



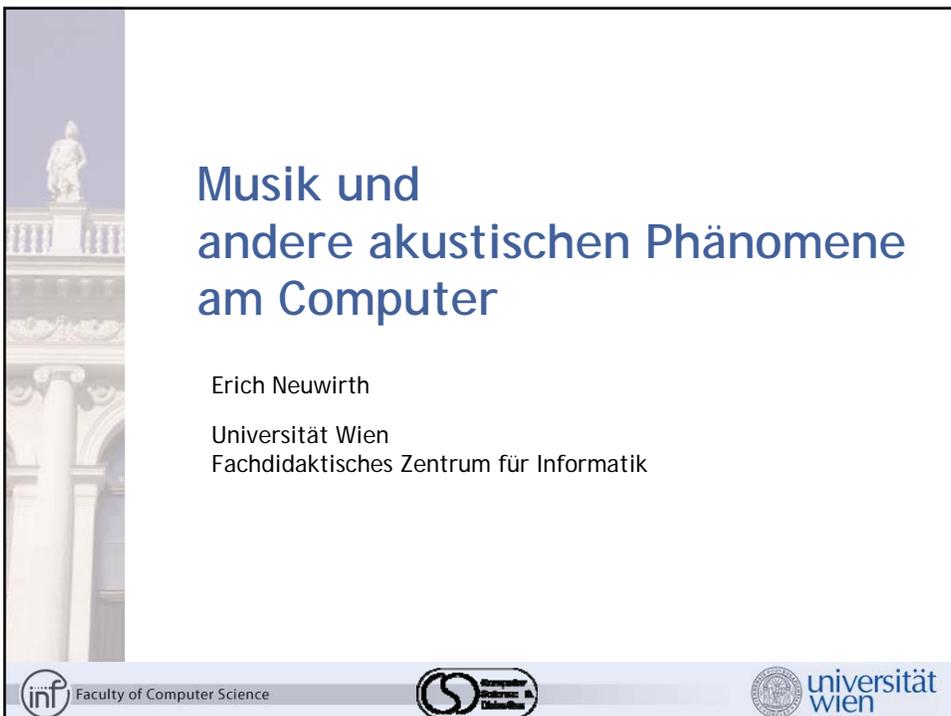
# Musik und Komponieren mit Standardprogrammen

Erich Neuwirth

Universität Wien  
Fachdidaktisches Zentrum für Informatik



Faculty of Computer Science



# Musik und andere akustischen Phänomene am Computer

Erich Neuwirth

Universität Wien  
Fachdidaktisches Zentrum für Informatik



Faculty of Computer Science



## Musik als Transportmittel für Informatikkonzepte

Musik (und Sound) ist für viele Schüler interessant

Musikalische Ideen kann man relativ einfach diskutieren

Implementation ist mit verschiedenen Hilfsmitteln möglich

My feeling is that when we prepare a program, the experience can be just like composing poetry or music

Donald E. Knuth  
"Computer Programming as an Art"  
Turing Award Speech, 1974



Faculty of Computer Science



## Wiedergabe von Musik



Faculty of Computer Science



# Repräsentationen von Musik

Frère Jacques

Trad.



```
X:1
T: Fr\ 'ere Jacques
C: Trad.
M: C |
L: 1/4
K: C
C D E C | C D E C | E F G2 | E F G2 |
G/2A/2G/2F/2 E C | G/2A/2G/2F/2 E C |
C G, C2 | C G, C2 |]
```



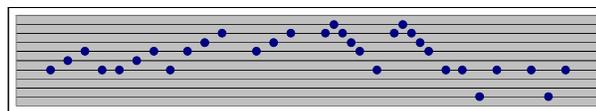
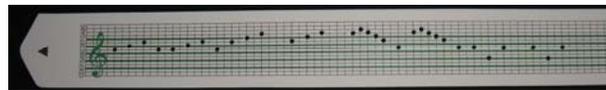
Faculty of Computer Science



# Repräsentationen von Musik

Frère Jacques

Trad.



0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	26	28	32	33	34	35	36	38	40	41	42	43	44	46	48	50	52	56	58	60
0	1	2	0	0	1	2	0	2	3	4	2	3	4	4	4	3	2	0	4	5	4	3	2	0	0	-3	0	0	-3	0	



Faculty of Computer Science



## Repräsentationen von Musik

Frère Jacques

Trad



100	note	1	60	1	250	[	0	[	note	1	60	1	250	]]
250	note	1	62	1	250	[	250	[	note	1	62	1	250	]]
250	note	1	64	1	250	[	250	[	note	1	64	1	250	]]
250	note	1	60	1	250	[	250	[	note	1	60	1	250	]]
250	note	1	60	1	250	[	250	[	note	1	60	1	250	]]
250	note	1	62	1	250	[	250	[	note	1	62	1	250	]]
250	note	1	64	1	250	[	250	[	note	1	64	1	250	]]
250	note	1	60	1	250	[	250	[	note	1	60	1	250	]]



Faculty of Computer Science



## Haptische Manipulation in Tabellenkalkulation

Direkte Manipulation (Angreifen)

Strukturieren mit Programmblöcken

2-stufige Programmiersprache

Phrasensprache

Assembler, der auf Phrasen operiert

Phrase

reftime	frere				
100	note	1	60	1	250
250	note	1	62	1	250
250	note	1	64	1	250
250	note	1	60	1	250
250	note	1	60	1	250
250	note	1	62	1	250
250	note	1	64	1	250
250	note	1	60	1	250

Assembler

	clearall		
init	define	\$A\$20:\$D\$24	
frere	define	\$A\$1:\$E\$9	
frere1	copy	frere	
frere2	copy	frere	2
frere2	rechannel	1	
frere2	timeshift	2000	
all	copy	init	
all	merge	frere1	
all	merge	frere2	
all	play		



Faculty of Computer Science



## Erweiterung musikalischer Ideen

Position im Raum (Lautstärke, Stereoposition, Hall)

Projekt Geigerzähler: Welche Zufallszahlen stimmen?

Separate Ereignisströme: Prozesssynchronisation, Parallelisierung

Wenn die Projekte zu komplex werden,  
unterstützt Tabellenkalkulation den Strukturierungsprozess  
nicht gut genug



## Höhere Programmiersprache: LOGO

Musik-Bibliothek

Einfache Programmierung:

Sequentialisierung von MIDI-Kommandos  
und musikalischer Repräsentation

```
foreach [60 64 67] [noteon 1 ? 1  
                    wai tmi lli 250  
                    noteoff 1 ? 0]
```

Musikalische Operationen sehr unbequem

Andere Repräsentation:

```
to ourmel ody  
  output [[0 [note 1 60 1 500]] [500 [note 1 62 1 500]]  
         [500 [note 1 64 1 500]] [500 [note 1 67 1 500]]  
         [500 [note 1 72 1 250]] [250 [note 1 67 1 250]]  
         [250 [note 1 64 1 250]] [250 [note 1 62 1 250]]  
         [250 [note 1 60 1 1000]]]  
end  
playstream ourmel ody
```



## Programmierkonzepte

Operationen auf Noten und Phrasen führen ganz natürlich zu Konstrukten höherer Ordnung (lambda expressions)

Syntaktisch einfache Sprache, also sind die Projekte "unterrichtstauglich"

Musik und akustische Phänomäne sind natürliche Beispiele von simultan ablaufenden Prozessen mit Synchronisation

Noten und Phrasen sind Datenstrukturen

Musikalische (kompositorische) Ideen müssen als Informatikkonzepte und Programmierkonstrukte entworfen und implementiert werden

Music kann auch als MIDI-Datei gespeichert werden: Interpreter und Compiler



## Typische Projekte

Einfache Melodie

Kanon

Geigerzähler

Marschierender Trommler

Marschierende Musikkapelle

Vorbeifahrendes Rettungsauto (Bewegung und Doppler-Effekt)

Project in Kooperation mit Northeastern University, Boston



## Materialien

MidiCSD

<http://sunsite.univie.ac.at/musicfun/>

FMSLogo

<http://fmslogo.sourceforge.net/>

ABC Music Project

<http://abc.sourceforge.net/>

LilyPond (Notensatzsystem, Open Source, frei, anspruchsvoll)

<http://lilypond.org/>

Musette (freies Notensatzsystem, einfach)

<http://musettemusic.com/>

Finale Notepad (einfach, nicht frei, aber billig)

<http://www.finalemusic.com>

