# Attributierte Grammatiken

**AG spezifiziert abhängige Berechnungen im Strukturbaum**

**deklarativ:** nur explizite Abhängigkeiten
keine implizite Ausführungsreihenfolge

**Generator** erzeugt **Plan für Baumdurchlauf**
mit Aufrufen der Berechnungen
spezifizierte Abhängigkeiten werden eingehalten
berechnete Werte werden durch den Baum transportiert

**Ergebnis: Attributauswerter**
(anwendbar für jeden Baum zur AG)

| **Strategien für Baumdurchlauf:** | **AG-Klasse** |
|---|---|
| k-mal links-abwärts | **LAG (k)** |
| k-mal alternierend links/rechts-abwärts | **AAG (k)** |
| 1-mal aufwärts | **SAG** |
| **Besuchssequenzen:** individueller Plan für jede Produktion der abstrakten Syntax | **OAG** |

Generator analysiert Abhängigkeiten, prüft Anwendbarkeit der Strategie, erzeugt Plan.

Paß-orientierte Strategien (LAG, AAG, SAG) auch manuell anwendbar; Besuchssequenzen mit Generator.

## Vorlesung Übersetzer WS 97/98 / Folie 46

**Ziele:**

- AG als Spezifikation für generierten Baumdurchlauf zeigen

**in der Vorlesung:**

- Zusammenhang Durchlaufstrategien und Abhängigkeiten zeigen.

**nachlesen:**

Kastens / Übersetzerbau, Abschnitt 5, 5.1

**Verständnisfragen:**

- Warum ist es nützlich, die Ausführungsreihenfolge der Berechnungen NICHT zu spezifizieren?

# AG zu: Zielbaum erzeugen (U-45)

```
RULE:     Stmt ::= Variable ':=' Expr          COMPUTE
    Stmt.Code = MkAssign (Variable.Code, Expr.Code);
END;

RULE:     Variable ::= Variable '.' Selector   COMPUTE
    Variable[1].Code =
        MkSelect (Variable[2].Code, Selector.Key);
END;

RULE:     Variable ::= Variable '[' Expr ']'   COMPUTE
    Variable[1].Code =
        MkIndex (Variable[2].Code, Expr.Code);
END;

RULE:     Variable ::= UseIdent                COMPUTE
    Variable.Code = MkAddr (UseIdent.Key);
END;

RULE:     Expr ::= UseIdent                    COMPUTE
    Expr.Code = MkCont (MkAddr (UseIdent.Key));
END;
```



**Ziele:**

Beispiel für einen AG-Ausschnitt in LIDO-Notation

# Grundkonzepte von AGn

**AG spezifiziert Berechnungen im Strukturbaum:**

kontextfreie Baumgrammatik

Produktion + Berechnungen

p: Y ::= u  g (...)

wird in jedem Knotenkontext p ausgeführt

**AG spezifiziert Abhängigkeiten zwischen Berechnungen**

Symbole + Attribute

X.b = f (Y.a)  benutzt Ergebnis von g ( )

Y.a = g (...)  vor f () ausgeführt

Nachbed. Vorbedingung

**abhängige Berechnungen auch in benachbarten Kontexten:**

r: X ::= v Y w  X.b = f (Y.a)

p: Y ::= u  Y.a = g (...)

**Attribute können Abhängigkeiten spezifizieren, ohne einen Wert zu transportieren.**

```
X.GotType = ResetTypeOf ( ... );
Y.Type = GetTypeOf ( ... ) <-  X.GotType;
```

**vereinfachende Notationen (siehe AG-Sprache Lido):**

- **Berechnungen zu Symbolen**
- **Zugriff auf Attribute entfernter Symbole**
- **links-rechts-Abhängigkeit zwischen Berechnungen**

## Vorlesung Übersetzer WS 97/98 / Folie 47

**Ziele:**

- Grundverständnis für AGn vermitteln.
- Eine einfache Notation zeigen.

**in der Vorlesung:**

- weitere Beispiele

**nachlesen:**

Kastens / Übersetzerbau, Abschnitt 5, 5.1

**Übungsaufgaben:**

- Beispiel zur Einführung von attributierten Grammatiken in LIDO

# AG Binärzahlen

**Attribute:**

- **v Wert**
- **lg Anzahl der Ziffern in der Teilfolge**
- **s Skalierung**

```
RULE p1:    D ::= L '.' L        COMPUTE
    D.v = ADD (L[1].v, L[2].v);
    L[1].s = 0;
    L[2].s = NEG (L[2].lg);
END;
RULE p2:    L ::= L B            COMPUTE
    L[1].v = ADD (L[2].v, B.v);
    B.s = L[1].s;
    L[2].s = ADD (L[1].s, 1);
    L[1].lg = ADD (L[2].lg, 1);
END;
RULE p3:    L ::= B              COMPUTE
    L.v = B.v;
    B.s = L.s;
    L.lg = 1;
END;
RULE p4:    B ::= '0'            COMPUTE
    B.v = 0;
END;
RULE p5:    B ::= '1'            COMPUTE
    B.v = Power2 (B.s);
END;
```



**Ziele:**

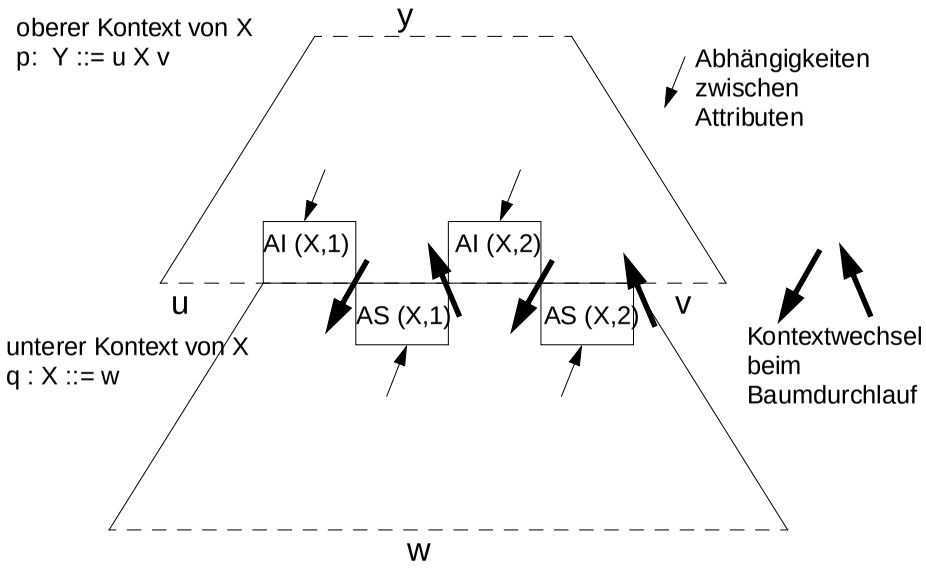
Beispiel zu Attributierten Grammtiken

# Abhängigkeitsanalyse für AGn

**Attributmenge zum Symbol X 2-geteilt:**

**AI (X) : inherited** (erworben), in oberen Kontexten berechnet

**AS (X): synthesized** (abgeleitet), in unteren Kontexten berechnet.




**Ziel:** Zerlegung aller Attributmengen, so daß

**AI (X, i)** vor i-ten Besuch von X berechnet wird

**AS (X, i)** bei dem i-ten Besuch von X berechnet wird

**Vorraussetzung für Zerlegung:**

An keinem X-Knoten in keinem Strukturbaum gibt es direkte oder indirekte Abhängigkeiten entgegen der Folge

AI (X, 1), AS (X, 1), ..., AI (X, k), AS (X, k)

## Vorlesung Übersetzer WS 97/98 / Folie 48

**Ziele:**

- Allgemeine Problemstellung der AG-Abhängigkeitsanalyse verstehen

**in der Vorlesung:**

- synthesized-inherited, oberer-unterer Kontext, Attributzerlegung erläutern

**nachlesen:**

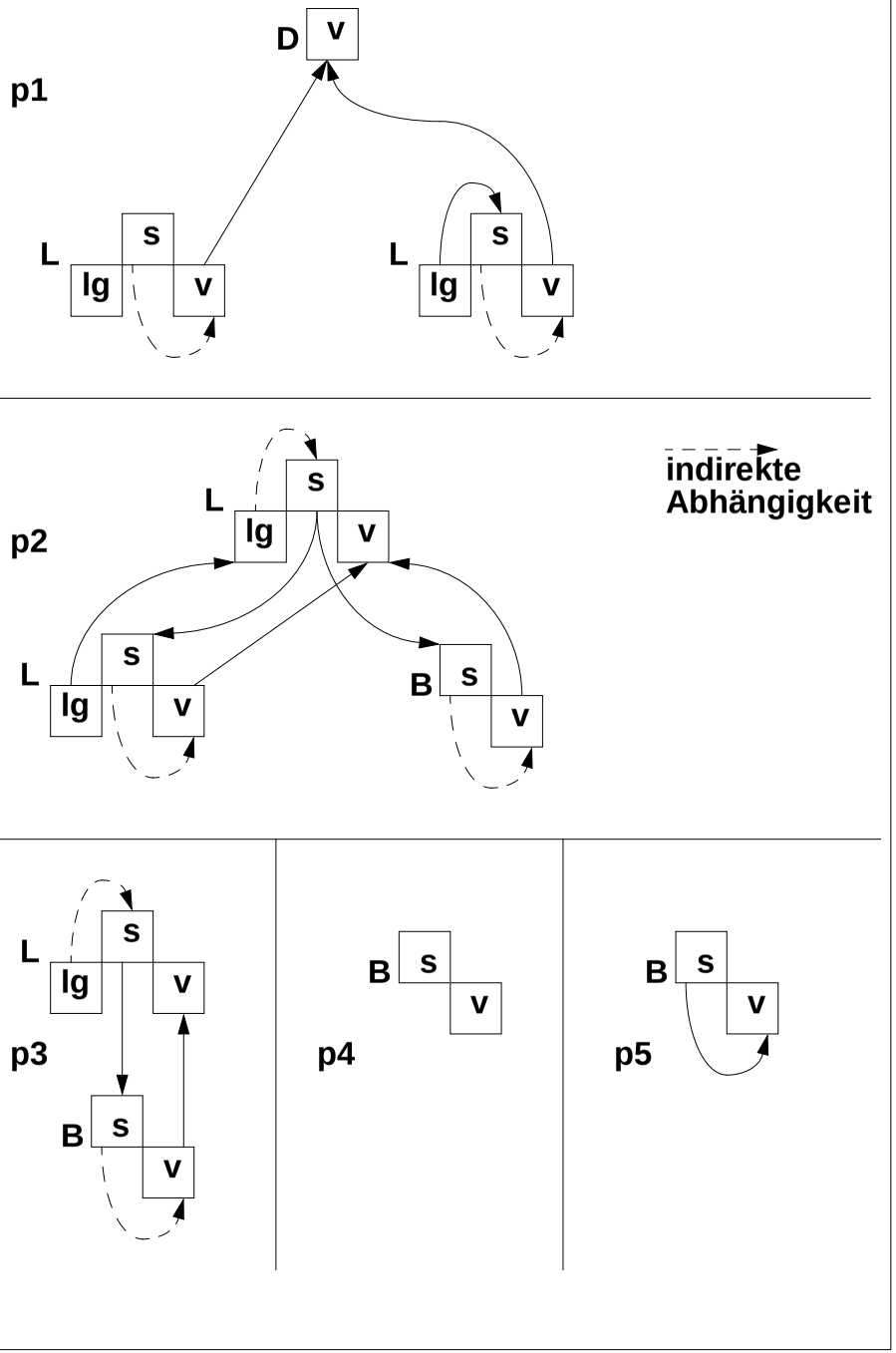
Kastens / Übersetzerbau, Abschnitt 5.2

**Übungsaufgaben:**

Konstruieren Sie möglichst kleine AGn mit folgenden Eigenschaften:

- Es gibt Strukturbäume mit und ohne Abhängigkeitszyklen und die Zyklen reichen über mehrere Kontexte.
- Für ein X gibt es eine Zerlegung mit k=2 aber nicht mit k=1.
- Es gibt keine Zerlegung, obwohl es keine Strukturbäume mit Zyklen gibt.

# Abhängigkeitsgraphen zu AG Binärzahlen




## Vorlesung Übersetzer WS 97/98 / Folie 48a

**Ziele:**

- Beispiel zu Zerlegungen (U-48)
- Beispiel zu LAG(k)-Algorithmus (U-50)

**in der Vorlesung:**

- Abhängigkeiten der Berechnungen in der AG als Graphen dargestellt

# Besuchssequenzen

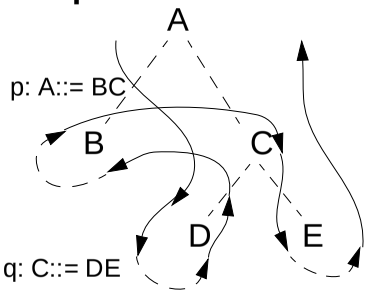
**Eine Besuchssequenz (visit-sequence) $vs_p$ zu jeder Produktion der Baumgrammatik:**

p: $X_o$ ::= $X_1$ ... $X_i$ ... $X_n$

**Folge von Operationen**

| | |
|---|---|
| ↓ i, j | j-ter Besuch des i-ten Unterbaums |
| ↑ j | j-te Rückkehr zum Vaterknoten |
| $eval_c$ | Ausführung einer p zugeordneten Berechnung c |

**Beispiel im Baum:**

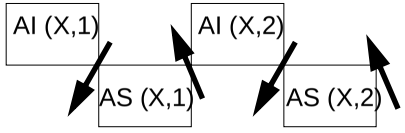



**Besuchssequenzen**

$vs_p$: ... ↓C,1 ...↓B,1 ...↓C,2 ...↑1

$vs_q$: ... ↓D,1 ... ↑1 ... ↓E,1 ... ↑2

Attributzerlegung garantiert korrekte Verzahnung




**Implementierung:**

je eine Prozedur für Besuchssequenz bis ↑

Aufruf (mit Verzweigung über Produktion) für ↓

## Vorlesung Übersetzer WS 97/98 / Folie 49

**Ziele:**

- Baumdurchlauf gesteuert durch Besuchssequenzen
- Zusammenhang zu Attributzerlegung

**in der Vorlesung:**

- Prinzip erläutern

**nachlesen:**

Kastens / Übersetzerbau, Abschnitt 5.2.2

**Übungsaufgaben:**

- Zu einer kleinen Baumgrammatik Besuchssequenzen angeben, die bestimmte Aufgaben erfüllen.

**Verständnisfragen:**

- Skizzieren Sie Besuchssequenzen für die Operationen DefineIdn und KeyInEnv in einer Block-strukturierten Sprache mit Algol- bzw. C-Gültigkeitsregeln.

# Besuchssequenzen für AG Binärzahlen

**$vs_{p1}$:** D ::= L '.' L

↓L[1],1; L[1].s=0; ↓L[1],2; ↓L[2],1; L[2].s=NEG(L[2].lg);

↓L[2],2; D.v=ADD(L[1].v, L[2].v); ↑1

**$vs_{p2}$:** L ::= L B

↓L[2],1; L[1].lg=ADD(L[2].lg,1); ↑1

L[2].s=ADD(L[1].s,1); ↓L[2],2; B.s=L[1].s; ↓B,1;

L[1].v=ADD(L[2].v, B.v); ↑2

**$vs_{p3}$:** L ::= B

L.lg=1; ↑1

B.s=L.s; ↓B,1; L.v=B.v; ↑2

**$vs_{p4}$:** B ::= '0'

B.v=0; ↑1

**$vs_{p5}$:** B ::= '1'

B.v=Power2(B.s); ↑1

**Implementierung:**

Prozedur vs<i><p> für jeden Abschnitt von $vs_p$ bis ↑i

Aufruf mit Verzweigung für ↓X,i

## Vorlesung Übersetzer WS 97/98 / Folie 49a

**Ziele:**

- Beispiel zu U-49

**in der Vorlesung:**

- Baumdurchlauf zeigen

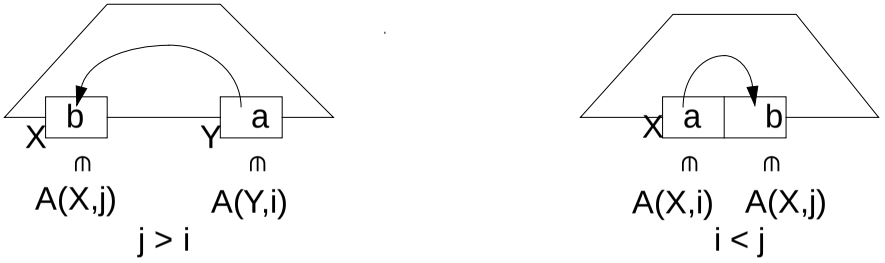
**Verständnisfragen:**

- Geben Sie an, welchen Bedingungen die Besuche in den Besuchssequenzen genügen müssen, damit sie korrekt verzahnen.
- Geben Sie an, welchen Bedingungen die Berechnungen in den Besuchssequenzen genügen müssen, damit die Zerlegungen eingehalten werden.
- Geben Sie an, welchen Bedingungen die Berechnungen in den Besuchssequenzen genügen müssen, damit die Abhängigkeiten eingehalten werden.

# LAG (k)-Bedingung

Für alle X gibt es eine Zerlegung A (X,1), ..., A (X, k), so daß A (X, i) im i-ten links-abwärts-Durchgang berechnet werden können.

**Notwendige und hinreichende Bedingung über Abhängigkeitsgraphen zu Produktionen:**




**Algorithmus:** berechnet A (1), ..., A (k), falls existiert:

für i = 1, 2, ...
A (i) := alle noch nicht zugeordneten Attribute
streiche Attribute solange folgende Regeln anwendbar:

- **streiche X.b, wenn es in einem Kontext von einem Attribut aus A (i) nach obigem Muster abhängt**
- **streiche Z.c, wenn es von einem gestrichenen Attribut abhängt**

falls alle Attribute zugeordent: **AG ist LAG (k)**, k = i
falls A (i) leer: **AG ist nicht LAG (k)**

## Vorlesung Übersetzer WS 97/98 / Folie 50

**Ziele:**

- Einfache Bedingung für links-abwärts Durchläufe verstehen.
- Algorithmus dazu.

**in der Vorlesung:**

- Bedingung motivieren.
- Algorithmus am Beispiel.

**nachlesen:**

Kastens / Übersetzerbau, Abschnitt 5.2.3

**Übungsaufgaben:**

- LAG (k)-Bedingung für AGn prüfen. Aufgabe 24

# Generatoren für AGn

| | | |
|---|---|---|
| **LIGA** | Universität Paderborn, in Eli | OAG |
| **FNC-2** | INRIA | ANCAG |
| **Synthesizer Generator** | Cornell University | OAG, inkrementell |
| **CoCo** | Universität Linz | LAG(1) |

**Eigenschaften von LIGA**

- **höhere Spezifikationssprache Lido**
- **Modularisierung, Wiederverwendung von AG-Komponenten**
- **Objekt-orientierte Konstrukte zur Abstraktion von Berechnungsmustern**
- **Berechnungen: Funktionsaufrufe; implementiert außerhalb der AG**
- **auch Abhängigkeiten für Seiteneffekt-Berechnungen**
- **Notationen für Zugriff auf entfernte Attribute**
- **generiert Besuchssequenz-gesteuerte Attributauswerter in C**
- **Speicheroptimierung für Attribute**

## Vorlesung Übersetzer WS 97/98 / Folie 51

**Ziele:**

- Hinweis auf einige Generatoren
- einige Eigenschaften von LIGA

**nachlesen:**

Kastens / Übersetzerbau, Abschnitt 5.4