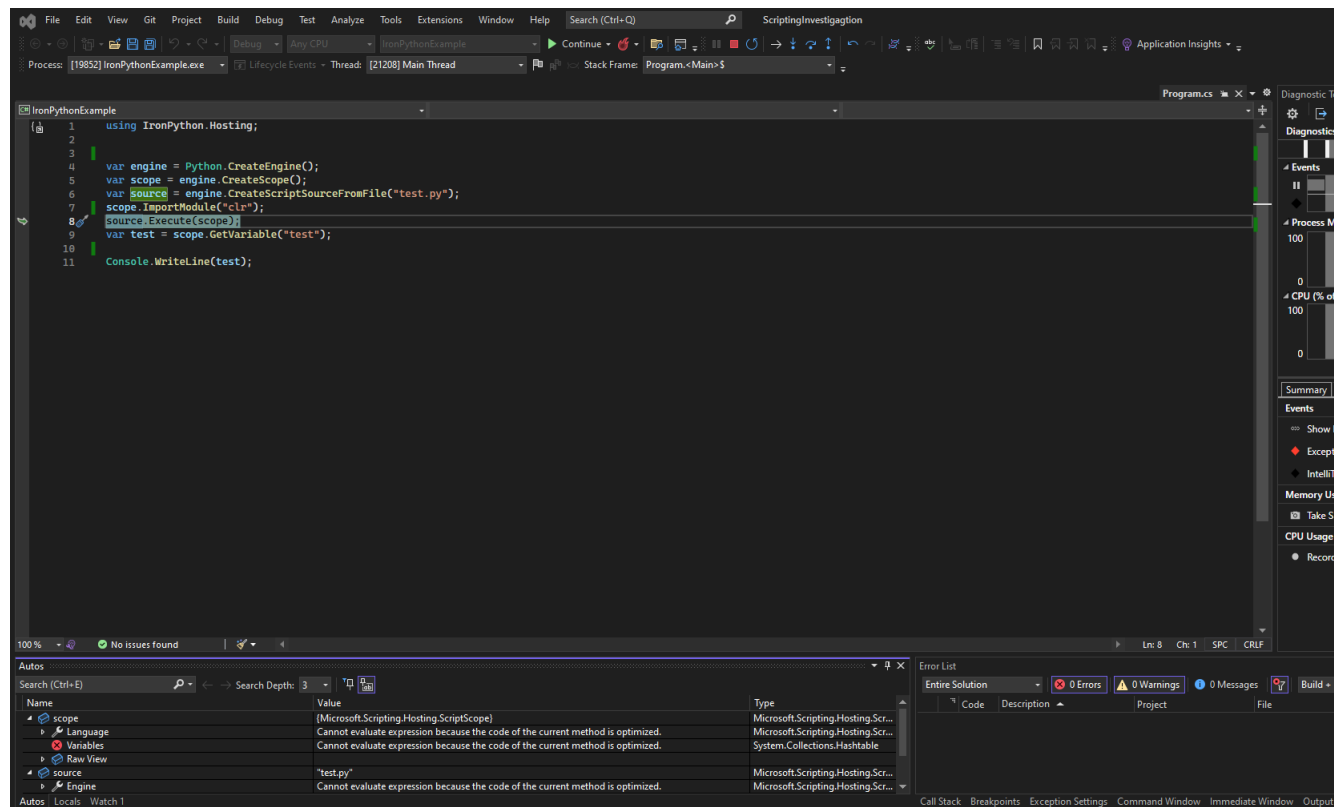


Abbildung 5: IronPython-VS-Breakpoint1

```
import clr
import System

def function():
    return 42

test = function()

System.Diagnostics.Debugger.Break()

System.Diagnostics.Debug.Write(test)
```

Abbildung 6: IronPython-VSBreakpoint2

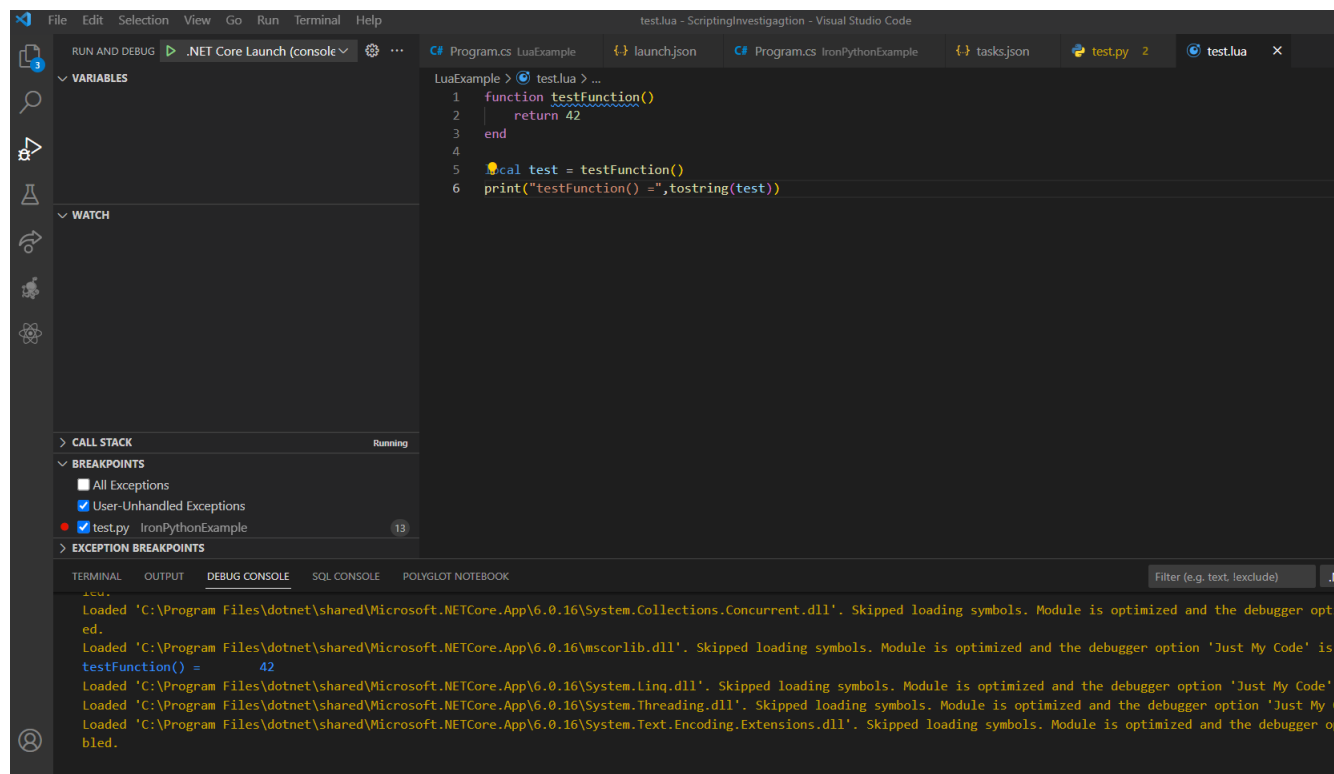


Abbildung 7: IronPython-Konsolenausgabe

3 Anwendung (Praxisteil)

3.1 Verwendete Technologien

Zur Realisierung der Beispielanwendung wurden folgende Technologien verwendet:

Docker

- Docker
 - Docker ist eine Open-Source-Plattform, die es Entwicklern ermöglicht, Anwendungen in Containern zu erstellen und zu betreiben. Ein Container ist eine eigenständige, isolierte Einheit, die alles enthält, was eine Anwendung zur Ausführung benötigt, einschließlich Code, Laufzeitumgebung, Systembibliotheken und -tools. Docker vereinfacht die Bereitstellung und den Betrieb von Anwendungen, da es eine konsistente Umgebung bietet, die über verschiedene Systeme und Cloud-Dienste hinweg gleich bleibt.
- Docker-Compose
 - Docker Compose ist ein Tool für die Definition und Verwaltung von Multi-Container-Docker-Anwendungen. Es ermöglicht Entwicklern, eine `docker-compose.yml` Datei zu verwenden, in der sie die Dienste, Netzwerke und Volumes der Anwendung definieren können. Durch Ausführen eines einzigen `docker-compose up` Befehls können alle Dienste und Abhängigkeiten in der Reihenfolge gestartet werden, wie sie in der YAML-Datei definiert sind. Das Tool ist besonders nützlich für die Orchestrierung von Microservices und komplexen Anwendungen.

- ASP.NET
 - ASP.NET ist ein Web-Framework von Microsoft, das für die Entwicklung von Webseiten, Webanwendungen und Webdiensten verwendet wird. Es ist in der .NET-Plattform eingebettet und bietet eine Reihe von Bibliotheken und Tools für die schnelle und effiziente Entwicklung. ASP.NET kann mit verschiedenen Programmiersprachen wie Csharp, Fsharp und VB.NET verwendet werden. Es unterstützt sowohl MVC (Model-View-Controller) als auch Web API, was es zu einer vielseitigen Wahl für viele Arten von Webprojekten macht.
- AutoMapper
 - AutoMapper ist eine Open-Source-Bibliothek für die objekt-orientierte Programmierung, die automatische Zuordnungen zwischen zwei Objekten unterschiedlichen Typs ermöglicht. Es wird oft in Csharp-Projekten und im Kontext von .NET-Anwendungen verwendet. Durch die Verwendung von Konventionen statt der expliziten Konfiguration kann AutoMapper den Boilerplate-Code reduzieren, der normalerweise erforderlich ist, um Daten von einem Datenmodell in ein anderes zu übertragen. Es ist besonders nützlich in Szenarien wie dem Mapping zwischen Datenzugriffsobjekten (DAOs) und Data Transfer Objects (DTOs).

3.2 Aufbau

Um einen Überblick über die Beispielanwendung zu erhalten folgt nun ein Komponentendiagramm:

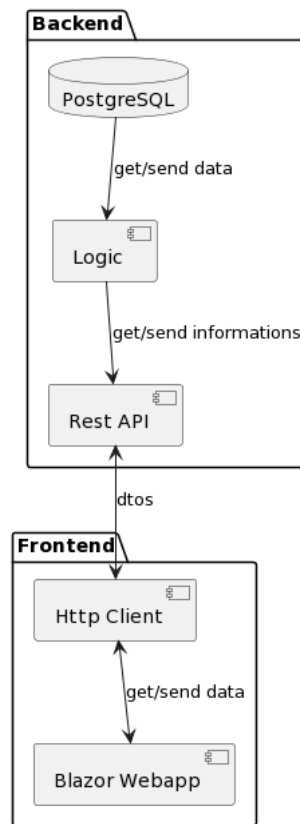


Abbildung 8: Komponenten – UML Diagramm

Damit der Aufbau der .NET-Solution noch klarer wird ist nun die YAML-Datei dargestellt:

```

1  version: '3.8'
2  services:
3    grades_db:
4      image: postgres
5      ports:
6        - 5432:5432
7      environment:
8        POSTGRES_PASSWORD: postgres
9        POSTGRES_USER: postgres
10       POSTGRES_DB: GradeDb
11     healthcheck:
12       test: ["CMD-SHELL", "sh -c 'pg_isready -U postgres -d
13           GradeDb'"]
14       interval: 10s
15       timeout: 3s
16       retries: 55
17     grades_backend:
18       container_name: ${DOCKER_REGISTRY-}grades_backend
19       image: grades_backend
20       privileged: true
21       ports:
22         - 5000:80
23       environment:
24         - ASPNETCORE_ENVIRONMENT=Development
25         -
26           ConnectionStrings__DefaultConnection=UserID=postgres;Password=postgres;
27           Security=true;Pooling=true;" ,
28     build:
29       context: .
30       dockerfile: ./API/Dockerfile
31     depends_on:
32       grades_db:
33         condition: service_healthy
34     grades_web:
35       image: ${DOCKER_REGISTRY-}grades_web
36       container_name: grades_web
37       volumes:
38         - /Client:/Client
39       ports:
40         - 8080:80
41       environment:
42         - ASPNETCORE_ENVIRONMENT=Development
43     build:
44       context: .
45       dockerfile: ./Client/Dockerfile
46     depends_on:
47       - grades_backend

```


Die verwendeten Entitäten und ihre Relationen im Backend sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

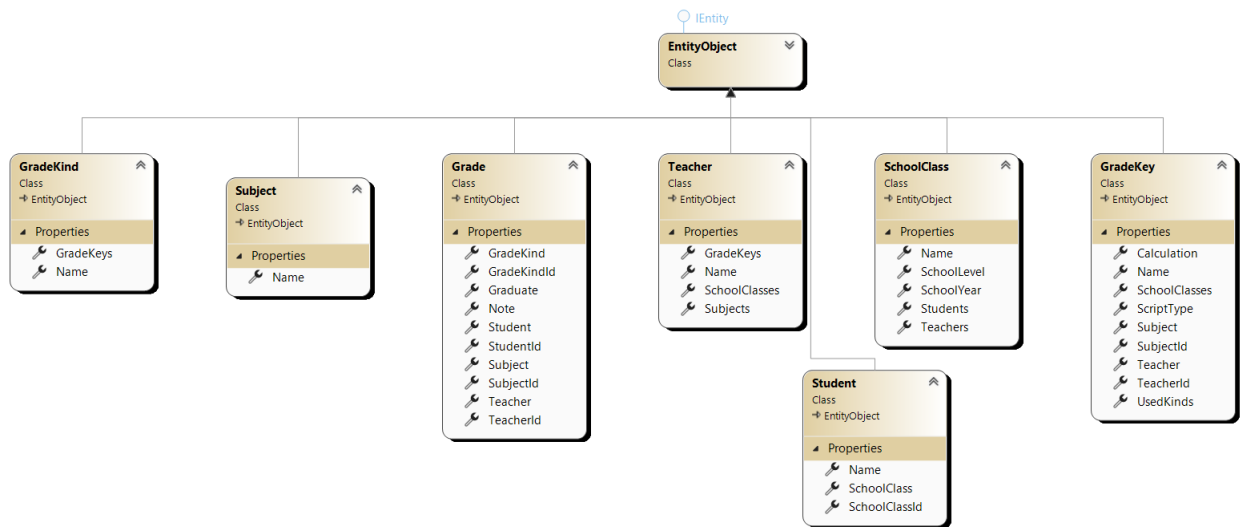


Abbildung 9: Entitäten – UML Diagramm

Es gibt viele Möglichkeiten Skripte in eine Anwendung zu importieren. Eine Möglichkeit ist die Skripte als Datei zu importieren. Anstatt alle benötigten Daten direkt in den Code einzubetten oder sie manuell über die Befehlszeile einzugeben, können Entwickler eine oder mehrere Dateien als Input verwenden, die das Skript dann liest und verarbeitet.

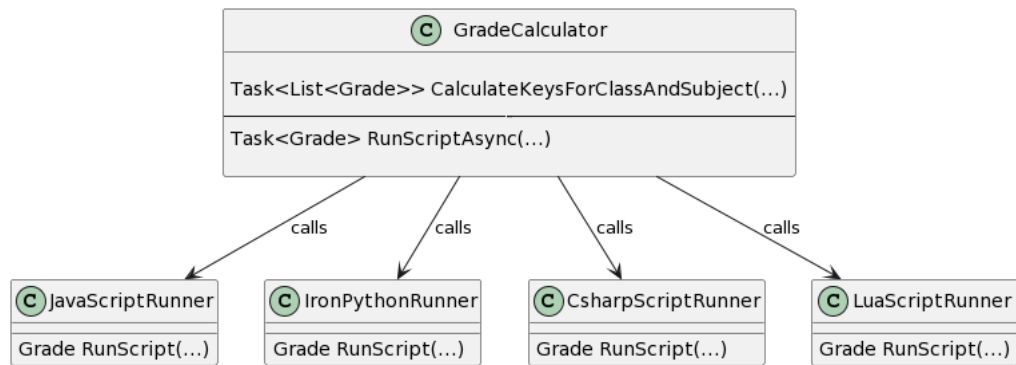


Abbildung 10: Logic Overview

Im folgenden Abschnitt werden einige Code-Ausschnitte betrachtet, die zeigen, wie man solche Datei-Übergaben in den untersuchten Scriptsprachen realisieren kann.

Listing 3: Code for Javascript

```

1      public class JavascriptRunner
2      {
3          public Grade RunScript(GradeKey key, List<Grade> grades)
4          {
5              var engine = new JintJsEngine();
6              Grade result = new Grade();
7              List<string>? logs = new List<string>();
8
9              try
10             {
11                 // Definiere eine Variable im JavaScript-Code, um die
12                 // console.log-Ausgaben zu speichern
13                 engine.Execute("var consoleOutput = [];");
14
15                 // Definiere die console.log-Funktion im JavaScript-Code
16                 engine.Execute(@"
17                     var console = {
18                         log: function() {
19                             consoleOutput.push(Array.from(arguments).join('
20                                 '));
21                         }
22                     };
23
24                 var gradeKindsList = JsonConvert.SerializeObject(key.UsedKinds);
25                 var gradesList = JsonConvert.SerializeObject(grades);
26
27                 engine.SetVariableValue("gradeKindsList", gradeKindsList);
28                 engine.SetVariableValue("gradesList", gradesList);
29
30                 if (key.Calculation != null)
31                 {
32                     engine.Execute(key.Calculation);
33                 }
34
35                 //Die Ausgabe der console.log-Anweisungen als JSON-String
36                 string jsonOutput =
37                     engine.Evaluate<string>("JSON.stringify(consoleOutput)");
38
39                 // Konvertiere den JSON-String in eine Liste von strings
40                 if (jsonOutput != null)
41                 {
42                     logs = JsonConvert.DeserializeObject<List<string>>(jsonOutput);
43
44                     if (logs != null)
45                     {
46                         DisplayOutput(logs);
47                     }
48                 }
49
50                 // Get Return from Script
51                 var resultGrade = engine.GetVariableValue("result");
52
53                 result.Teacher = key.Teacher;
54                 result.Graduate = Convert.ToInt32(resultGrade);
55             }
56             catch (Exception)
57             {
58                 result.Teacher = null;
59                 result.Graduate = 0;
60             }
61             return result;
62         }
63
64         private static void DisplayOutput(List<string> logs)
65         {
66             foreach (string output in logs)
67             {
68                 Debug.WriteLine(output);
69             }
70         }

```

Listing 4: Code for NLua

```
1      /// <summary>
2      /// Runs lua-scripts
3      /// </summary>
4      public class LuaScriptRunner
5      {
6          private readonly Lua state;
7
8          public LuaScriptRunner()
9          {
10             this.state = new Lua();
11          }
12
13          public Grade RunScript(GradeKey key, List<Grade> grades)
14          {
15              if (key.Calculation == string.Empty || key.UsedKinds == null || grades
16                  == null)
17              {
18                  throw new NullReferenceException("Not enough information for
19                      Calculation");
20              }
21
22              var code = key.Calculation;
23
24              var result = new Grade();
25              try
26              {
27                  state.DoString(code);
28                  state.LoadCLRPackage();
29                  state["grades"] = grades;
30                  state.DoString(@"graduate = calculate()");
31                  result.Teacher = key.Teacher;
32                  var gr = state["graduate"];
33                  if (gr != null)
34                  {
35                      result.Graduate = Convert.ToInt32(gr);
36                  }
37              }
38              catch (Exception)
39              {
40                  throw;
41              }
42
43              return result;
44          }
45      }
```

Listing 5: Code for CsharpScripting

```
1      public class CsScriptRunner
2      {
3          public static Grade RunScript(GradeKey key, List<Grade> grades)
4          {
5              var result = new Grade();
6
7              // StringWriter erstellen, um die Ausgabe des Skripts zu erfassen
8              StringWriter sw = new StringWriter();
9
10             // Console.Out umleiten
11             TextWriter originalOut = Console.Out;
12             Console.SetOut(sw);
13             try
14             {
15                 dynamic script = CSScript.Evaluator
16                     .ReferenceAssemblyOf(typeof(GradeKey))
17                     .ReferenceAssemblyOf(typeof(Grade))
18                     .CompileCode(key.Calculation)
19                     .CreateObject("*");
20
21                 var res = script.Calculate(key, grades);
22                 result.Teacher = key.Teacher;
23                 result.Graduate = Convert.ToInt32(res);
24
25             }
26             catch (Exception)
27             {
28                 result.Teacher = null;
29                 result.Graduate = 0;
30             }
31             finally
32             {
33                 // Output ausgeben
34                 Debug.WriteLine(sw);
35             }
36
37             return result;
38         }
39     }
```

4 Technologien

4.1 Foo

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Donec odio elit, dictum in, hendrerit sit amet, egestas sed, leo. Praesent feugiat

sapien aliquet odio. Integer vitae justo. Aliquam vestibulum fringilla lorem. Sed neque lectus, consectetur at, consectetur sed, eleifend ac, lectus. Nulla facilisi. Pellentesque eget lectus. Proin eu metus. Sed porttitor. In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse eu lectus. Ut mi mi, lacinia sit amet, placerat et, mollis vitae, dui. Sed ante tellus, tristique ut, iaculis eu, malesuada ac, dui. Mauris nibh leo, facilisis non, adipiscing quis, ultrices a, dui.

Morbi luctus, wisi viverra faucibus pretium, nibh est placerat odio, nec commodo wisi enim eget quam. Quisque libero justo, consectetur a, feugiat vitae, porttitor eu, libero. Suspendisse sed mauris vitae elit sollicitudin malesuada. Maecenas ultricies eros sit amet ante. Ut venenatis velit. Maecenas sed mi eget dui varius euismod. Phasellus aliquet volutpat odio. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Pellentesque sit amet pede ac sem eleifend consectetur. Nullam elementum, urna vel imperdiet sodales, elit ipsum pharetra ligula, ac pretium ante justo a nulla. Curabitur tristique arcu eu metus. Vestibulum lectus. Proin mauris. Proin eu nunc eu urna hendrerit faucibus. Aliquam auctor, pede consequat laoreet varius, eros tellus scelerisque quam, pellentesque hendrerit ipsum dolor sed augue. Nulla nec lacus.

Suspendisse vitae elit. Aliquam arcu neque, ornare in, ullamcorper quis, commodo eu, libero. Fusce sagittis erat at erat tristique mollis. Maecenas sapien libero, molestie et, lobortis in, sodales eget, dui. Morbi ultrices rutrum lorem. Nam elementum ullamcorper leo. Morbi dui. Aliquam sagittis. Nunc placerat. Pellentesque tristique sodales est. Maecenas imperdiet lacinia velit. Cras non urna. Morbi eros pede, suscipit ac, varius vel, egestas non, eros. Praesent malesuada, diam id pretium elementum, eros sem dictum tortor, vel consectetur odio sem sed wisi.

Sed feugiat. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Ut pellentesque augue sed urna. Vestibulum diam eros, fringilla et, consectetur eu, nonummy id, sapien. Nullam at lectus. In sagittis ultrices mauris. Curabitur malesuada erat sit amet massa. Fusce blandit. Aliquam erat volutpat. Aliquam euismod. Aenean vel lectus. Nunc imperdiet justo nec dolor.

Etiam euismod. Fusce facilisis lacinia dui. Suspendisse potenti. In mi erat, cursus id, nonummy sed, ullamcorper eget, sapien. Praesent pretium, magna in eleifend egestas, pede pede pretium lorem, quis consectetur tortor sapien facilisis magna. Mauris quis magna varius nulla scelerisque imperdiet. Aliquam non quam. Aliquam porttitor quam a lacus. Praesent vel arcu ut tortor cursus volutpat. In vitae pede quis diam bibendum

placerat. Fusce elementum convallis neque. Sed dolor orci, scelerisque ac, dapibus nec, ultricies ut, mi. Duis nec dui quis leo sagittis commodo.

4.2 Bar

Etiam euismod. Fusce facilisis lacinia dui. Suspendisse potenti. In mi erat, cursus id, nonummy sed, ullamcorper eget, sapien. Praesent pretium, magna in eleifend egestas, pede pede pretium lorem, quis consectetur tortor sapien facilisis magna. Mauris quis magna varius nulla scelerisque imperdiet. Aliquam non quam. Aliquam porttitor quam a lacus. Praesent vel arcu ut tortor cursus volutpat. In vitae pede quis diam bibendum placerat. Fusce elementum convallis neque. Sed dolor orci, scelerisque ac, dapibus nec, ultricies ut, mi. Duis nec dui quis leo sagittis commodo.

Aliquam lectus. Vivamus leo. Quisque ornare tellus ullamcorper nulla. Mauris porttitor pharetra tortor. Sed fringilla justo sed mauris. Mauris tellus. Sed non leo. Nullam elementum, magna in cursus sodales, augue est scelerisque sapien, venenatis congue nulla arcu et pede. Ut suscipit enim vel sapien. Donec congue. Maecenas urna mi, suscipit in, placerat ut, vestibulum ut, massa. Fusce ultrices nulla et nisl.

Etiam ac leo a risus tristique nonummy. Donec dignissim tincidunt nulla. Vestibulum rhoncus molestie odio. Sed lobortis, justo et pretium lobortis, mauris turpis condimentum augue, nec ultricies nibh arcu pretium enim. Nunc purus neque, placerat id, imperdiet sed, pellentesque nec, nisl. Vestibulum imperdiet neque non sem accumsan laoreet. In hac habitasse platea dictumst. Etiam condimentum facilisis libero. Suspendisse in elit quis nisl aliquam dapibus. Pellentesque auctor sapien. Sed egestas sapien nec lectus. Pellentesque vel dui vel neque bibendum viverra. Aliquam porttitor nisl nec pede. Proin mattis libero vel turpis. Donec rutrum mauris et libero. Proin euismod porta felis. Nam lobortis, metus quis elementum commodo, nunc lectus elementum mauris, eget vulputate ligula tellus eu neque. Vivamus eu dolor.

Nulla in ipsum. Praesent eros nulla, congue vitae, euismod ut, commodo a, wisi. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Aenean nonummy magna non leo. Sed felis erat, ullamcorper in, dictum non, ultricies ut, lectus. Proin vel arcu a odio lobortis euismod. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Proin ut est. Aliquam odio. Pellentesque massa turpis, cursus eu, euismod nec, tempor congue, nulla. Duis

viverra gravida mauris. Cras tincidunt. Curabitur eros ligula, varius ut, pulvinar in, cursus faucibus, augue.

Nulla mattis luctus nulla. Duis commodo velit at leo. Aliquam vulputate magna et leo. Nam vestibulum ullamcorper leo. Vestibulum condimentum rutrum mauris. Donec id mauris. Morbi molestie justo et pede. Vivamus eget turpis sed nisl cursus tempor. Curabitur mollis sapien condimentum nunc. In wisi nisl, malesuada at, dignissim sit amet, lobortis in, odio. Aenean consequat arcu a ante. Pellentesque porta elit sit amet orci. Etiam at turpis nec elit ultricies imperdiet. Nulla facilisi. In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse viverra aliquam risus. Nullam pede justo, molestie nonummy, scelerisque eu, facilisis vel, arcu.

Curabitur tellus magna, porttitor a, commodo a, commodo in, tortor. Donec interdum. Praesent scelerisque. Maecenas posuere sodales odio. Vivamus metus lacus, varius quis, imperdiet quis, rhoncus a, turpis. Etiam ligula arcu, elementum a, venenatis quis, sollicitudin sed, metus. Donec nunc pede, tincidunt in, venenatis vitae, faucibus vel, nibh. Pellentesque wisi. Nullam malesuada. Morbi ut tellus ut pede tincidunt porta. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam congue neque id dolor.

Donec et nisl at wisi luctus bibendum. Nam interdum tellus ac libero. Sed sem justo, laoreet vitae, fringilla at, adipiscing ut, nibh. Maecenas non sem quis tortor eleifend fermentum. Etiam id tortor ac mauris porta vulputate. Integer porta neque vitae massa. Maecenas tempus libero a libero posuere dictum. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Aenean quis mauris sed elit commodo placerat. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Vivamus rhoncus tincidunt libero. Etiam elementum pretium justo. Vivamus est. Morbi a tellus eget pede tristique commodo. Nulla nisl. Vestibulum sed nisl eu sapien cursus rutrum.

4.2.1 Deeper

Nicht mehr im Inhaltsverzeichnis.

Deepest

Vermeide mich.

5 Umsetzung

Siehe tolle Daten in Tab. 1.

Siehe und staune in Abb. 11. Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Donec odio elit, dictum in, hendrerit sit amet, egestas sed, leo. Praesent feugiat sapien aliquet odio. Integer vitae justo. Aliquam vestibulum fringilla lorem. Sed neque lectus, consectetur at, consectetur sed, eleifend ac, lectus. Nulla facilisi. Pellentesque eget lectus. Proin eu metus. Sed porttitor. In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse eu lectus. Ut mi mi, lacinia sit amet, placerat et, mollis vitae, dui. Sed ante tellus, tristique ut, iaculis eu, malesuada ac, dui. Mauris nibh leo, facilisis non, adipiscing quis, ultrices a, dui.

	Regular Customers	Random Customers
Age	20-40	>60
Education	university	high school

Tabelle 1: Ein paar tabellarische Daten

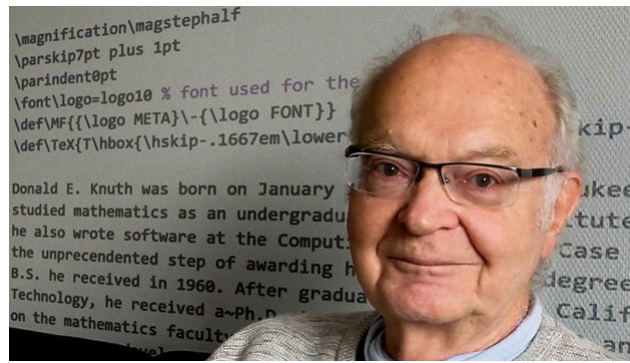


Abbildung 11: Don Knuth – CS Allfather

Morbi luctus, wisi viverra faucibus pretium, nibh est placerat odio, nec commodo wisi enim eget quam. Quisque libero justo, consectetur a, feugiat vitae, porttitor eu, libero. Suspendisse sed mauris vitae elit sollicitudin malesuada. Maecenas ultricies eros sit amet ante. Ut venenatis velit. Maecenas sed mi eget dui varius euismod. Phasellus aliquet volutpat odio. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Pellentesque sit amet pede ac sem eleifend consectetur. Nullam elementum, urna vel imperdiet sodales, elit ipsum pharetra ligula, ac pretium ante justo a nulla. Curabitur tristique arcu eu metus. Vestibulum lectus. Proin mauris. Proin eu nunc eu urna hendrerit faucibus. Aliquam auctor, pede consequat laoreet varius, eros tellus scelerisque quam, pellentesque hendrerit ipsum dolor sed augue. Nulla nec lacus. Dann betrachte den Code in Listing 2.

6 Zusammenfassung

Aufzählungen:

- Itemize Level 1
 - Itemize Level 2
 - Itemize Level 3 (vermeiden)
- 1. Enumerate Level 1
 - a. Enumerate Level 2
 - i. Enumerate Level 3 (vermeiden)

Desc Level 1

Desc Level 2 (vermeiden)

Desc Level 3 (vermeiden)

Literaturverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

1	Lua-Konsolenausgabe	27
2	IronPython-VSCoDe-Breakpoint1	28
3	IronPython-VSCoDe-Breakpoint2	28
4	IronPython-VSCoDe-Breakpoint1	29
5	IronPython-VS-Breakpoint1	29
6	IronPython-VSBreakpoint2	30
7	IronPython-Konsolenausgabe	30
8	Komponenten – UML Diagramm	33
9	Entitäten – UML Diagramm	35
10	Logic Overview	36
11	Don Knuth – CS Allfather	45

Tabellenverzeichnis

1	Ein paar tabellarische Daten	44
---	--	----

Quellcodeverzeichnis

1	Office-Skript	6
2	Assembly	10
	input-files/docker-compose.yml	34
3	Code for Javascript	37
4	Code for NLua	38
5	Code for CsharpScripting	39

Anhang