WebAssembly

Prof. Dr.-Ing. Andreas Heil

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

v0.0.1

Lernziele

Den Ursprung und die grundlegende Funktionsweise von WebAssembly verstehen.

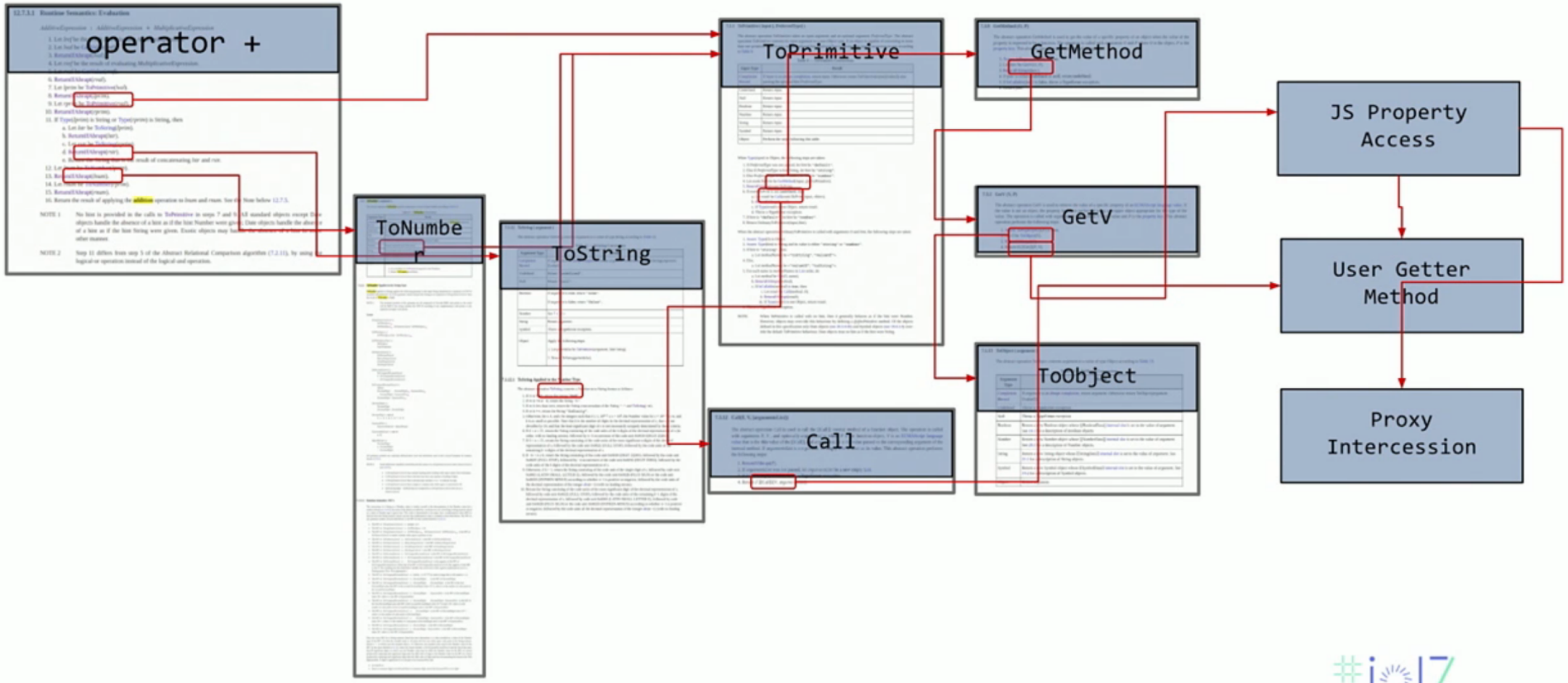
First Things First

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

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 '+'



^1

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)
- Moderne Engines try to keep it as short as possible
- Goal '+' should be converted to single CPU instruction
- op

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 git mit den versch. Web APIs
  - Z.B. Kamera API, Location API
- Viel wichtiger: Plugins lauen nicht auf Mobilgeräten

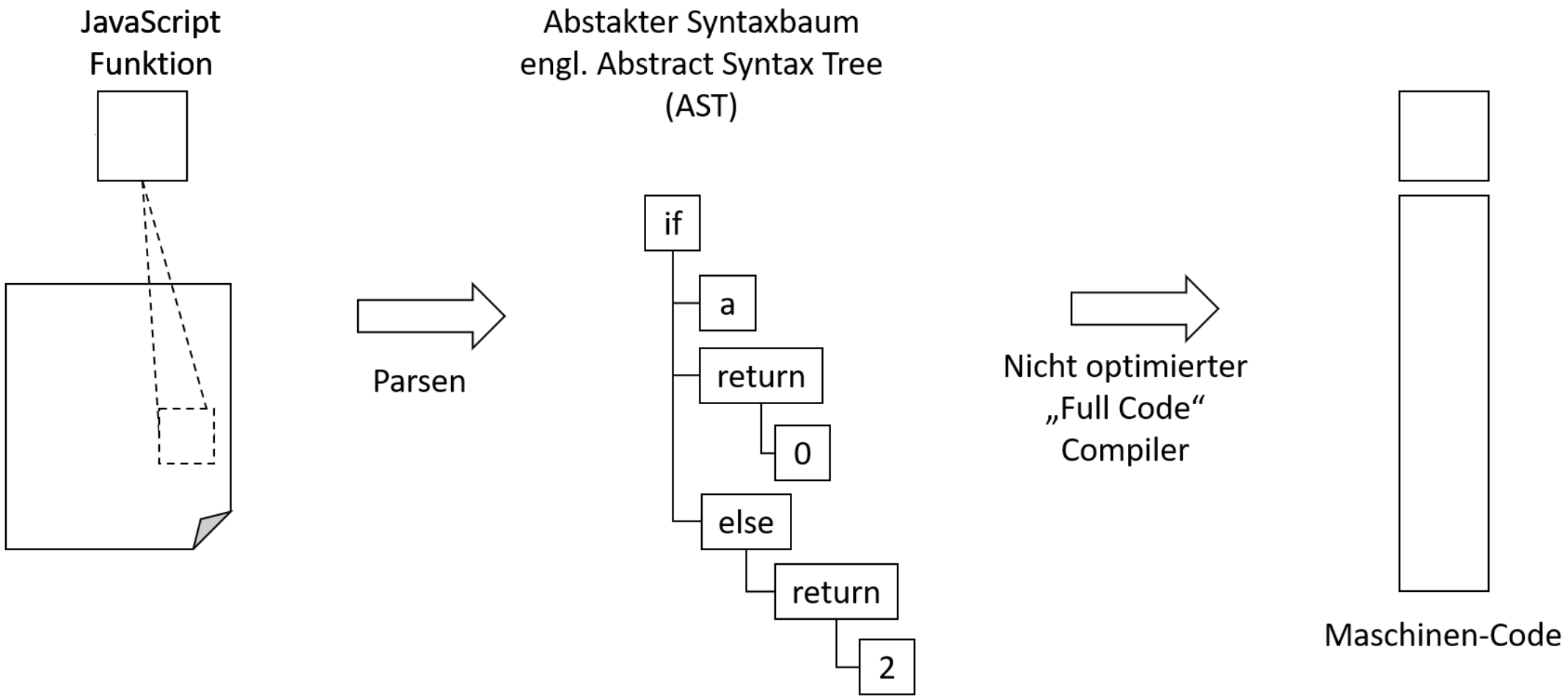
Vorläufer

- 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 Bytcode 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^2

- Register-based

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

- 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
```

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/