SL2: Die Simple Language mit Modulsystem

Benjamin Bisping, Rico Jasper,
Sebastian Lohmeier und Friedrich Psiorz

Compilerbauprojekt SoSe 2013
Technische Universität Berlin
20.09.2013

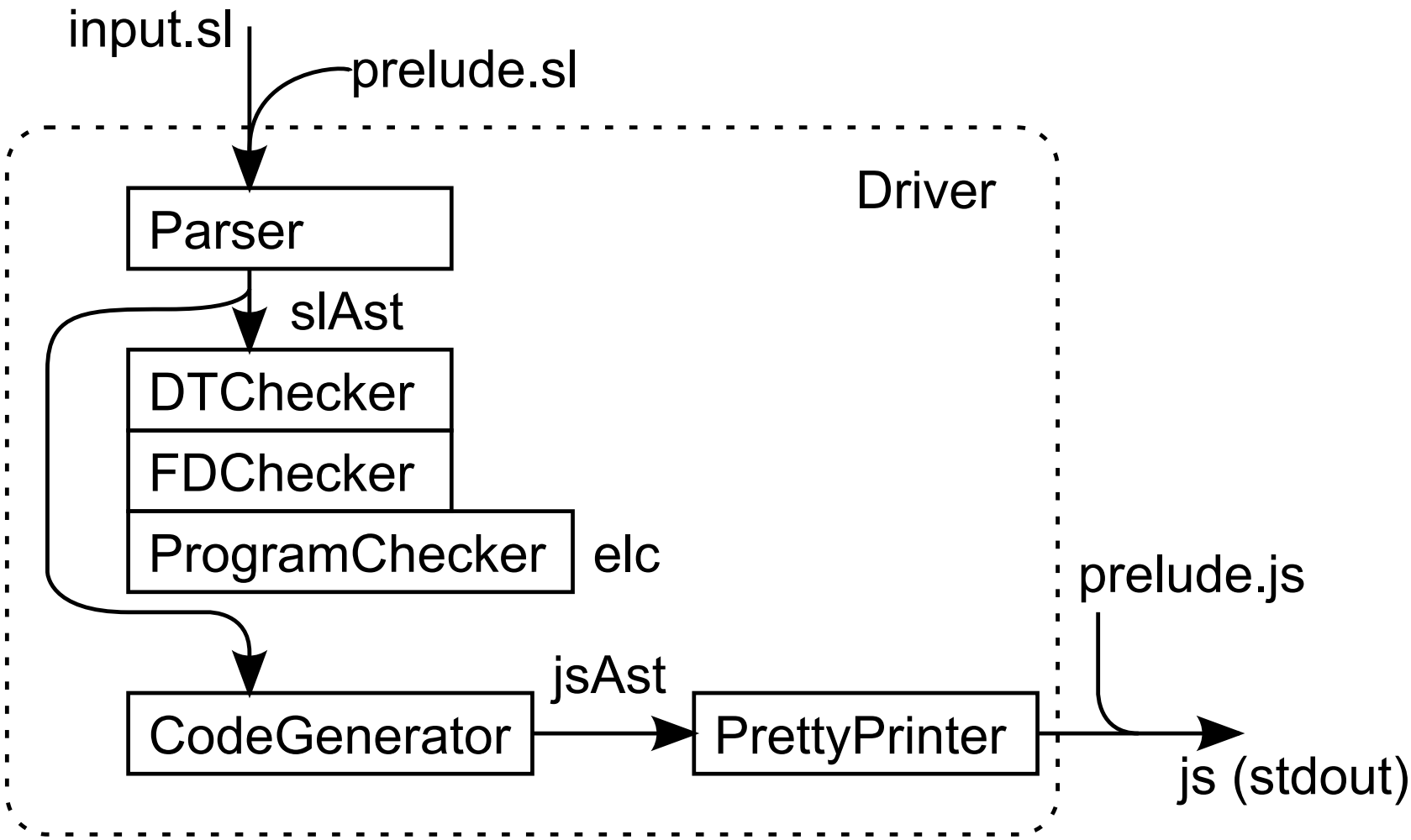
Einführung

SL: typsicher und funktional im Browser (JavaScript)

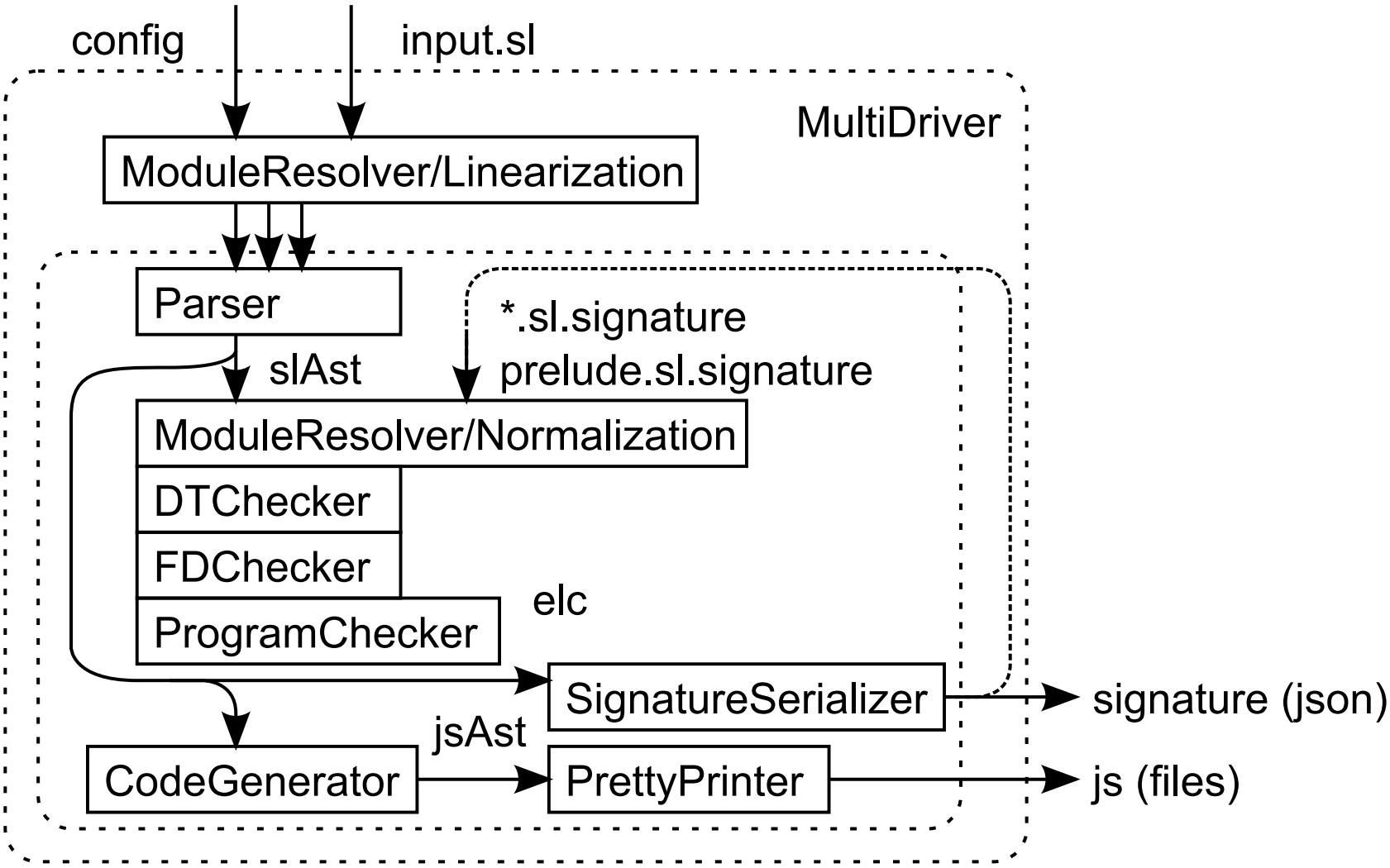
SL2: unabhängig kompilierbare Module

- Moduldefinition und -import (auch für das Prelude)
- Export und einfache Qualifizierung von Funktionen und Datentypen
- Einbindung von Funktionen und Datentypen aus JavaScript
- Anpassungen der Syntax und Semantik
- Fehlermeldungen verbessert
- Compilierung ins Dateisystem
- Bibliotheken, Beispielprogramme und Tests

Altes Framework



Neues Framework



Syntax – Ausgangspunkt

Typisch funktionale Syntax, ähnlich Haskell und Opal.
Besonderheiten:

- JavaScript-Blöcke:

```
{| /* JS-Code */ |} : DOM Void
```

- Fest eingebaute Funktionen und Operatoren:
  - Standard-Operatoren für Ganzzahl-Arithmetik und Vergleiche
  - `+s`, `+r`, `*r`, etc. für Zeichenketten- und Gleitkomma-Operationen
  - Unäres Minus auf Ganzzahlen (teilweise auch Gleitkomma) – Einziger unärer Operator, einzige überladene Funktion
  - `&` sowie `&=` für Bind-Operation auf DOM-Monade
- Eigene Funktionen und (binäre) Operatoren definierbar

Syntax – Zielsetzung

- Unterscheidung zwischen eingebauten und selbst definierten Operatoren aufheben
- Modulsystem – Syntax für Import, Export und Zugriff auf importierte Bezeichner
- „Weniger Magie, mehr Bibliotheken“ – Auch Basis-Operatoren und -Funktionen sollten in der Prelude und selbst geschriebenen Bibliotheken definiert werden können

Anpassungen der Operatoren

In SL2 werde alle Operatoren, abgesehen von der Präzedenz, gleich behandelt:

- Dürfen keine alphanumerischen Zeichen enthalten
- Werden nicht überladen
- Unäres Minus fällt weg, stattdessen Zahlen-Literale mit negativem Vorzeichen
  - Erlaubt: `-2`, `-.34e-13`
  - Nicht erlaubt: `-x`, `- 2`, `-(2)`
  - Unintuitiv: `x-2` ist Applikation `x (-2)`

$\Rightarrow$ Nicht schön, aber konsistenter als SL1

Syntax für das Modulsystem

Qualifizierter Import eines Moduls:

```
IMPORT "path/to/module" AS MyModule
```

Zugriff auf importierte Bezeichner:

```
MyModule.function
MyModule.Type
MyModule.Constructor
```

Export von Funktionen und Konstruktoren:

```
PUBLIC DATA MyType = Cons1 | Cons2 | Cons3
PUBLIC FUN myFun : MyType -> Int
```

Low-Level-Funktionalitäten

Mit dem Keyword `EXTERN` kann direkt auf die JavaScript-Ebene zugegriffen werden.

- Definition von Funktionen in JavaScript, ohne DOM-Monade:

```
DEF EXTERN function = {| js-code |}
```

- Direktes Einfügen von JavaScript-Code in die Ausgabe:

```
IMPORT EXTERN "path/to/js-file"
```

- Definition von Typen ohne Konstruktoren:

```
DATA EXTERN TypeName
```

Beispiel

Auszug aus *std/prelude*:

```
-- Einfuegen der Datei _prelude.js
IMPORT EXTERN "std/_prelude"

-- Integer Datentyp ohne Konstruktoren
DATA EXTERN Int

-- Funktion _add definiert in _prelude.js
PUBLIC FUN + : Int -> Int -> Int
DEF EXTERN + = {| _add |}
```

Parser

Zwei Parser-Implementierungen:

- *Parboiled-Parser* war Standard-Parser in SL1.
- *Combinator-Parser* hatte zu Beginn noch nicht alle Features von SL1, ist jetzt unser Standard-Parser wegen besserer Lokalisierung von Knoten im AST.

Beide Parser parsen SL2 korrekt.

Semantische Analyse

1. Auflösung von Importen
2. Modulnormalisierung
3. Datentypen und Funktionen überprüfen
4. Type-Checking

Import-Überprüfung

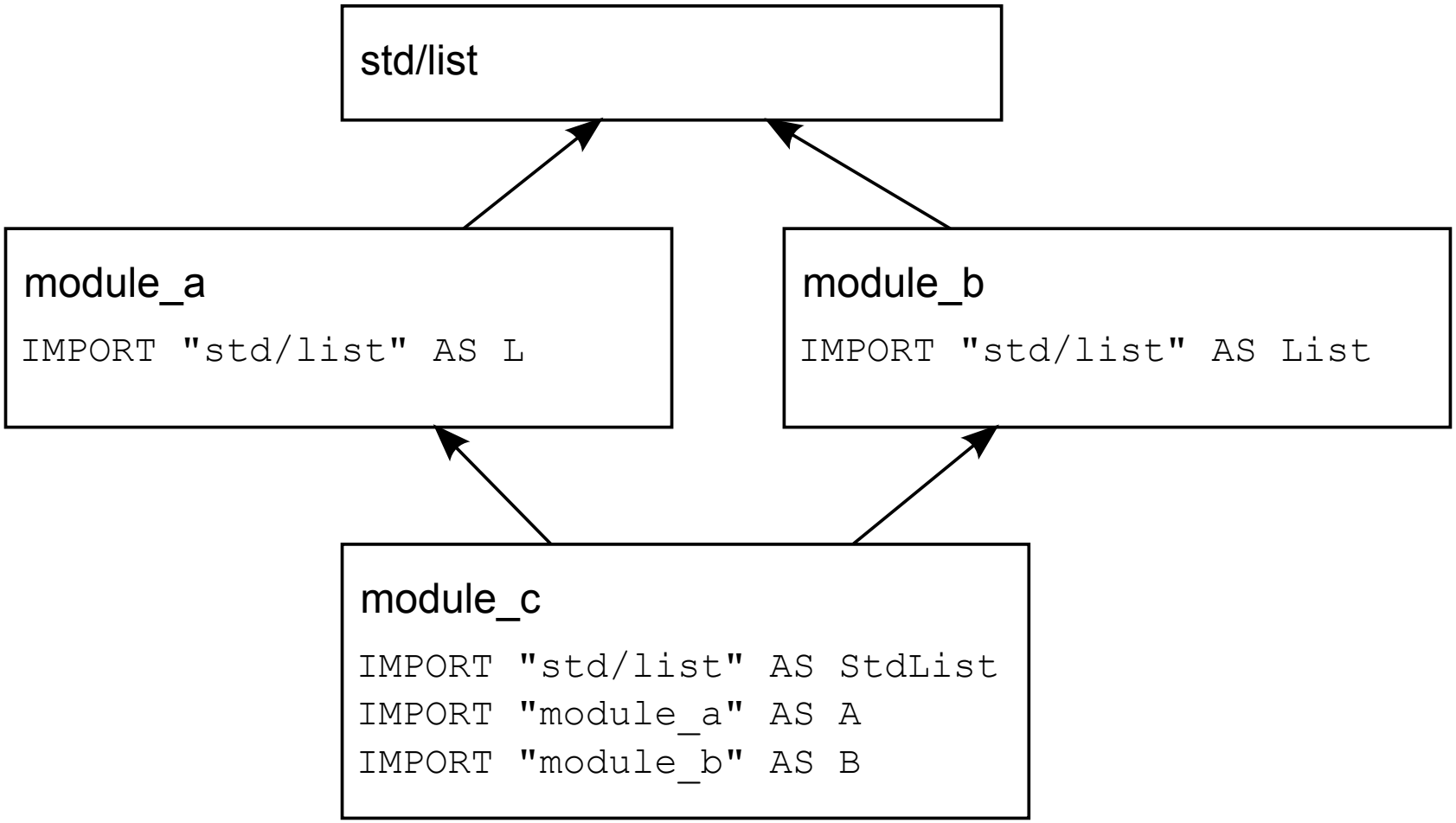
- Import-Anweisung: Paar aus Pfad und Bezeichner

  ```
  IMPORT "path/to/module" AS MyModule
  ```

- eineindeutige Modul-Bezeichner-Zuordnung
- Annahme: genau ein Pfad identifiziert ein Modul
- erlaubte Pfade:
  - Kleinbuchstaben
  - Zahlen
  - Minus (-) und Unterstrich (_)
  - relative Pfade

Modulnormalisierung

- keine modulübergreifende Modul-Bezeichner-Zuordnung
- Normalisierung erforderlich



Kontextprüfung

- Berücksichtigung von importierten Datentypen und Funktionen
- initialer Kontext um Modulkontext erweitert
- Type-Checker weitestgehend unverändert

Codegenerierung und Signaturen

1. Modulsignatur
2. Compileraufruf und Pfade
3. Abhängigkeitsanalyse
4. require.js
5. Code-Generierung

Modulsignatur

- Signatur für semantische Analyse erforderlich
- Inhalt:
  - Importliste
  - Datendefinitionen
  - Funktionssignaturen
- Mögliche Signaturformate:
  - native Serialisierung
  - SL
  - JSON

Modulsignatur – JSON

```
IMPORT "some/module" AS M
```

JSON:

```
"imports" : [
  {
    "name" : "M",
    "path" : "some\/module"
  }
]
```

Compileraufruf und Pfade

```
> run-main de.tuberlin.uebb.sl2.impl.Main
[-d <output directory>]
[-cp <classpath directory>]
-sourcepath <source directory>
<module files>
```

Abhängigkeitsanalyse I

Ein Modul ist zu kompilieren, wenn

1. Quell-Datei in `<module files>`, oder
2. importiert
   und Quell-Datei im `<source directory>`
   keine Signatur-Datei im `<classpath directory>`, oder
3. importiert
   und Quell-Datei im `<source directory>`
   und Signatur-Datei im `<classpath directory>`
   und Quell-Datei jünger als Signatur-Datei.

Abhängigkeitsanalyse II

*A.sl	$\rightarrow$	B.sl		
A.sl.signature		B.sl.signature		
A.sl	$\rightarrow$	*B.sl		
A.sl.signature		B.sl.signature		
A.sl	$\rightarrow$	B.sl	$\rightarrow$	*C.sl
A.sl.signature		B.sl.signature		C.sl.signature

require.js

require.js statt Common.js

Installation in node.js (u.U. relativ zum akt. Verzeichnis)

```
> npm install requirejs
```

Code-Generierung I

```
> run-main de.tuberlin.uebb.sl2.impl.Main -sourcepath
src/main/sl/examples/ boxsort.sl

boxsort.sl.signature
boxsort.sl.js
main.js
require.js
index.html
```

Code-Generierung II

```
IMPORT "std/debuglog" AS Dbg
...

PUBLIC FUN main : DOM Void
DEF main =
    Web.document &= \ doc .
    ...

DEF getNode (NodeWithNumber n1 i1) = n1
...
```

Code-Generierung III: boxsort.sl.js

```
define(function(require, exports, module) {
  var $$std$prelude = require("std/prelude.sl");
  var Dbg = require("std/debuglog.sl");
  ...
  function $getNode(_arg0) { ... };
  ...
  var $main = function () { ... }();
  exports.$main = $main
});
```

Code-Generierung IV: main.js

```
if (typeof window === 'undefined') {
  /* in node.js */
  var requirejs = require('requirejs');

  requirejs.config({
    //Pass the top-level main.js/index.js require
    //function to requirejs so that node modules
    //are loaded relative to the top-level JS file.
    nodeRequire: require,
    paths: {std : "C:/Users/monochromata/git/sl2/target/
      scala-2.10/classes/lib" }
  });

  requirejs(["boxsort.sl"], function($$$boxsort) {
    $$$boxsort.$main()
  });
...
```

Code-Generierung V: main.js

```
...
} else {
  require.config({
  paths: {std : "file:/C:/Users/monochromata/git/sl2/
    target/scala-2.10/classes/lib/" }
  });

  /* in browsers*/
  require(["boxsort.sl"], function($$$boxsort) {
    $$$boxsort.$main()
  });
}
```

Fehlermeldungen – Ausgangspunkt

Die bisherige Fehlerbehandlung in SL war unzureichend

- Parser parst nur bis zum ersten Syntaxfehler, gibt aber bis dahin gültige Teile des Programms einfach weiter
- Statt Fehlermeldungen werden Scala-Objekte ausgegeben
- Teilweise unbehandelte Exceptions; der Compiler beendet sich mit Stacktrace

$\Rightarrow$ Absolut unzureichend für jedes Projekt, das mehr als ein paar Zeilen Code umfasst.

Fehlermeldungen – Format

```
/path/to/file.sl:5:1-23: Use of undefined
   type(s) in ‘Foo’: ‘Foo.Bar’
```

Das allgemeine Format ist folgendes:

Dateiname : *Zeile(n)* [: *Spalte(n)*] : *Fehlermeldung*

Lokalisierung mit Zeilen- und Spaltennummer nur mit Combinator-Parser

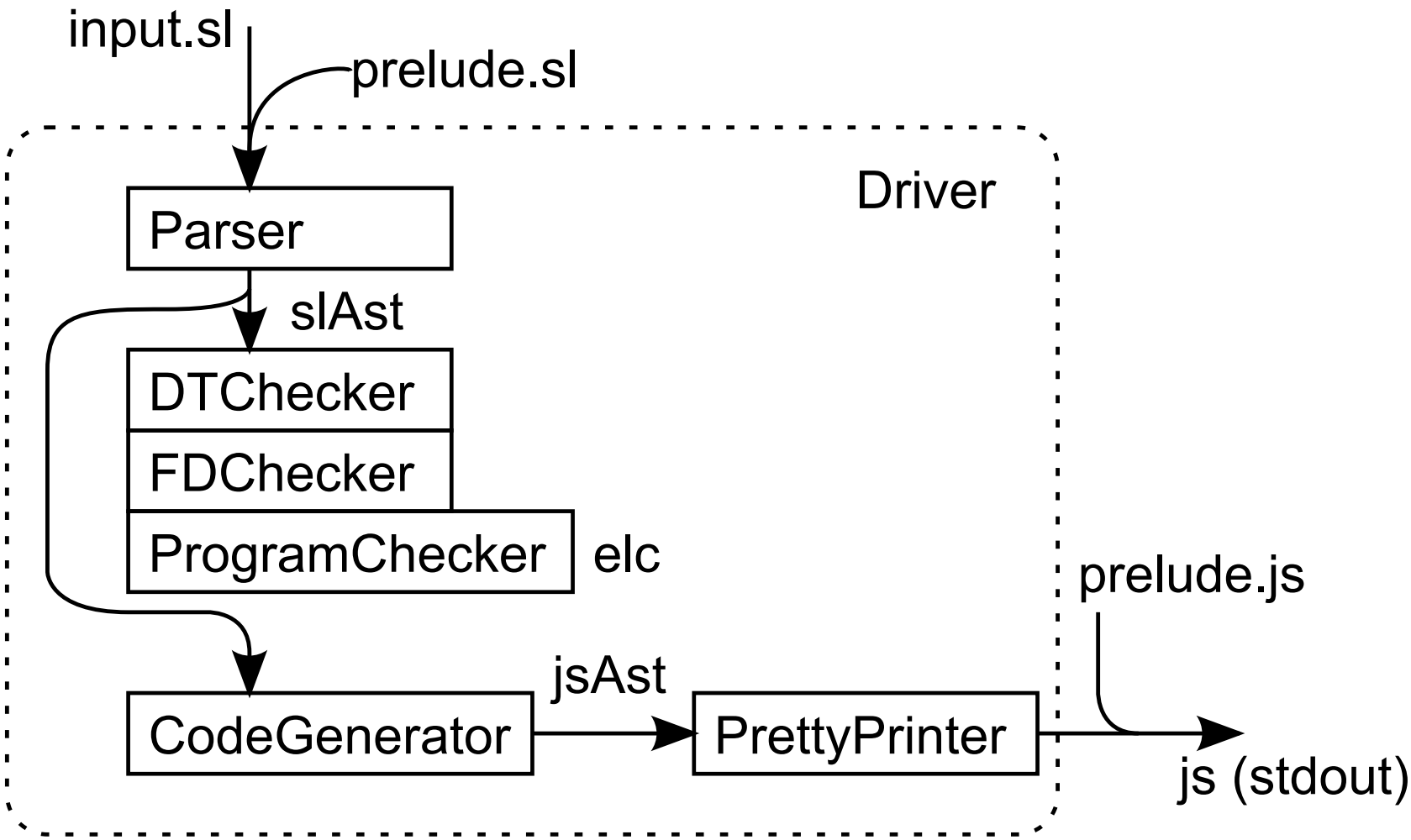
Fehlerarten

- Syntaktische Fehler
  - Häufige Fehler haben eigene Produktionen im Parser
  - Teilweise nur kryptische Fehlermeldungen der Parsec-Bibliothek
  - Abbruch nach erstem syntaktischen Fehler
- Semantische Fehler
  - Typfehler werden erkannt, Ort teils unintuitiv
  - Doppelte Deklarationen, fehlende Definitionen, falsche Aritäten, etc. werden mit Ort(en) zurückgegeben
- Importfehler
  - Moduldateien nicht vorhanden: Ort des Import-Statements sowie Suchpfad für Datei werden ausgegeben
  - Zyklische Importe, Qualifizierter Import der Prelude
- Laufzeitfehler werden vom JavaScript-Interpreter behandelt

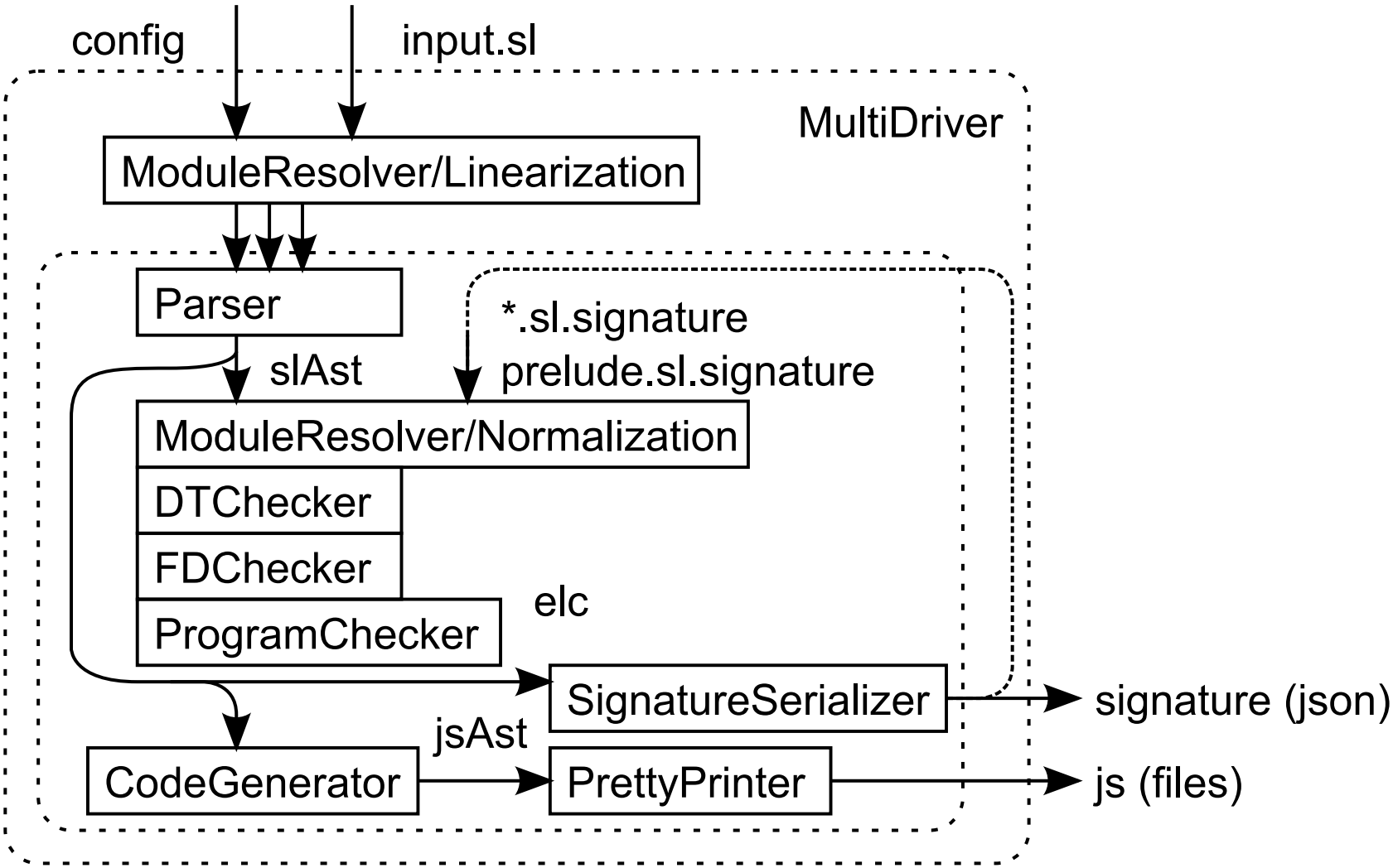
Prelude und Bibliotheken

- Ben

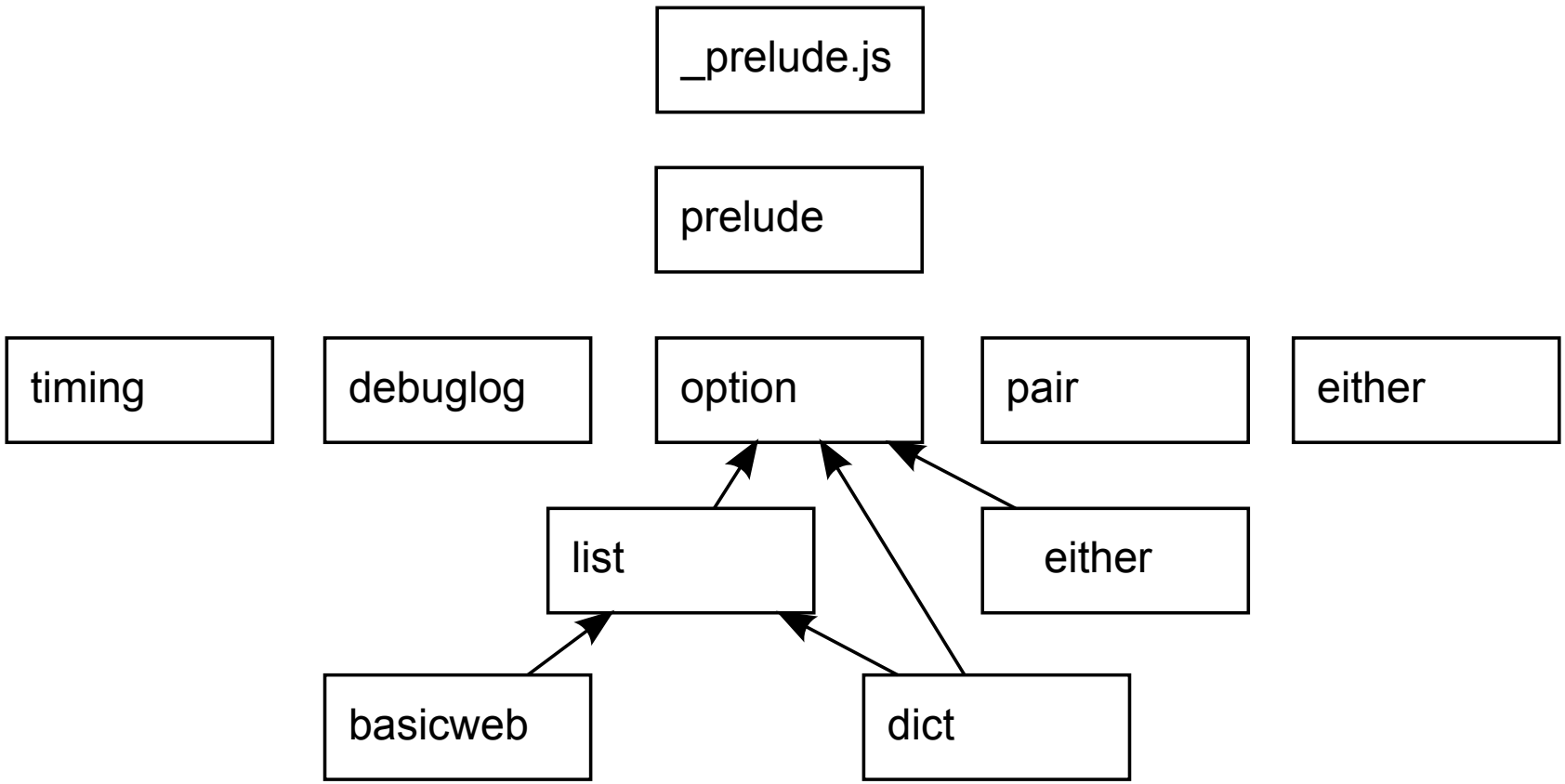
Prelude im alten Framework



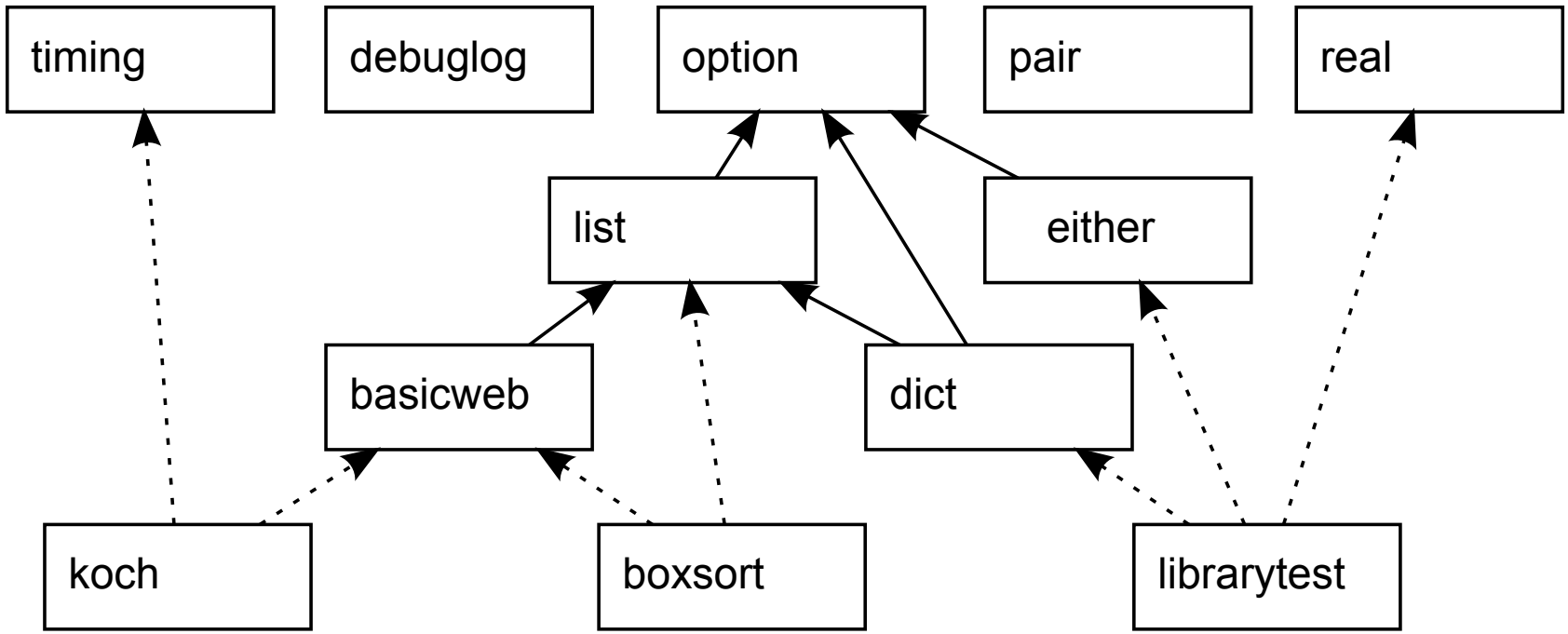
Prelude im neuen Framework



Bibliotheken



Bibliotheken



Beispielprogramme und Tests

- ... evtl Live-Programmierung - Ben

Fazit I

- Modulare typsichere Webanwendungen im Browser und node.js möglich
- Modulimporte, qualifizierte Bezeichner, Exporte
- Fehlermeldungen verbessert
- Prelude in Module überführt
- initiale Standard-Bibliothek erstellt

$\rightarrow$ Pflichtenheft erfüllt

Fazit II

Mögliche Erweiterungen

- Flexiblerer Import
- Statische zyklische Abhängigkeiten
- Konfiguration der Codegenerierung für require.js
- Verbesserte Typchecker-Fehlermeldungen
- Erweiterte Bibliotheken