

WebAssembly

Prof. Dr.-Ing. Andreas Heil

 Licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International license. Icons by The Noun Project.

v1.1.1

Lernziele

Den Ursprung und die grundlegende Funktionsweise von WebAssembly verstehen.

First Things First

- Niemand entwickelt »in« WebAssembly.
- WebAssembly ist ein »Compiler Target«

Was ist ein »Compiler Target«?

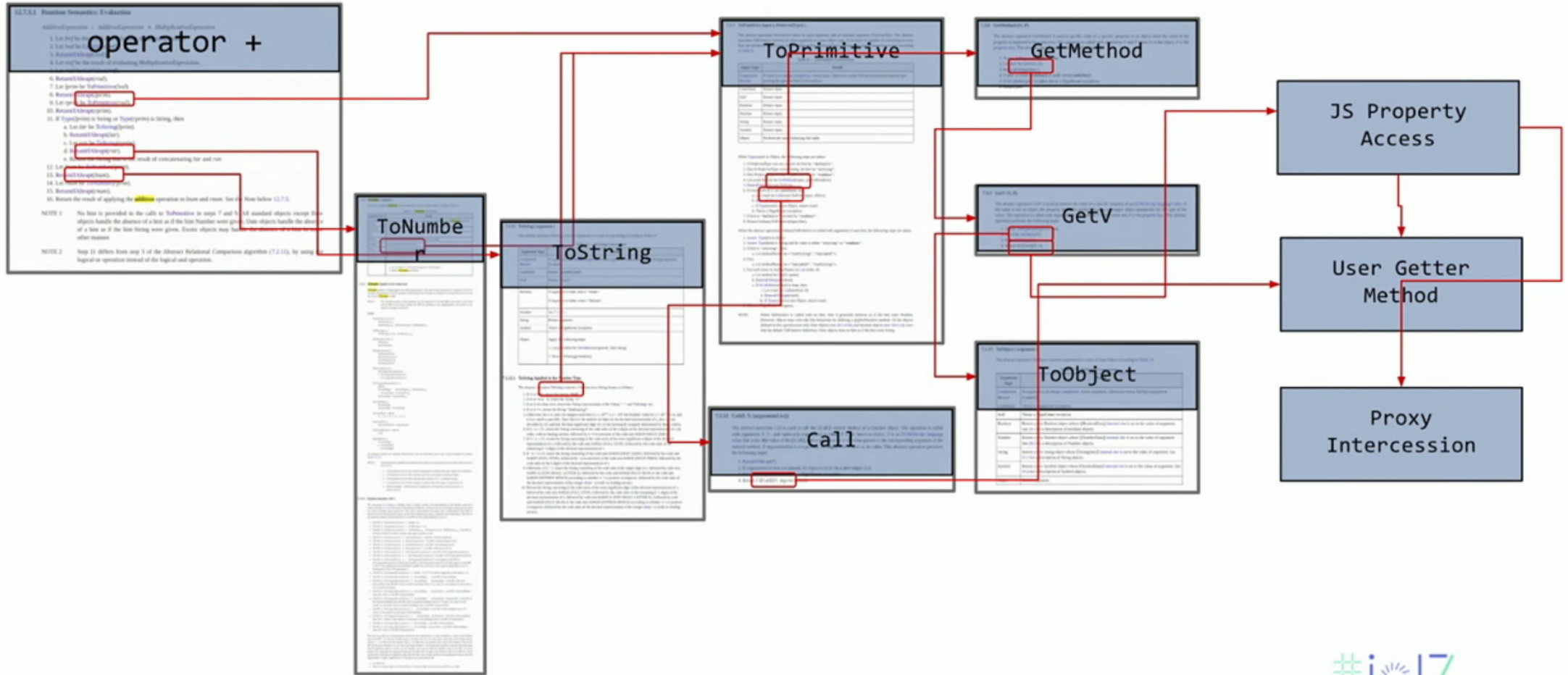
- Compiler sind Programme die Code von einer Sprache in eine andere Übersetzen
- Auf Englisch: Die Quellsprache heißt »Source«, die Zielsprache »Target«

Compiler	Source	Target
javac	Java	Bytecode
GCC	C	X86 Assembler
GAS	X86 Assembler	X86 Objekt-Code
Eiffel Compiler	Eiffel	C
WebAssembly Compiler	*	WebAssembly

Warum benötigen wir WebAssembly?

- Was wir eigentlich wollen: Geschwindigkeit und bessere Performance
- Was wir haben: JavaScript als Flaschenhals
- Warum entwickeln App Entwickler überwiegend in den nativen C und C++ Bibliotheken (z.B. für Daten- und Bildverarbeitung)
- Was wäre, wenn wir eine solche App nehmen könnten und Sie mittels Cross-Compiling in den Browser bringen könnten?
- Vereinfacht ausgedrückt ist genau das WebAssembly

JS Semantics for '+'



Probleme mit JavaScript

- Moderne Engines versuchen die Semantik so kurz wie möglich zu halten
- Was allerdings erreicht werden soll: ein »+« soll in eine einzige CPU-Instruktion konvertiert werden (im Vergleich zur vorherigen Folie)

Geschwindigkeit

- Google hat untersucht, dass die Top Android Anwendungen allesamt in C++ entwickelt wurden
- Ursache hierfür: Performance- und Geschwindigkeitsvorteile
- WebAssembly ist hier annähernd so schnell wie native Anwendungen
 - Faktor 1,2 trotz Sandbox und Sicherheitseinschränkungen
 - In allen vier Browser-Engines verfügbar

Warum keine Plugins?

- Flash
- JVM
- Silverlight

Problem: Sogar in einer Sandbox sind Plugins schwer zu kontrollieren

- Plugins funktionieren nicht mit den verschiedenen Web APIs
 - Z.B. Kamera API, Location API
- Viel wichtiger: Plugins laufen nicht auf Mobilgeräten

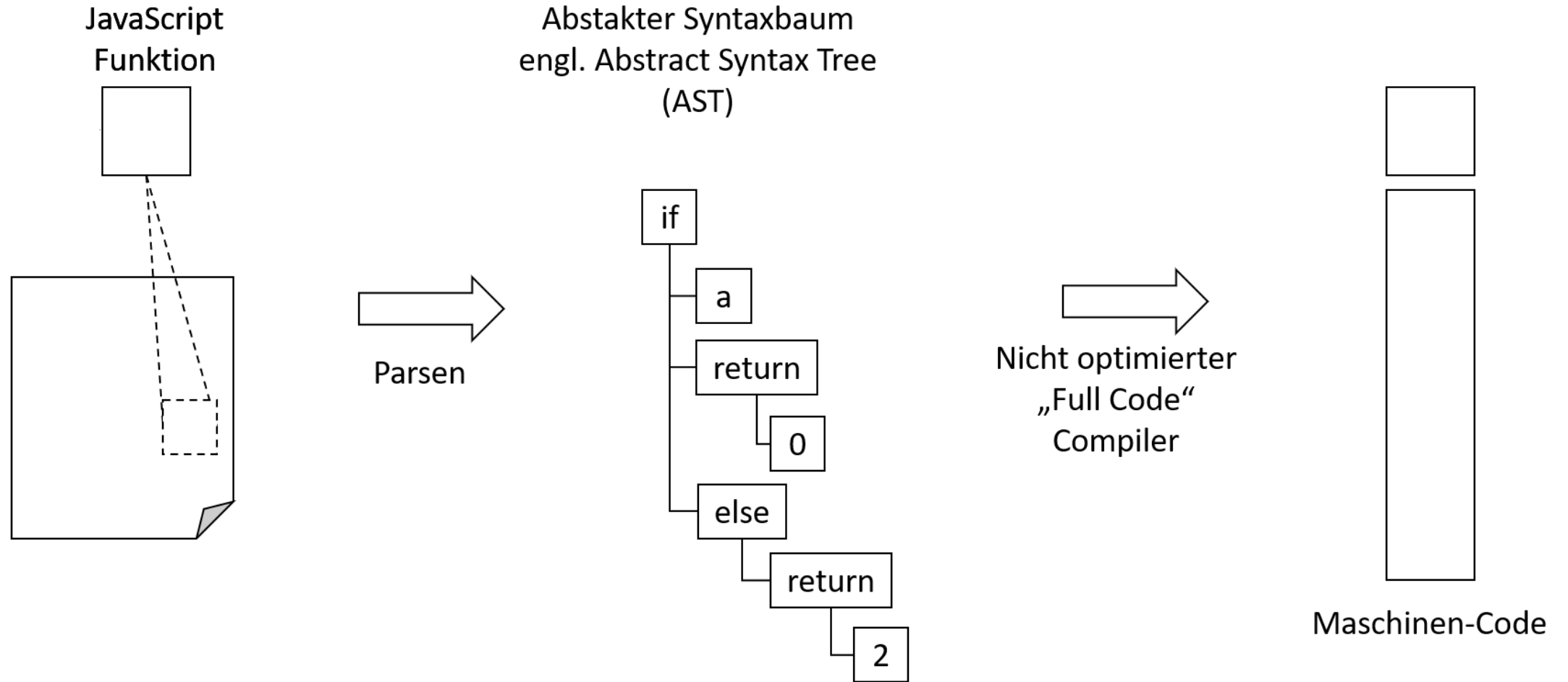
Vorläufer

- Google Native Client: Target für Compiler Code, allerdings
 - Ohne Unterstützung der Web APIs
 - Nur für Chrome verfügbar
- Mozilla: asm.js
 - Kompiliert C++ auf minimales JavaScript
 - JavaScript Engine kompiliert dies in relativ schnellen nativen Code
 - Problem: Starke Unterschiede zwischen JavaScript Frameworks
 - Keine Cross-Browser Kompilierung





asm.js

```
function add1(x) {  
  x = x|0; // x : int  
  return (x + 1)|0;  
}
```

JavaScript Lazy Compilation



WebAssembly Ziele

- Kompakt  Kleiner als minifizierte asm.js
 - aktuell ist WebAssembly Module kleiner als gezippte asm.js
- Einfache Verifikation  Sicherheit gewährleisten
 - In einem Durchlauf durch den Bytecode sicherstellen, dass keine Zugriffe außerhalb der Grenzen des ausgeführten Codes stattfinden
 - JS Engines kompilieren Stück für Stück (abh. von Engine)
- Einfach zu kompilieren  Ein-Phasen-Compiler
- Erweiterbar  Neuer Bytecode und neue Typen
 - Vom Design her vorgesehen

Sprachumfang von WebAssembly

- Datentypen
 - `void`, `i32`, `i64`, `f32`, `f64`
 - `i64` und `f64` können in C++ genutzt werden, nicht verfügbar in JS
- Speicher
 - lineare (zusammenhängender Speicher)
 - Hardware Boundaries bei 32Bit WebAssembly auf 64Bit-Systemen (keine Laufzeiteinbußen)

Operationen & Kontrollfluß

- Operationen
 - i32: + - * / / << >> >>> etc
 - i64: + - * / / << >> >>> etc
 - f32: + - * / sqrt ceil floor
 - f64: + - * / sqrt ceil floor
 - conversions (Casting)
 - load store ch
 - call_direct call_indirect
- Strukturierter Kontrollfluß
 - if loop block br switch

WebAssembly ist eine »Stack Machine«

Wenig überraschend:

- »Stack Machine«
 - Funktionsweise Stack
 - Populär für virtuelle Maschinen, da extrem einfach zu implementieren und in virtuellen Maschinen sehr schnell
- »Register-based Machine«
 - Funktionsweise via Register
 - Meistens Hardware vorbehalten (vgl. Vorlesung Betriebssysteme)
 - Vorteil: Kompilierter Code kann optimiert werden

Stack vs. Register (1)²

- Register-based

```
LOAD R4,#2 ;Lade 2 in Register 4  
LOAD R5,#4 ;Lade 4 in Register 5  
ADD R4,R5  ;Addiere R4 and R5, speichere den Wert in R4
```

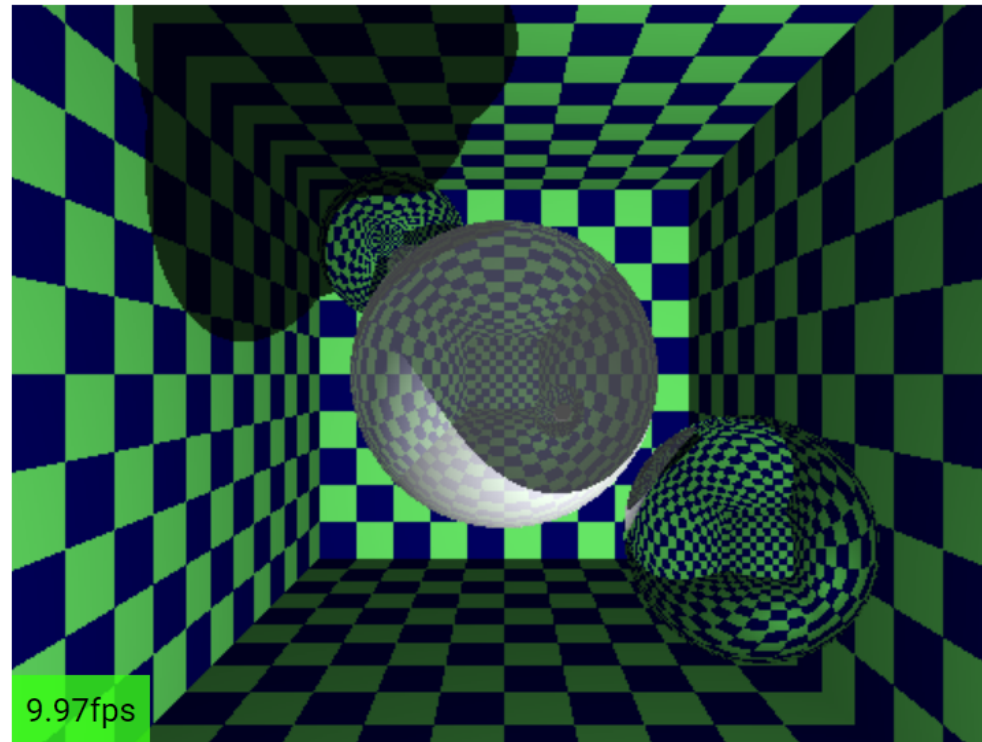
Stack vs. Register (2)²

- Stack

```
PUSH #2 ;Push 2 auf den Stack  
PUSH #5 ;Push 5 auf den Stack  
ADD      ;Pop zwei Werte, addiere diese und push das Ergebnis auf den Stack
```

Abschließende Betrachtung

Web Assembly Raytracer



<https://mtharrison.github.io/wasm-raytracer/>

Acknowledgments

Die Folien basieren auf einem Vortrag der Google I/O 2017^{[1](#)}.

Referenzen

- WebAssembly auf GitHub: <https://github.com/WebAssembly>
- WebAssembly Playground: <http://ast.run/>