Übung - Modellierung & Programmierung II

Mathias Goldau, Stefan Koch, Wieland Reich, Dirk Zeckzer, Stefan Philips, Sebastian Volke

math@informatik.uni-leipzig.de stefan.koch@informatik.uni-leipzig.de
reich@informatik.uni-leipzig.de zeckzer@informatik.uni-leipzig.de
philips@informatik.uni-leipzig.de volke@informatik.uni-leipzig.de

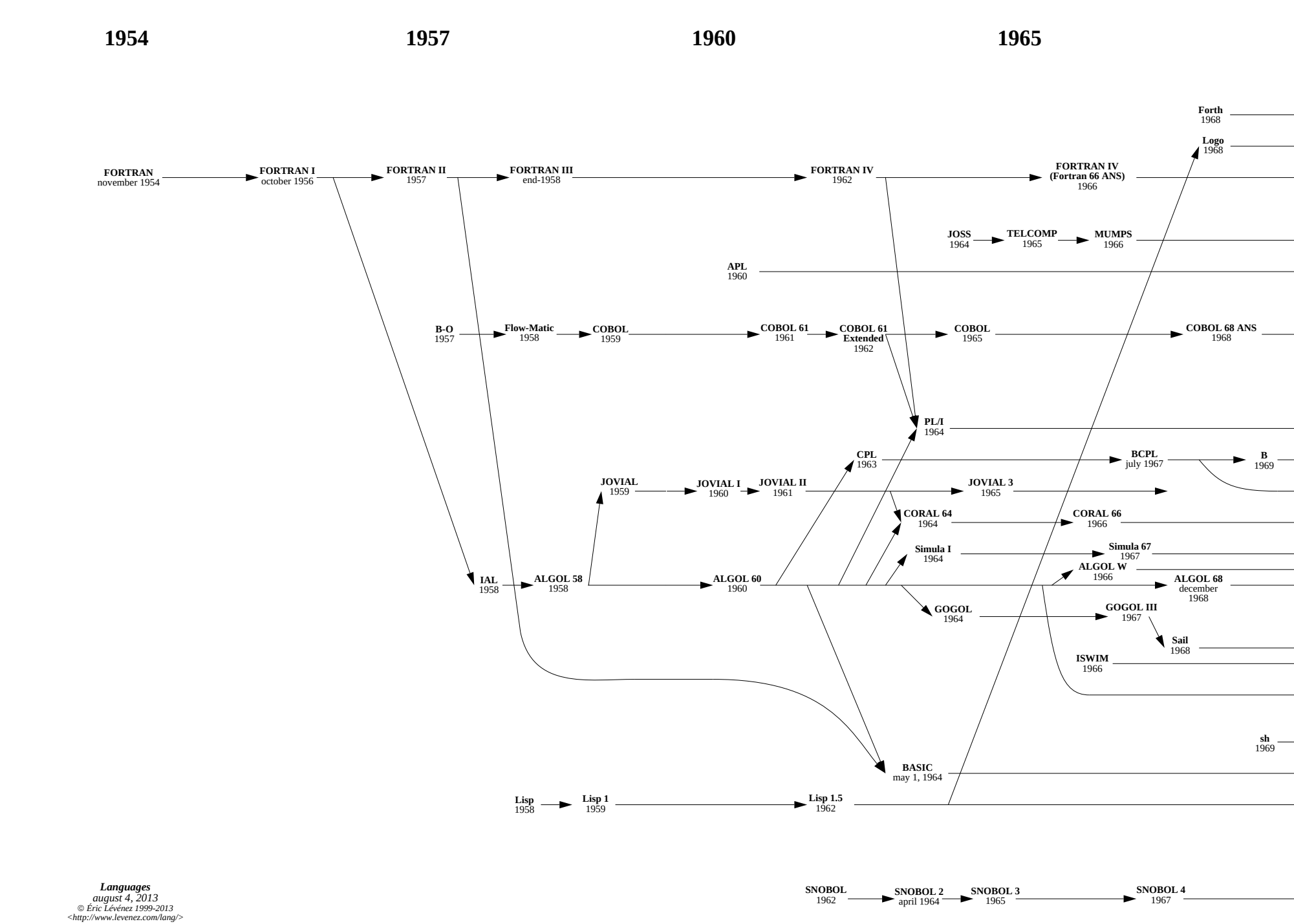
Organisatorisches

- Anmeldung vom 07.04.-27.04. in Moodle
- Einschreibeschlüssel: `MuPZweiXX`, `XX` $\in \{$`01,02,..,12`$\}$
- Aktuelles & Übungsserien auf unserer Lehrstuhlseite: Lehre > MuP2
- 5 Übungsserien je 4 Aufgaben + 1 Zusatzaufgabe:
  - Abgabe nach 14 Tagen, als Archiv, per Moodle: Abgabebutton!
  - Programme als Quelltext, theoretisches als PDF
  - Besprechung im Seminar
- Zulassungsvoraussetzung für Klausur: >= 30 Pkt. (60+15 insg.)
- Klausur: Mo., 28.07.14, 9:00 Uhr, Audimax
- Feiertagsregelung: Auf andere Gruppen aufteilen
- Termine mit < 5 Teilnehmern finden nicht statt
- u.U. werden zeitgleiche Veranstaltungen zusammengelegt

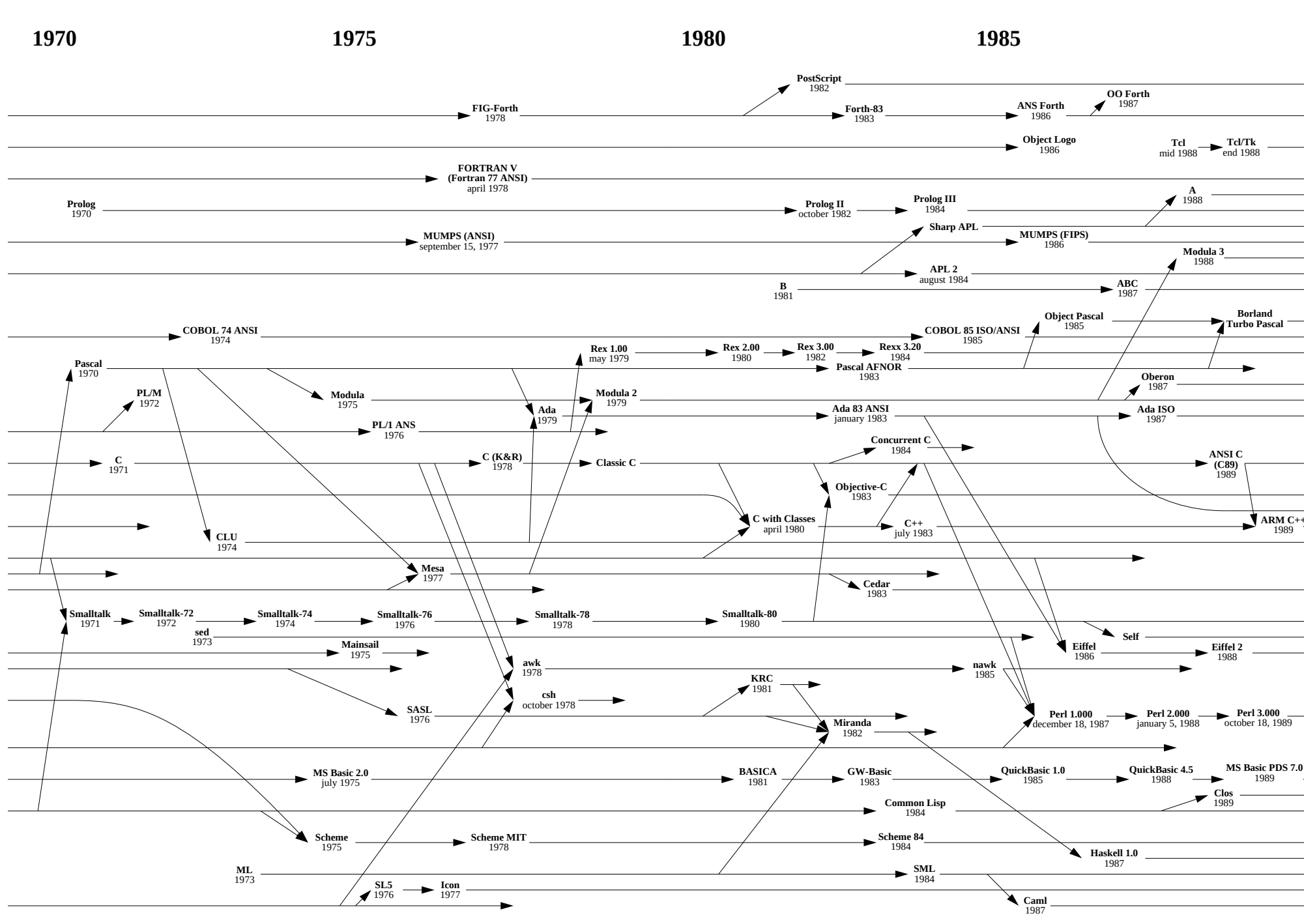
Programmiersprachen

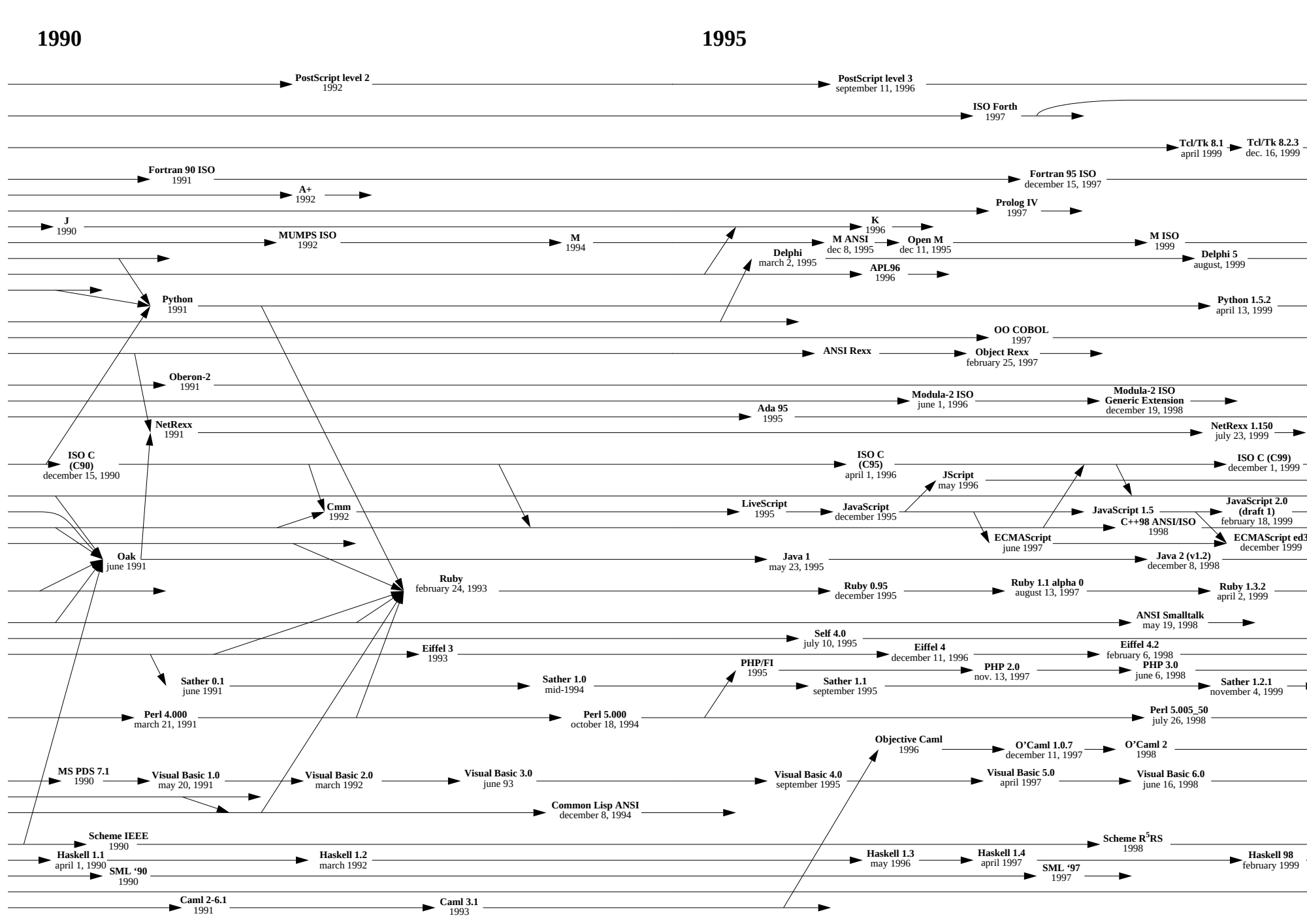
- Dienen zur Kommunikation von Menschen mit einem Computer
- Synthetisch und exakt
- Es gibt mehr als 8500 Programmiersprachen. [1]
- Geschichte der Programmiersprachen:
  - http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_programming_languages
  - http://www.levenez.com/lang/
- Mächtigkeit einer Programmiersprache:
  Eine Sprache ist Turing-Vollständig *gdw.* Sie alle Funktionen berechnen kann welche auch eine Turing-Maschine berechnen kann.
- Viele Programmiersprachen sind Turing-Vollständig.

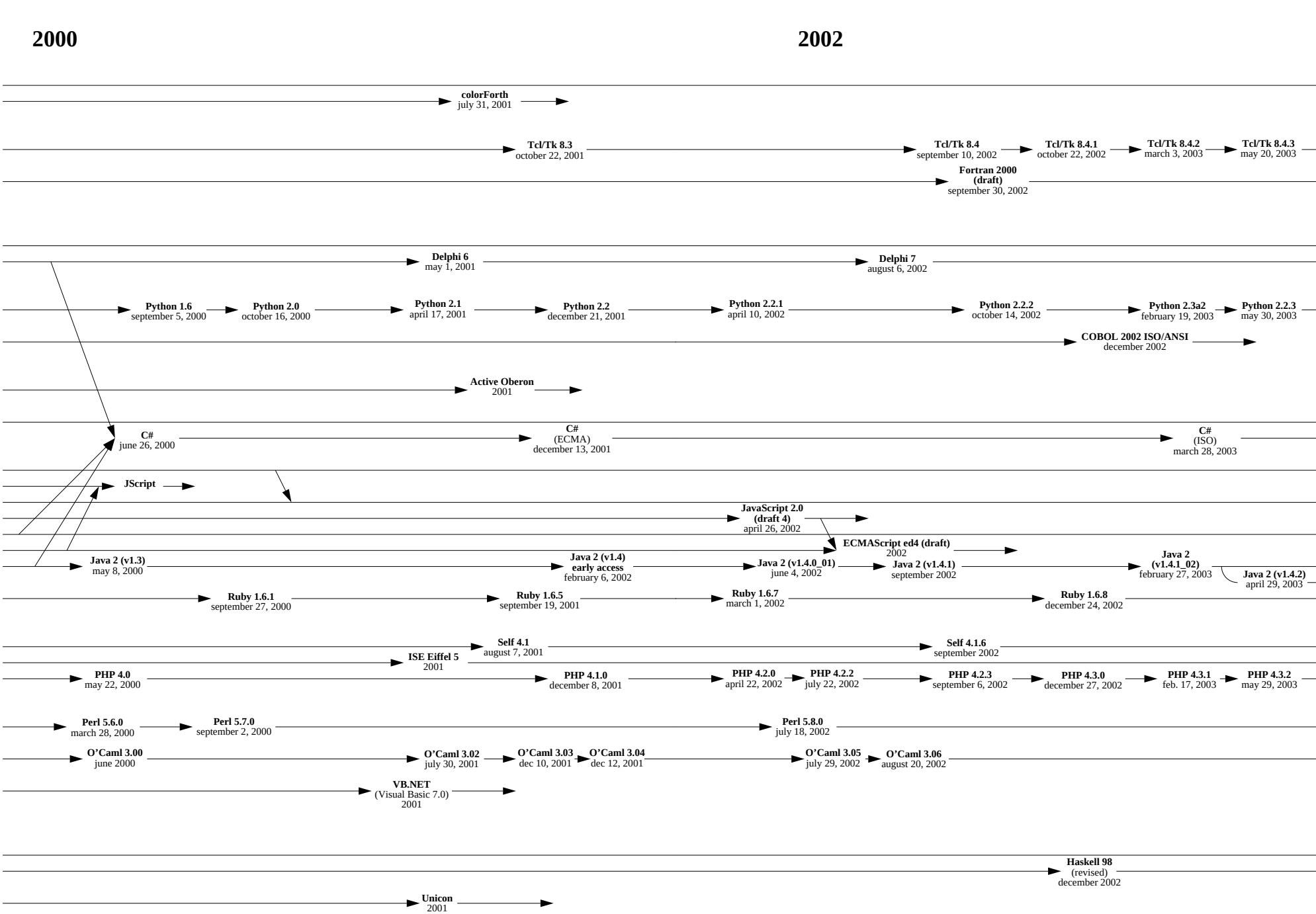
[1] Thomas J. (Tim) Bergin. “A history of the history of programming languages”. In: *Com. ACM* 50.5 (2007), S. 69–74

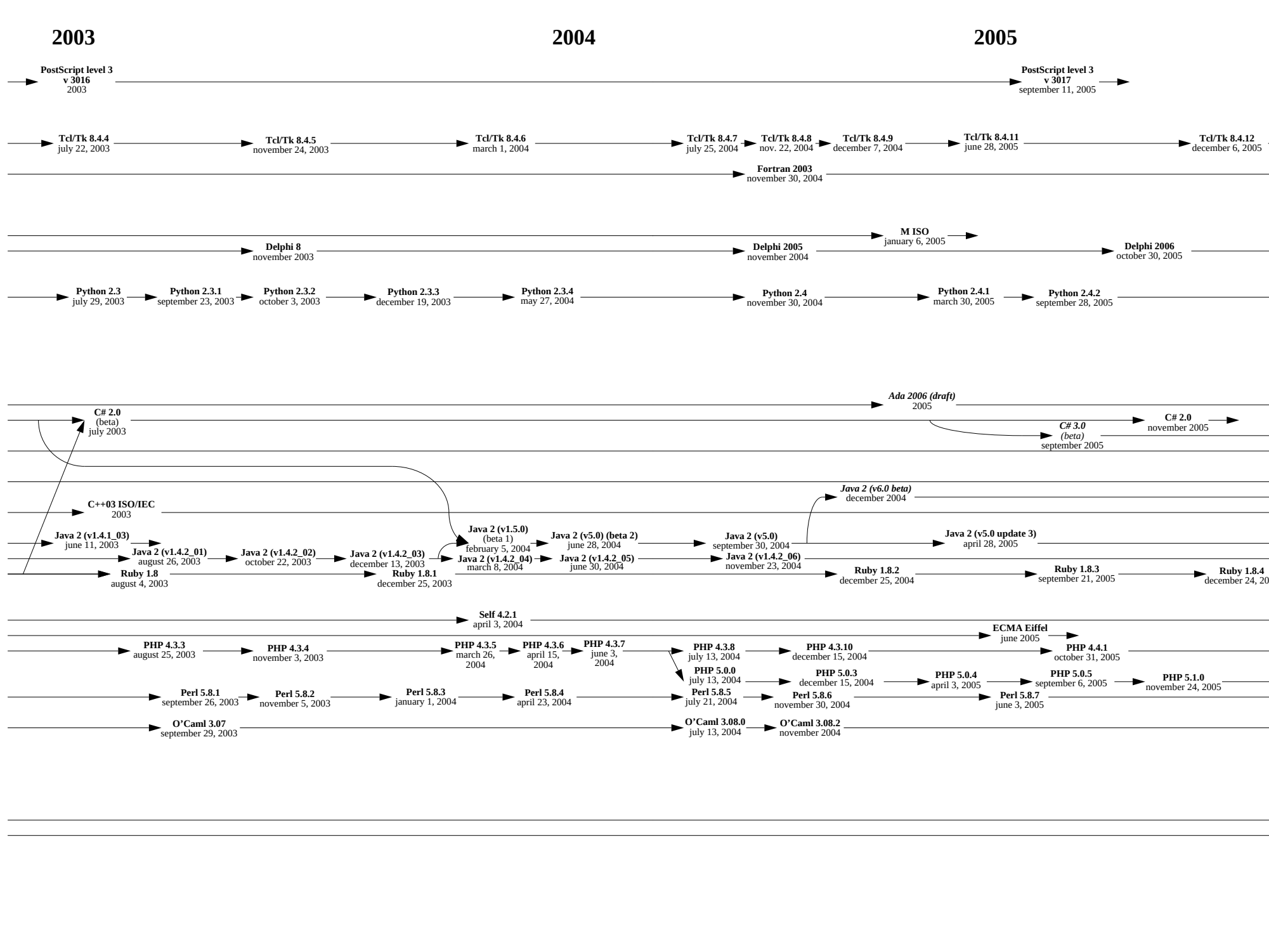


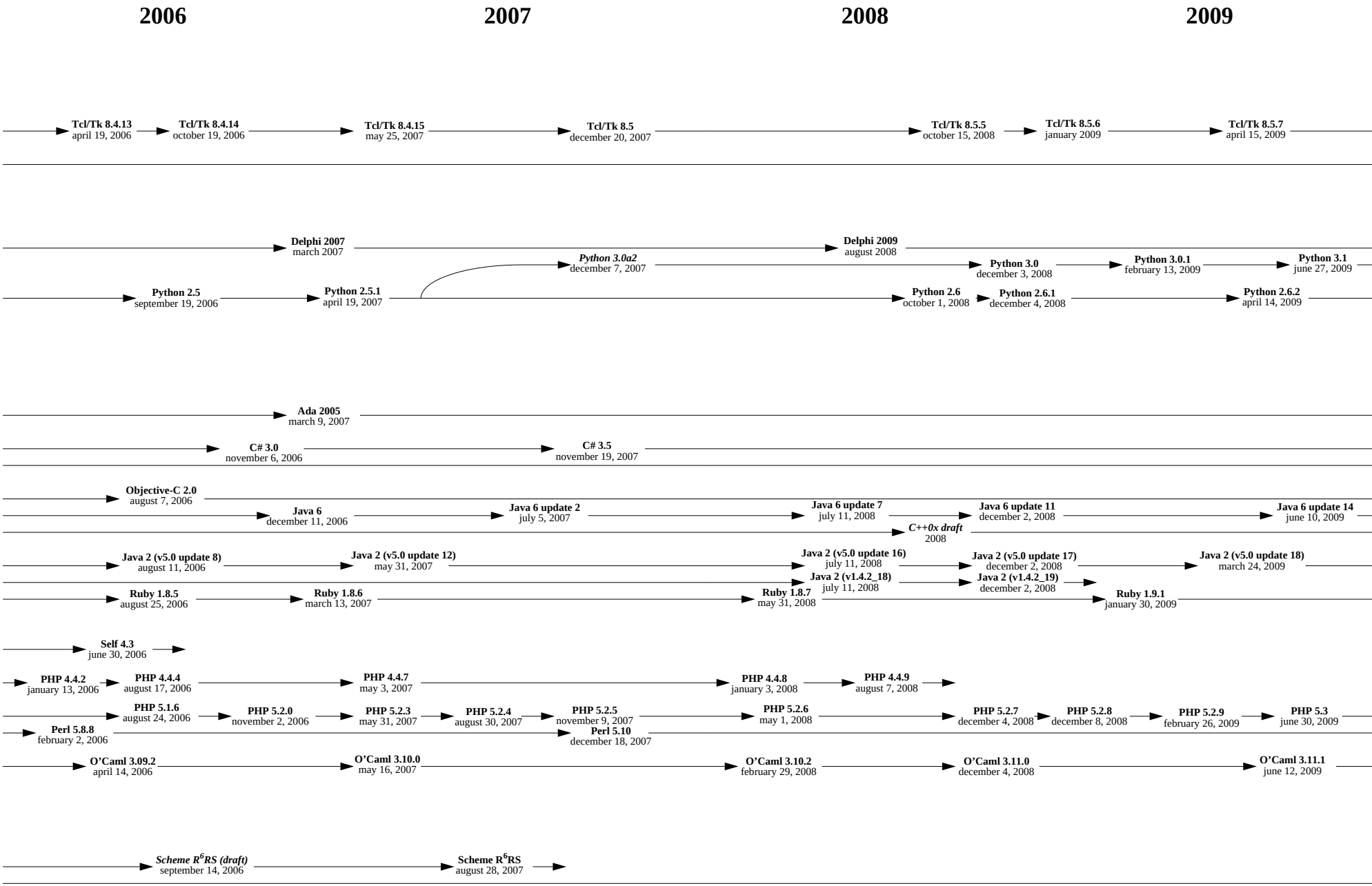
Languages
august 4, 2013

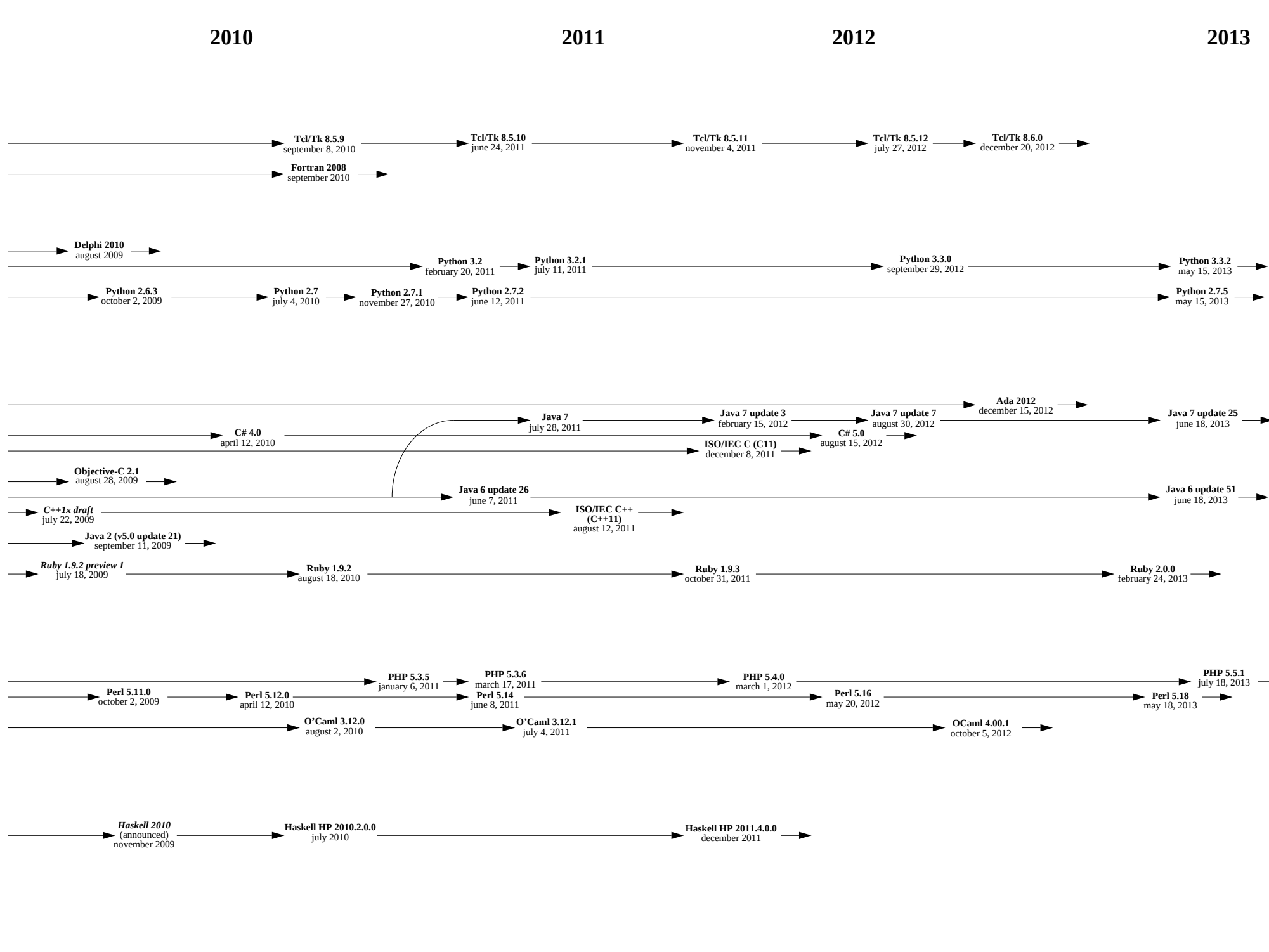

1970
1975
1980
1985
PostScript
1982
FIG-Forth
1978
Forth-83
1983
ANS Forth
1986
OO Forth
1987
Object Logo
1986
Tcl
mid 1988
Tcl/Tk
end 1988
FORTRAN V
(Fortran 77 ANSI)
april 1978
Prolog
1970
Prolog II
october 1982
Prolog III
1984
A
1988
MUMPS (ANSI)
september 15, 1977
Sharp APL
MUMPS (FIPS)
1986
Modula 3
1988
APL 2
august 1984
B
1981
ABC
1987
COBOL 74 ANSI
1974
COBOL 85 ISO/ANSI
1985
Object Pascal
1985
Borland
Turbo Pascal
Rex 1.00
may 1979
Rex 2.00
1980
Rex 3.00
1982
Rexx 3.20
1984
Pascal
1970
Pascal AFNOR
1983
Oberon
1987
PL/M
1972
Modula
1975
Modula 2
1979
Ada
1979
Ada 83 ANSI
january 1983
Ada ISO
1987
PL/1 ANS
1976
Concurrent C
1984
C
1971
C (K&R)
1978
Classic C
ANSI C
(C89)
1989
Objective-C
1983
C with Classes
april 1980
C++
july 1983
ARM C++
1989
CLU
1974
Mesa
1977
Cedar
1983
Smalltalk
1971
Smalltalk-72
1972
Smalltalk-74
1974
Smalltalk-76
1976
Smalltalk-78
1978
Smalltalk-80
1980
sed
1973
Self
Mainsail
1975
Eiffel
1986
Eiffel 2
1988
awk
1978
nawk
1985
KRC
1981
csh
october 1978
SASL
1976
Miranda
1982
Perl 1.000
december 18, 1987
Perl 2.000
january 5, 1988
Perl 3.000
october 18, 1989
MS Basic 2.0
july 1975
BASICA
1981
GW-Basic
1983
QuickBasic 1.0
1985
QuickBasic 4.5
1988
MS Basic PDS 7.0
1989
Common Lisp
1984
Clos
1989
Scheme
1975
Scheme MIT
1978
Scheme 84
1984
Haskell 1.0
1987
ML
1973
SML
1984
SL5
1976
Icon
1977
Caml
1987


1990
1995
PostScript level 2
1992
PostScript level 3
september 11, 1996
ISO Forth
1997
Tcl/Tk 8.1
april 1999
Tcl/Tk 8.2.3
dec. 16, 1999
Fortran 90 ISO
1991
Fortran 95 ISO
december 15, 1997
A+
1992
Prolog IV
1997
J
1990
K
1996
MUMPS ISO
1992
M
1994
M ANSI
dec 8, 1995
Open M
dec 11, 1995
M ISO
1999
Delphi
march 2, 1995
Delphi 5
august, 1999
APL96
1996
Python
1991
Python 1.5.2
april 13, 1999
OO COBOL
1997
ANSI Rexx
Object Rexx
february 25, 1997
Oberon-2
1991
Modula-2 ISO
june 1, 1996
Modula-2 ISO
Generic Extension
december 19, 1998
Ada 95
1995
NetRexx
1991
NetRexx 1.150
july 23, 1999
ISO C
(C90)
december 15, 1990
ISO C
(C95)
april 1, 1996
ISO C (C99)
december 1, 1999
JScript
may 1996
LiveScript
1995
JavaScript
december 1995
JavaScript 1.5
JavaScript 2.0
(draft 1)
february 18, 1999
C++98 ANSI/ISO
1998
ECMAScript
june 1997
ECMAScript ed3
december 1999
Cmm
1992
Oak
june 1991
Java 1
may 23, 1995
Java 2 (v1.2)
december 8, 1998
Ruby
february 24, 1993
Ruby 0.95
december 1995
Ruby 1.1 alpha 0
august 13, 1997
Ruby 1.3.2
april 2, 1999
ANSI Smalltalk
may 19, 1998
Self 4.0
july 10, 1995
Eiffel 3
1993
Eiffel 4
december 11, 1996
Eiffel 4.2
february 6, 1998
PHP/FI
1995
PHP 2.0
nov. 13, 1997
PHP 3.0
june 6, 1998
Sather 0.1
june 1991
Sather 1.0
mid-1994
Sather 1.1
september 1995
Sather 1.2.1
november 4, 1999
Perl 4.000
march 21, 1991
Perl 5.000
october 18, 1994
Perl 5.005_50
july 26, 1998
Objective Caml
1996
O'Caml 1.0.7
december 11, 1997
O'Caml 2
1998
MS PDS 7.1
1990
Visual Basic 1.0
may 20, 1991
Visual Basic 2.0
march 1992
Visual Basic 3.0
june 93
Visual Basic 4.0
september 1995
Visual Basic 5.0
april 1997
Visual Basic 6.0
june 16, 1998
Common Lisp ANSI
december 8, 1994
Scheme IEEE
1990
Scheme R5RS
1998
Haskell 1.1
april 1, 1990
Haskell 1.2
march 1992
Haskell 1.3
may 1996
Haskell 1.4
april 1997
Haskell 98
february 1999
SML '90
1990
SML '97
1997
Caml 2-6.1
1991
Caml 3.1
1993


2000
2002
colorForth
july 31, 2001
Tcl/Tk 8.3
october 22, 2001
Tcl/Tk 8.4
september 10, 2002
Tcl/Tk 8.4.1
october 22, 2002
Tcl/Tk 8.4.2
march 3, 2003
Tcl/Tk 8.4.3
may 20, 2003
Fortran 2000
(draft)
september 30, 2002
Delphi 6
may 1, 2001
Delphi 7
august 6, 2002
Python 1.6
september 5, 2000
Python 2.0
october 16, 2000
Python 2.1
april 17, 2001
Python 2.2
december 21, 2001
Python 2.2.1
april 10, 2002
Python 2.2.2
october 14, 2002
Python 2.3a2
february 19, 2003
Python 2.2.3
may 30, 2003
COBOL 2002 ISO/ANSI
december 2002
Active Oberon
2001
C#
june 26, 2000
C#
(ECMA)
december 13, 2001
C#
(ISO)
march 28, 2003
JScript
JavaScript 2.0
(draft 4)
april 26, 2002
ECMAScript ed4 (draft)
2002
Java 2 (v1.3)
may 8, 2000
Java 2 (v1.4)
early access
february 6, 2002
Java 2 (v1.4.0_01)
june 4, 2002
Java 2 (v1.4.1)
september 2002
Java 2
(v1.4.1_02)
february 27, 2003
Java 2 (v1.4.2)
april 29, 2003
Ruby 1.6.1
september 27, 2000
Ruby 1.6.5
september 19, 2001
Ruby 1.6.7
march 1, 2002
Ruby 1.6.8
december 24, 2002
Self 4.1
august 7, 2001
Self 4.1.6
september 2002
ISE Eiffel 5
2001
PHP 4.0
may 22, 2000
PHP 4.1.0
december 8, 2001
PHP 4.2.0
april 22, 2002
PHP 4.2.2
july 22, 2002
PHP 4.2.3
september 6, 2002
PHP 4.3.0
december 27, 2002
PHP 4.3.1
feb. 17, 2003
PHP 4.3.2
may 29, 2003
Perl 5.6.0
march 28, 2000
Perl 5.7.0
september 2, 2000
Perl 5.8.0
july 18, 2002
O'Caml 3.00
june 2000
O'Caml 3.02
july 30, 2001
O'Caml 3.03
dec 10, 2001
O'Caml 3.04
dec 12, 2001
O'Caml 3.05
july 29, 2002
O'Caml 3.06
august 20, 2002
VB.NET
(Visual Basic 7.0)
2001
Haskell 98
(revised)
december 2002
Unicon
2001


2003
2004
2005
PostScript level 3 v 3016 2003
PostScript level 3 v 3017 september 11, 2005
Tcl/Tk 8.4.4 july 22, 2003
Tcl/Tk 8.4.5 november 24, 2003
Tcl/Tk 8.4.6 march 1, 2004
Tcl/Tk 8.4.7 july 25, 2004
Tcl/Tk 8.4.8 nov. 22, 2004
Tcl/Tk 8.4.9 december 7, 2004
Tcl/Tk 8.4.11 june 28, 2005
Tcl/Tk 8.4.12 december 6, 2005
Fortran 2003 november 30, 2004
M ISO january 6, 2005
Delphi 8 november 2003
Delphi 2005 november 2004
Delphi 2006 october 30, 2005
Python 2.3 july 29, 2003
Python 2.3.1 september 23, 2003
Python 2.3.2 october 3, 2003
Python 2.3.3 december 19, 2003
Python 2.3.4 may 27, 2004
Python 2.4 november 30, 2004
Python 2.4.1 march 30, 2005
Python 2.4.2 september 28, 2005
Ada 2006 (draft) 2005
C# 2.0 (beta) july 2003
C# 2.0 november 2005
C# 3.0 (beta) september 2005
C++03 ISO/IEC 2003
Java 2 (v6.0 beta) december 2004
Java 2 (v1.4.1_03) june 11, 2003
Java 2 (v1.5.0) (beta 1) february 5, 2004
Java 2 (v5.0) (beta 2) june 28, 2004
Java 2 (v5.0) september 30, 2004
Java 2 (v5.0 update 3) april 28, 2005
Java 2 (v1.4.2_01) august 26, 2003
Java 2 (v1.4.2_02) october 22, 2003
Java 2 (v1.4.2_03) december 13, 2003
Java 2 (v1.4.2_04) march 8, 2004
Java 2 (v1.4.2_05) june 30, 2004
Java 2 (v1.4.2_06) november 23, 2004
Ruby 1.8 august 4, 2003
Ruby 1.8.1 december 25, 2003
Ruby 1.8.2 december 25, 2004
Ruby 1.8.3 september 21, 2005
Ruby 1.8.4 december 24, 20
Self 4.2.1 april 3, 2004
ECMA Eiffel june 2005
PHP 4.3.3 august 25, 2003
PHP 4.3.4 november 3, 2003
PHP 4.3.5 march 26, 2004
PHP 4.3.6 april 15, 2004
PHP 4.3.7 june 3, 2004
PHP 4.3.8 july 13, 2004
PHP 4.3.10 december 15, 2004
PHP 4.4.1 october 31, 2005
PHP 5.0.0 july 13, 2004
PHP 5.0.3 december 15, 2004
PHP 5.0.4 april 3, 2005
PHP 5.0.5 september 6, 2005
PHP 5.1.0 november 24, 2005
Perl 5.8.1 september 26, 2003
Perl 5.8.2 november 5, 2003
Perl 5.8.3 january 1, 2004
Perl 5.8.4 april 23, 2004
Perl 5.8.5 july 21, 2004
Perl 5.8.6 november 30, 2004
Perl 5.8.7 june 3, 2005
O'Caml 3.07 september 29, 2003
O'Caml 3.08.0 july 13, 2004
O'Caml 3.08.2 november 2004


2006
2007
2008
2009
Tcl/Tk 8.4.13
april 19, 2006
Tcl/Tk 8.4.14
october 19, 2006
Tcl/Tk 8.4.15
may 25, 2007
Tcl/Tk 8.5
december 20, 2007
Tcl/Tk 8.5.5
october 15, 2008
Tcl/Tk 8.5.6
january 2009
Tcl/Tk 8.5.7
april 15, 2009
Delphi 2007
march 2007
Delphi 2009
august 2008
Python 3.0a2
december 7, 2007
Python 3.0
december 3, 2008
Python 3.0.1
february 13, 2009
Python 3.1
june 27, 2009
Python 2.5
september 19, 2006
Python 2.5.1
april 19, 2007
Python 2.6
october 1, 2008
Python 2.6.1
december 4, 2008
Python 2.6.2
april 14, 2009
Ada 2005
march 9, 2007
C# 3.0
november 6, 2006
C# 3.5
november 19, 2007
Objective-C 2.0
august 7, 2006
Java 6
december 11, 2006
Java 6 update 2
july 5, 2007
Java 6 update 7
july 11, 2008
Java 6 update 11
december 2, 2008
Java 6 update 14
june 10, 2009
C++0x draft
2008
Java 2 (v5.0 update 8)
august 11, 2006
Java 2 (v5.0 update 12)
may 31, 2007
Java 2 (v5.0 update 16)
july 11, 2008
Java 2 (v5.0 update 17)
december 2, 2008
Java 2 (v5.0 update 18)
march 24, 2009
Java 2 (v1.4.2_18)
july 11, 2008
Java 2 (v1.4.2_19)
december 2, 2008
Ruby 1.8.5
august 25, 2006
Ruby 1.8.6
march 13, 2007
Ruby 1.8.7
may 31, 2008
Ruby 1.9.1
january 30, 2009
Self 4.3
june 30, 2006
PHP 4.4.2
january 13, 2006
PHP 4.4.4
august 17, 2006
PHP 4.4.7
may 3, 2007
PHP 4.4.8
january 3, 2008
PHP 4.4.9
august 7, 2008
PHP 5.1.6
august 24, 2006
PHP 5.2.0
november 2, 2006
PHP 5.2.3
may 31, 2007
PHP 5.2.4
august 30, 2007
PHP 5.2.5
november 9, 2007
PHP 5.2.6
may 1, 2008
PHP 5.2.7
december 4, 2008
PHP 5.2.8
december 8, 2008
PHP 5.2.9
february 26, 2009
PHP 5.3
june 30, 2009
Perl 5.8.8
february 2, 2006
Perl 5.10
december 18, 2007
O'Caml 3.09.2
april 14, 2006
O'Caml 3.10.0
may 16, 2007
O'Caml 3.10.2
february 29, 2008
O'Caml 3.11.0
december 4, 2008
O'Caml 3.11.1
june 12, 2009
Scheme R6RS (draft)
september 14, 2006
Scheme R6RS
august 28, 2007


2010
2011
2012
2013
Tcl/Tk 8.5.9
september 8, 2010
Tcl/Tk 8.5.10
june 24, 2011
Tcl/Tk 8.5.11
november 4, 2011
Tcl/Tk 8.5.12
july 27, 2012
Tcl/Tk 8.6.0
december 20, 2012
Fortran 2008
september 2010
Delphi 2010
august 2009
Python 3.2
february 20, 2011
Python 3.2.1
july 11, 2011
Python 3.3.0
september 29, 2012
Python 3.3.2
may 15, 2013
Python 2.6.3
october 2, 2009
Python 2.7
july 4, 2010
Python 2.7.1
november 27, 2010
Python 2.7.2
june 12, 2011
Python 2.7.5
may 15, 2013
Ada 2012
december 15, 2012
Java 7
july 28, 2011
Java 7 update 3
february 15, 2012
Java 7 update 7
august 30, 2012
Java 7 update 25
june 18, 2013
C# 4.0
april 12, 2010
C# 5.0
august 15, 2012
ISO/IEC C (C11)
december 8, 2011
Objective-C 2.1
august 28, 2009
Java 6 update 26
june 7, 2011
Java 6 update 51
june 18, 2013
C++1x draft
july 22, 2009
ISO/IEC C++
(C++11)
august 12, 2011
Java 2 (v5.0 update 21)
september 11, 2009
Ruby 1.9.2 preview 1
july 18, 2009
Ruby 1.9.2
august 18, 2010
Ruby 1.9.3
october 31, 2011
Ruby 2.0.0
february 24, 2013
PHP 5.3.5
january 6, 2011
PHP 5.3.6
march 17, 2011
PHP 5.4.0
march 1, 2012
PHP 5.5.1
july 18, 2013
Perl 5.11.0
october 2, 2009
Perl 5.12.0
april 12, 2010
Perl 5.14
june 8, 2011
Perl 5.16
may 20, 2012
Perl 5.18
may 18, 2013
O'Caml 3.12.0
august 2, 2010
O'Caml 3.12.1
july 4, 2011
OCaml 4.00.1
october 5, 2012
Haskell 2010
(announced)
november 2009
Haskell HP 2010.2.0.0
july 2010
Haskell HP 2011.4.0.0
december 2011

Beste Programmiersprache

- Es gibt keine *beste* Programmiersprache!
- Es gibt aber sehr wohl populäre:

Rank	Name	Share	Last month's share	Last year's share
1	C	17.668%	15.868%	16.825%
2	Java	14.720%	15.450%	20.381%
3	Objective-C	8.230%	8.516%	9.221%
4	C++	6.770%	7.544%	7.912%
5	Basic	5.457%	5.955%	7.592%
6	PHP	4.401%	4.144%	4.247%
7	Python	3.658%	3.363%	3.616%
8	C#	3.269%	3.444%	4.598%
9	Perl	2.566%	2.455%	2.459%
10	Ruby	1.918%	1.392%	1.576%

LPI 2013

Position 2014	Position 2013	Delta in position	language	Share in Marc 2014	Twelve month trends
1	1		Java	26.9 %	-0.5 %
2	2		PHP	13.5 %	-1.5 %
3	4	↑	Python	10.6 %	+0.6 %
4	3	↓	C#	10.5 %	-0.1 %
5	5		C++	8.8 %	-0.5 %
6	6		C	8.1 %	+0.2 %
7	7		Javascript	8.0 %	+0 %
8	8		Objective-C	6.4 %	+1.6 %
9	9		Visual Basic	3.1 %	+0.3 %
10	10		Ruby	2.5 %	+0 %

PYPL 2014

Mar 2014	Mar 2013	Change	Programming Language	Ratings	Change
1	2	^	C	17.535%	+0.39%
2	1	v	Java	16.406%	-1.75%
3	3		Objective-C	12.143%	+1.91%
4	4		C++	6.313%	-2.80%
5	5		C#	5.572%	-1.02%
6	6		PHP	3.698%	-1.11%
7	7		(Visual) Basic	2.955%	-1.65%
8	8		Python	2.021%	-2.37%
9	11	^	JavaScript	1.899%	+0.53%
10	16	^^	Visual Basic .NET	1.862%	+0.97%

TIOBE 2014

Programmierparadigmen

- Programmierparadigma: Art, Stil oder System zu programmieren
- Unterscheidung in imperative und deklarative:
- Imperative (lat. *imperare*: anordnen, befehlen), beschreibt das *WIE*:
  - Strukturiert (`if`, `else`,...)
  - Prozedural (es gibt Prozeduren)
  - Modular (Prozeduren in Module zusammengefasst)
  - Abstrakte Datentypen (bspw. objektorientiert)
- Deklarative (lat. *declarare*: erklären, verkünden), beschreibt das *WAS*:
  - Funktional
  - Logikbasiert
  - Bedingungsbasiert (Vor- und Nachbedingungen)

Ziel der Übung

- Ausgewählte Programmierparadigmen anhand von verschiedenen Sprachen kennenlernen: C, Lisp, Prolog, und Python
- Nicht: Jede vorgestellte Sprache *perfekt* beherrschen.
- Dennoch ist eine korrekte Syntax unentbehrlich.
- Einige Sprachen nutzen mehrere Programmierparadigmen.

Einstieg in eine (neue) Programmiersprache

- Oftmals mit einem Programm welches nur “Hello World!” ausgibt[2]
- Daher zum Einstieg am Besten *keine* Integrierte Entwicklungsumgebung (IDE), sondern einen Texteditor nutzen!
- Velchen Texteditor zum Programmieren?
  - Syntaxhervorhebung (Schlüsselwörter, Klammern, etc.)
  - Zeilennummerierung
  - . . .
  - Einsteiger freundliche: Notepad++, Kate, Geany,..
- Unterschiede zwischen Sprachen: Syntax, Anweisungen, Variablen, Operatoren, Datentypen, Bibliotheken

[2] http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Hello_world_program_examples

Was ist ein Sprachstandard?

- Er definiert äußerst genau die Syntax und Semantik einer Sprache.
- Jede wichtige Sprache hat ein Dokument das sie definiert.
- Oft offiziell standardisiert bspw. durch ISO, ANSI
- Beipiel: ISO/IEC 9899 für die Programmiersprache C:
  - Standards: c89, c90,c99,c11
  - Dialekte: gnu89, gnu90, gnu11
  - Entürfe: c1x, gnu1x, . . .
- Oft auch nur de-facto Standards: Python 2.7.2, Java SE 8
- Kompiler und Interpreter sind Implementationen eines Standards oder Dialekts

Lesbarer Quelltext!

- Quelltext ist von Programmierern für Programmierer.
- Maschinen (Kompiler, Interpreter) ist Lesbarkeit egal.

```
1 #include<stdio.h>
2 main(){
3 printf("Hello World!");
4 return 0
5 ;}
```

Lesbarer Quelltext!

- Quelltext ist von Programmierern für Programmierer.
- Maschinen (Kompiler, Interpreter) ist Lesbarkeit egal.

```
1 #define q char
2 #define s q p[14]=y;
3 #define i main
4 #include "stdio.h"
5 #define y {72,101,108,108,111,32,87,111,114,108,100,33}
6 #define k int
7 #define e ex
8 #define t return
9 k i(k a,q**aa){s a=printf(p);if(a!=12){
10 t(p[11]-p[5]);}else{t(p[4]-p[7]);}}
```

Lesbarer Quelltext!

- Quelltext ist von Programmierern für Programmierer.
- Maschinen (Kompiler, Interpreter) ist Lesbarkeit egal.

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3
4  int main( int argc, char **argv ) {
5    int err = 0;
6    err = printf("Hello World !");
7    if( err != 13 ) {
8      exit( EXIT_FAILURE ); // can't use printf
9    }
10   else {
11     exit( EXIT_SUCCESS ); // inform OS about success
12   }
13 }
```

Was macht Quelltext lesbar?

- Einheitlich schreiben
- Nicht zu viel in eine Zeile packen
- Oft Quelltext in Blöcken organisiert: einrücken und klammern!
- Nicht zu lange und nicht zu kurze, sondern treffende Bezeichner
- Prägnant Quelltext dokumentieren (WARUM, nicht WAS)
- Klammern immer gleich setzen
- Nicht alle Möglichkeiten einer Sprache ausnutzen: 4-Sterne Programmierer, ’if’ mit nur einer Anweisung ungeklammert
- Binäre Operatoren mit Leerzeichen trennen, Unäre nicht
- Prägnant und unkompliziert (Codeduplikation vermeiden!)
- . . .

Hilfe! Es geht net!

- Es gibt im wesentlichen folgende Fehler:
  - Fehler bei der Erzeugung des Programms
    - Syntaxfehler
    - Linkerfehler
  - Fehler zur Laufzeit des Programms
    - Semantische Fehler (Inhaltlich)
    - Laufzeitfehler (Division durch Null, out of memory, etc.)
- Warnungen des Kompilers, Linkers oder Interpreters sind keine Fehler, sollten aber immer ernst genommen werden.

Fehlersuche / Fehlervermeidung

- Auch debuggen (entwanzen) genannt
- Zwischenergebnisse ausgeben: printf-debugging
- Zusicherungen (asserts)
- Const-Correctness
- Spezielle Programme: Debugger, Profiler, Versionskontrollsysteme
- Kleine Testprogamme schreiben (Unit Tests, Integration Tests, etc)
- ...
- Evtl. aber auch einfach nur die falsche Datei editiert? Nicht neu kompiliert?

Mehrsprachige Programme (polyglott)

```
1 /*The following is in C, Pascal, FORTRAN, and PHP.*/
2
3 const a = '\''; void b()/*'; var b:string;{
4 c */ { /*
5 c document.fgColor='#ffffff'";
6 cos(1);print "Merry Christmas" ?>
7 17 format('Merry Christmas')
8 write(6, 15)
9 stop
10 end
11 c */
12 char *a = "}begin b\coloneqq'{"; } int main () { /*'; writeln{*/
13 char cbuf[64]; sprintf(cbuf, "}('Merry Christmas') end. {");
14 cbuf[29] = '\0'; printf(cbuf+3); return 0; }
```

http://www.gnu.org/fun/jokes/merry-xmas.html

Mehrsprachige Programme (polyglott)

```
1  /*The following is in C, Pascal, FORTRAN, and PHP.*/
2
3  const a = '\''; void b()/*'; var b:string;{
4  c */ { /*
5  c document.fgColor='#ffffff'";
6  cos(1);print "Merry Christmas" ?>
7  17 format('Merry Christmas')
8  write(6, 15)
9  stop
10 end
11 c */
12 char *a = "}begin b\coloneqq'{"; } int main () { /*'; writeln{*/
13 char cbuf[64]; sprintf(cbuf, "}('Merry Christmas') end. {");
14 cbuf[29] = '\0'; printf(cbuf+3); return 0; }
```

http://www.gnu.org/fun/jokes/merry-xmas.html

Mehrsprachige Programme (polyglott)

```
1  /*The following is in C, Pascal, FORTRAN, and PHP.*/
2
3  const a = '\''; void b()/*'; var b:string;{
4  c */ { /*
5  c document.fgColor='#ffffff'";
6  cos(1);print "Merry Christmas" ?>
7  17 format('Merry Christmas')
8  write(6, 15)
9  stop
10 end
11 c */
12 char *a = "}begin b\coloneqq'{"; } int main () { /*'; writeln{*/
13 char cbuf[64]; sprintf(cbuf, "}('Merry Christmas') end. {");
14 cbuf[29] = '\0'; printf(cbuf+3); return 0; }
```

http://www.gnu.org/fun/jokes/merry-xmas.html

Mehrsprachige Programme (polyglott)

```
/*The following is in C, Pascal, FORTRAN, and PHP.*/

const a = '\''; void b()/*'; var b:string;{
c */ { /*
c document.fgColor='#ffffff'";
cos(1);print "Merry Christmas" ?>
17 format('Merry Christmas')
write(6, 15)
stop
end
c */
char *a = "}begin b\coloneqq'{"; } int main () { /*'; writeln{*/
char cbuf[64]; sprintf(cbuf, "}('Merry Christmas') end. {");
cbuf[29] = '\0'; printf(cbuf+3); return 0; }
```

http://www.gnu.org/fun/jokes/merry-xmas.html

Mehrsprachige Programme (polyglott)

```
1  /*The following is in C, Pascal, FORTRAN, and PHP.*/
2
3  const a = '\''; void b()/*'; var b:string;{
4  c */ { /*
5  c document.fgColor='#ffffff'";
6  cos(1);print "Merry Christmas" ?>
7  17 format('Merry Christmas')
8  write(6, 15)
9  stop
10 end
11 c */
12 char *a = "}begin b\coloneqq'{"; } int main () { /*'; writeln{*/
13 char cbuf[64]; sprintf(cbuf, "}('Merry Christmas') end. {");
14 cbuf[29] = '\0'; printf(cbuf+3); return 0; }
```

http://www.gnu.org/fun/jokes/merry-xmas.html