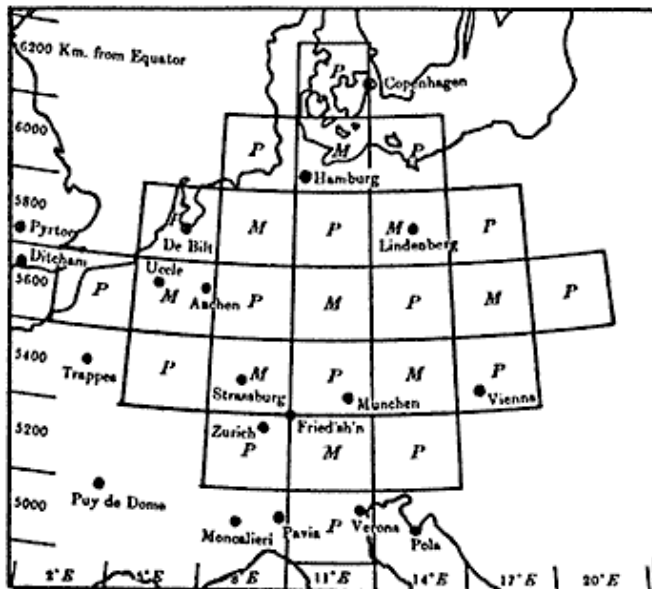


Digitale Narrationen des Klimas

Computer, Code, Modelle

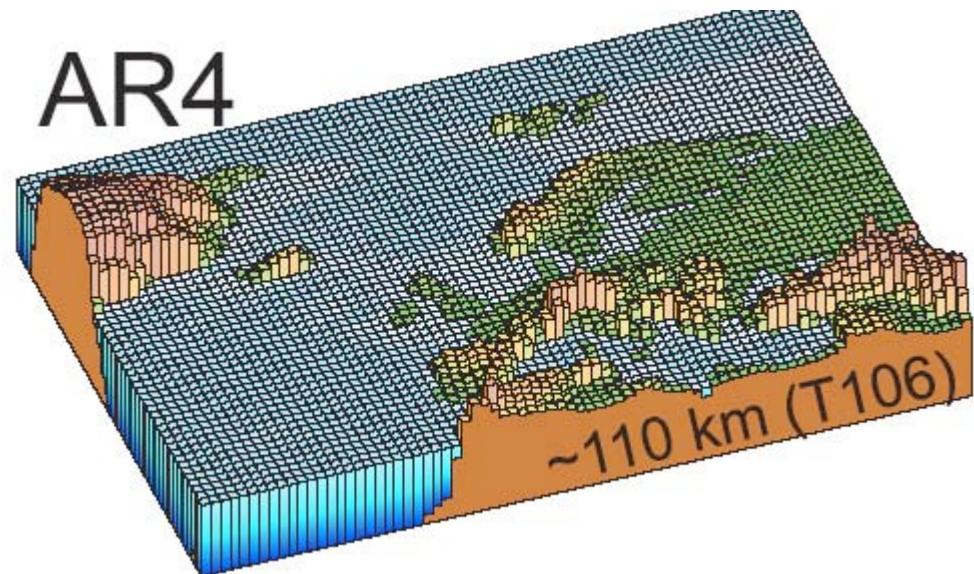
Gabriele Gramelsberger, FU Berlin / khm Köln

18.11.2008 Wissenswerte Bremen



Lewis F. Richardson, 1922
Assessment Report, 2007

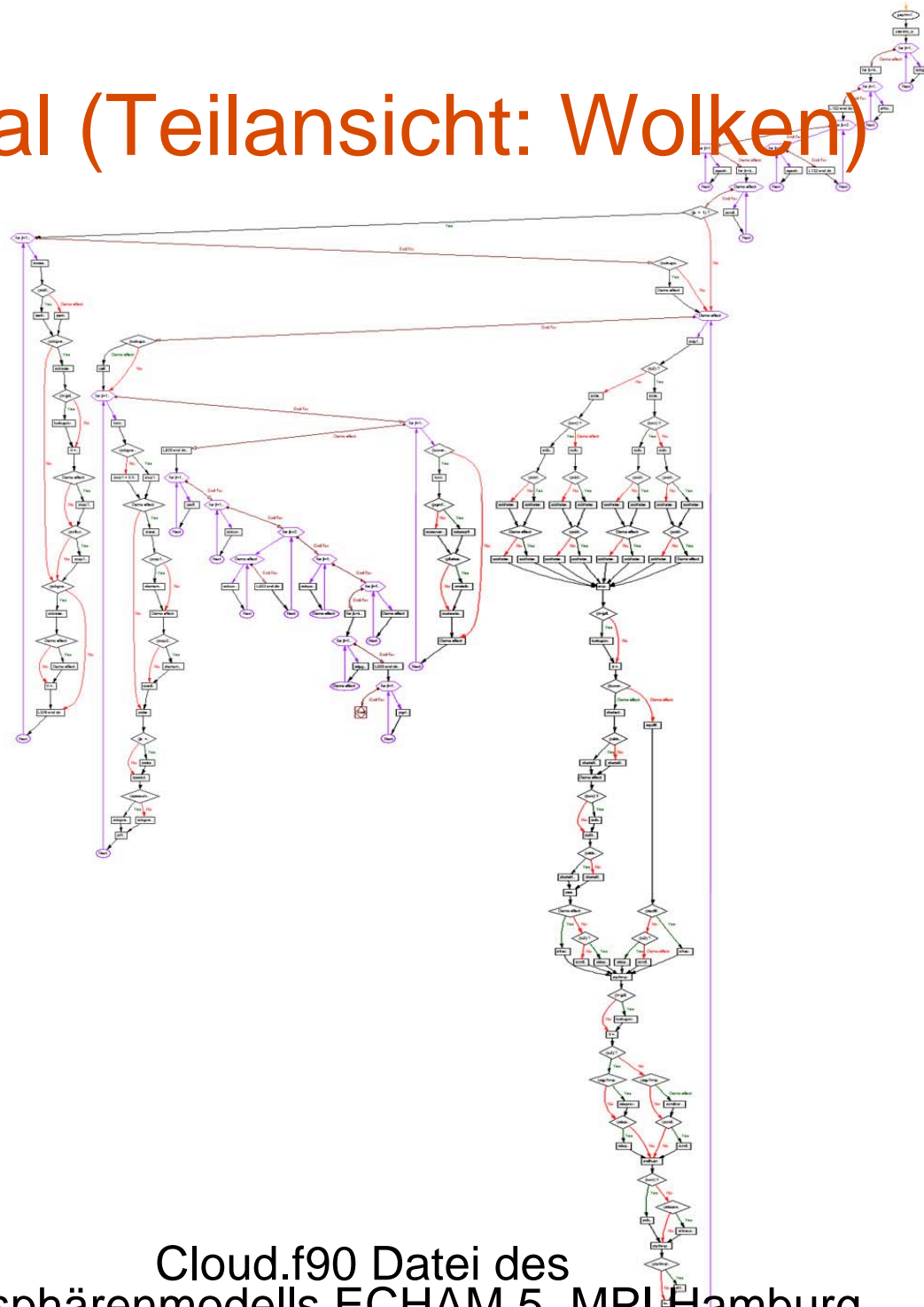
Wetter



IPCC Fourth

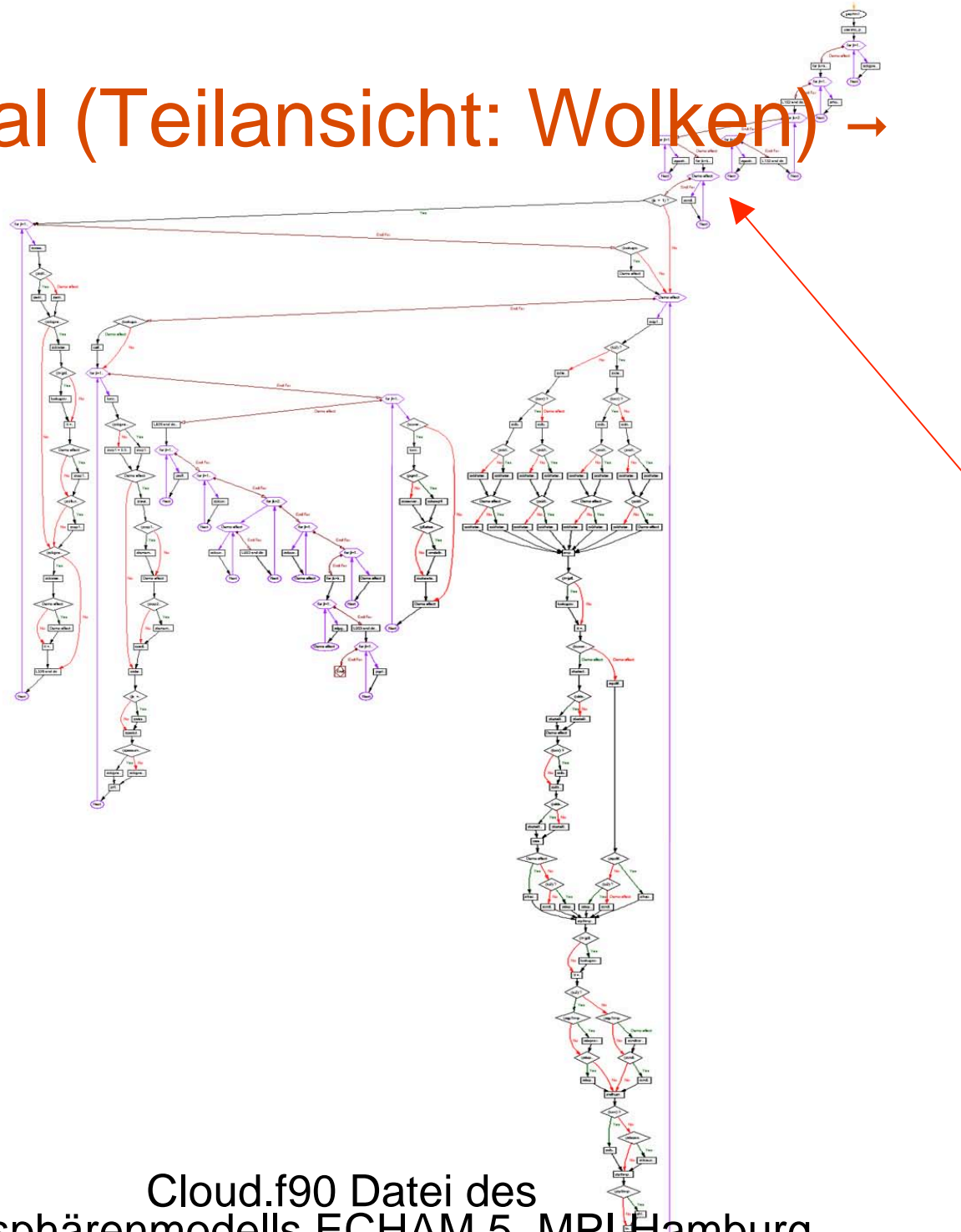
Klima

Klima, digital (Teilansicht: Wolken)



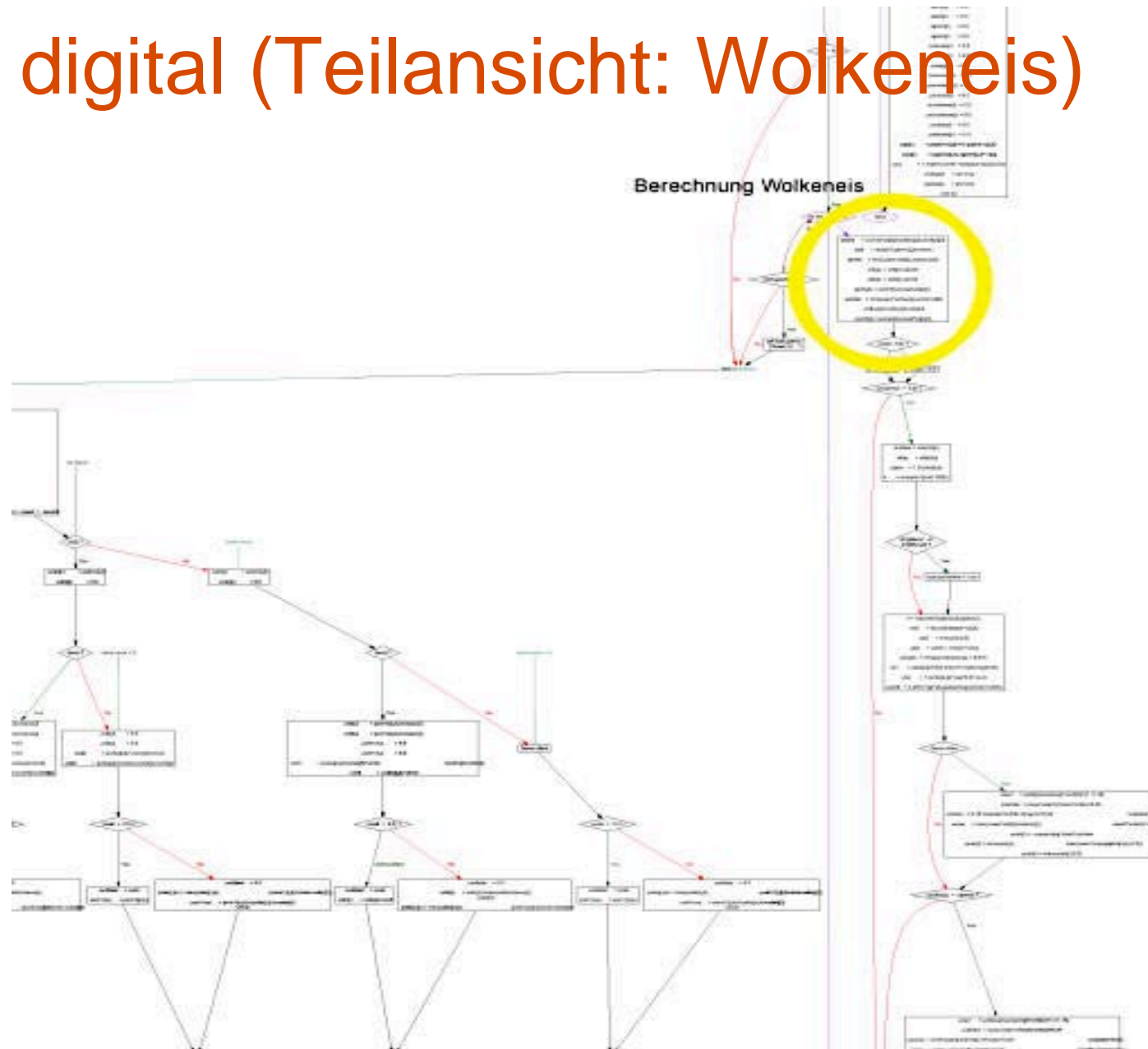
Cloud.f90 Datei des
Atmosphärenmodells ECHAM5 MPI Hamburg

Klima, digital (Teilansicht: Wolken) → zoom in



Cloud.f90 Datei des
Atmosphärenmodells ECHAM 5 MPI Hamburg

Klima, digital (Teilansicht: Wolkeneis)



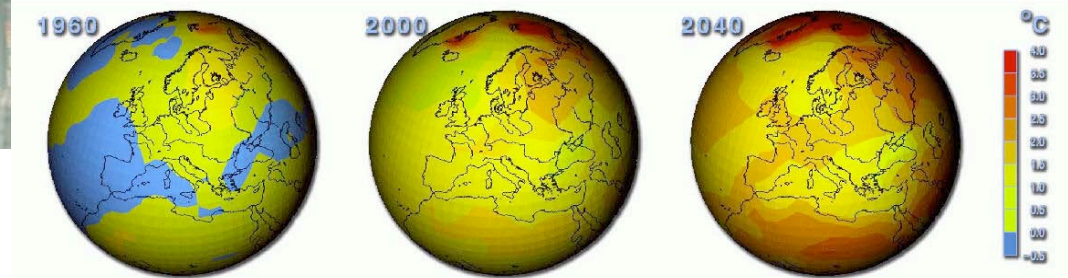
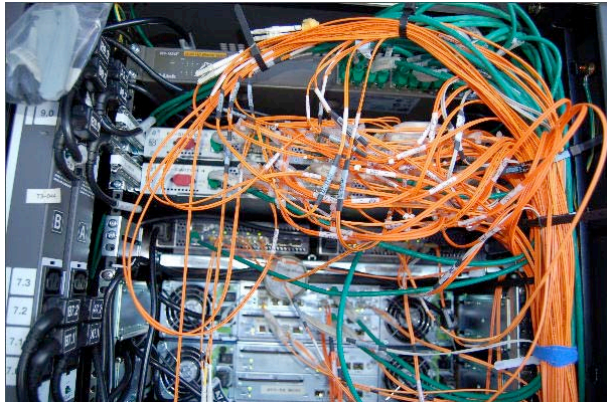
Berechnung Wolkeneis in der Cloud.f90 Datei des
Atmosphärenmodells ECHAM 5 MPI Hamburg

Klima, digital (Teilansicht: Wolkeneis)

```
!
!
!       3.   Modification of incoming precipitation fluxes by
!           melting, sublimation and evaporation
!
!       IF (jk .GT. 1) THEN
!
!       DIR$ CONCURRENT
!           DO 331 j1 = 1,kpoma
!
!           3.1   Melting of snow and ice
!
!           zcons      = zcons2*zdp(j1)/(z1sdcp(j1)-z1vdcp(j1))
!           ztdif      = MAX(0.0,ptm1(j1,jk)-tmelt)
!           zsnm1t     = MIN(zxsec*zsf1(j1),zcons*ztdif)
!           zrf1(j1)   = zrf1(j1)+zsnm1t
!           zsf1(j1)   = zsf1(j1)-zsnm1t
!           zsm1t(j1)  = zsnm1t/(zcons2*zdp(j1))
!           zximelt    = MIN(zxsec*zxiflux(j1),zcons*ztdif)
!           zxiflux(j1)=zxiflux(j1)-zximelt
!           zxim1t(j1) =zximelt/(zcons2*zdp(j1))
!           IF (ztdif.GT.0.0) THEN
!               zim1t(j1) = MAX(0.0,pxim1(j1,jk)+pxite(j1,jk)*ztmst)
!           ELSE
!               zim1t(j1) = 0.0
!           END IF
!
!       END IF
!
!       END DO
!
!       END CONCURRENT
!
!   END IF
!
```

Berechnung Schmelzrate für Wolkeneis in der Cloud.f90 Datei des
Atmosphärenmodells ECHAM 5 MPI Hamburg

Labor zur Erzeugung von 'Klima'



Wissenschaftsforschung im Computerlabor 2006

Wissenschaftsphilosophische Frage

Was wird im 'Klimalabor' erzeugt?

Empirist:

Repräsentation des realen Phänomens 'Klima'

Konstruktivist:

(Statistisches) Laborphänomen mit der
Bezeichnung Klima

Wissenschaftsphilosophische Frage

Was wird im 'Klimalabor' erzeugt?

Empirist:

Repräsentation des realen Phänomens 'Klima'

→ 'Reale Phänomen' ist nicht erlebbar oder direkt messbar, sondern lässt sich nur als Differenz aus den Messdaten des Wetters auslesen

Konstruktivist:

(Statistisches) Laborphänomen mit der Bezeichnung Klima

→ Welchen Realitätsgehalt hat das Laborphänomen 'Klima'? (Wie lässt es sich evaluieren und validieren?)

Wissenschaftsphilosophische Frage

Was wird im 'Klimalabor' erzeugt?

Empirist:

Repräsentation des realen Phänomens 'Klima'

→ 'Reale Phänomen' ist nicht erlebbar oder direkt messbar, sondern lässt sich nur als Differenz aus den Messdaten des Wetters auslesen

⇒ Was wird heute in den Wissenschaften unter 'real' verstanden?

Konstruktivist:

(Statistisches) Laborphänomen mit der Bezeichnung Klima

→ Welchen Realitätsgehalt hat das Laborphänomen 'Klima'? (Wie lässt es sich

Wissenschaftsphilosophische Frage

'Klima' als epistemisches Objekt ist eine problematische Konstruktion

Wissenschaftsjournalistisches Problem:
Vermittlung des Realitäts-verständnisses aktueller Wissenschaft, das sich nicht mit unserem Alltagsverständnis von Realität deckt

→ Nichterlebbbarkeit, langfristige und komplexe Wechselwirkungen, Unsicherheitsthematik, etc.
(keine exakte Aussage wann, wo und warum der Klimawandel stattfindet)

Wissenschaftsphilosophisches Problem:
Beschaffenheit des Realitäts-verständnisses aktueller Wissenschaft

→ Epistemischer und forschungspraktischer

Wissenschaftsphilosophische Frage

'Klima' als epistemisches Objekt ist eine problematische Konstruktion

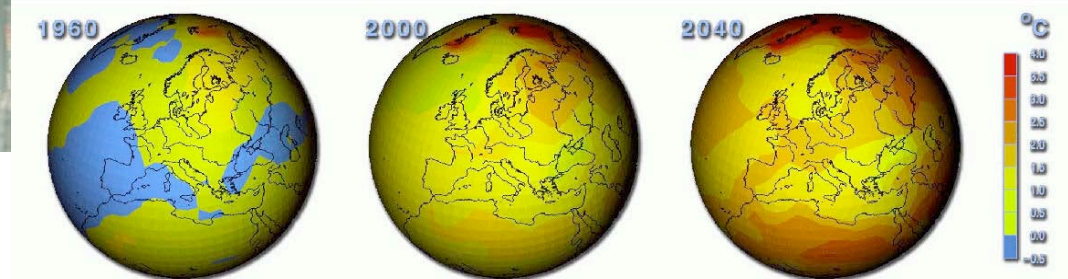
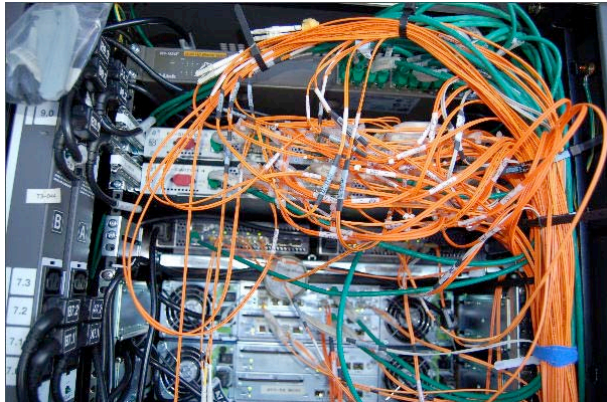
Wissenschaftsjournalistisches Problem:
Vermittlung des Realitäts-verständnisses aktueller Wissenschaft, das sich nicht mit unserem Alltagsverständnis von Realität deckt

→ Nichterlebbbarkeit, langfristige und komplexe Wechselwirkungen, Unsicherheitsthematik, etc.
(keine exakte Aussage wann, wo und warum der Klimawandel stattfindet)

Wissenschaftsphilosophisches Problem:
Beschaffenheit des Realitäts-verständnisses aktueller Wissenschaft

→ Epistemischer und forschungspraktischer

Labor zur Erzeugung von 'Klima'



Wissenschaftsforschung im Computerlabor 2006

Digitale Narrationen des Klimas

Epistemischer Wandel

Worin besteht die 'digitale Erzählweise' des Klimas?



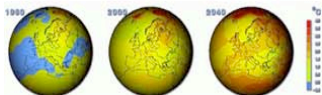
3. Modification of incoming precipitation fluxes by melting, sublimation and evaporation

(jk .GT. 1) THEN

INCURRENT
DO 331 j1 = 1,kproma

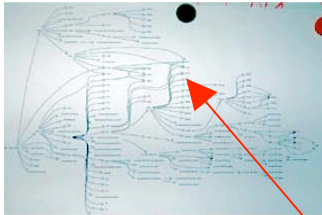
3.1 Melting of snow and ice

```
zcons = zcons2*zdpc(j1)/(z1sdpc(j1)-z1vdpc(j1))  
ztdif = MAX(0.0,pTml(j1,jk)-zmeIt)  
zsrmlt = MIN(zxsec*zsrf(j1),zcons*ztdif)  
zrfl(j1) = zrfl(j1)+zsrmlt  
zsf(j1) = zsf(j1)-zsrmlt  
zsmIt(j1) = zsrmlt/(zcons2*zdpc(j1))  
zxmeIt = MIN(zxsec*zrfl(j1),zcons*ztdif)  
zxflux(j1) = zxflux(j1)-zxmeIt  
zxflmt(j1) = zxmeIt/(zcons2*zdpc(j1))  
IF (ztdif.GT.0.0) THEN  
zflmt(j1) = MAX(0.0,pxflmt(j1,jk)+pxfte(j1,jk)*zstest  
ELSE  
zflmt(j1) = 0.0  
END IF
```



Digitale Narrationen des Klimas

Epistemischer Wandel



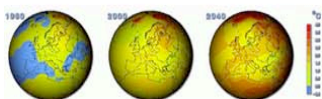
Worin besteht die 'digitale Erzählweise' des Klimas?



- Temporalität: Transformation der Gleichzeitigkeit der Phänomene in eine Reihenfolge

- Prozesshaftigkeit: Ausführbarkeit dynamischer Darstellungen (Differentialgleichungen, Veränderungs-raten)

```
3. Modification of incoming precipitation fluxes by  
melting, sublimation and evaporation  
(jk .GT. 1) THEN  
INCURRENT  
DO 331 j1 = 1, kproma  
3.1 Melting of snow and ice  
zcons = zcons2*sdp(j1)/(z1sdp(j1)-z1vsc(j1))  
ztdif = MAX(0.0, ptml(j1, jk)-smelt)  
zsmelt = MIN(zsec*zsf(j1), zcons*ztdif)  
zrf1(j1) = zrf1(j1)+zsmelt  
zsf1(j1) = zsf1(j1)-zsmelt  
zsmelt(j1) = zsmelt/(zcons+zsmelt(j1))  
zxfmelt = MIN(zxsec*zxf1(j1), zcons*ztdif)  
zxf1(j1) = zxf1(j1)+zxfmelt  
zxfmelt(j1) = zxfmelt/(zcons+zxf1(j1))  
IF (ztdif.GT. 0.0) THEN  
zfmelt(j1) = MAX(0.0, pxfm(j1, jk)+pxf1e(j1, jk)+zfmelt  
ELSE  
zfmelt(j1) = 0.0  
END IF
```



- Komplexität: Wechselwirkungen (lineare und nicht-lineare, Wechselwirkungen I/O Überlagerungen)

Wissenschaftsforschung zur

Klimamodellierung

Wandel der Forschungspraxis und -infrastruktur

These: Klimamodellierung ist aktuell die avancierteste Simulations-wissenschaft und setzt Standards der In-Silico Forschung.

- Eine der ältesten, numerischen Wissenschaften (erste Wettersimulation 1950 auf ENIAC)
- Computereperimente transformieren die Meteorologie in eine 'experimentelle Wissenschaft'
- Sozio-politischer Druck sorgt für Professionalisierung, Standardisierung und – durch IPCC Publikationsrhythmus – Synchronisierung

Wissenschaftsforschung zur

Klimamodellierung

Wandel der Forschungspraxis und -infrastruktur
→ From Science to Computational Sciences / E-Science

- e-Science Initiativen (z.B. EU: e-Infrastructure)
- Supercomputer (Berechnung der Ausbreitung einer 3D Druckwelle: per Hand 130 Jahre; 1946 ENIAC 24,3 Tage; 2007 Blue Gene/L 0,25 Mikrosekunden)
- Netzwerke (z.B. EU: GEANT, D: DFN 10 Gbit/s G-WIN)
- Grid-Computing/Virtual Lab (z.B. D-Grid)
- Petabyte-Computing (z.B. EU: PRACE Partnership for Advanced Computing in Europe: Zusammenschluss von 16 Rechenzentren, darunter Gauss Centre Jülich-Stuttgart-Garching)

Wissenschaftsforschung zur

Klimamodellierung

Wissenschaftliche Revolution des 17. Jahrhunderts

"There is no one independently given class of practises that naturally correspond to the label 'scientific experimentation'; there are many different practices, with their associated epistemological characterizations, that relate to experience and its place in the creation of natural knowledge.

In the seventeenth century old practices changed and new ones appeared. Those changing practises represent shifts in the meaning of experience itself – shifts in what people saw when they looked at the events in the natural world."

Dear, Peter: *Disciplines & Experience. The Mathematical Way in*

Wissenschaftsforschung zur

Klimamodellierung

Wissenschaftliche Revolution des 21. Jahrhunderts

"There is no one independently given class of practises that naturally correspond to the label 'scientific experimentation'; there are many different practices, with their associated epistemological characterizations, that relate to experience and its place in the creation of natural knowledge.

In the seventeenth century old practices changed and new ones appeared. Those changing practises represent shifts in the meaning of experience itself – shifts in what people saw when they looked at the events in the natural world."

Dear, Peter: *Disciplines & Experience. The Mathematical Way in*

Wissenschaftsforschung zur Klimamodellierung

Forschungsprojekte

"Computersimulationen – Neue Instrumente der Wissensproduktion" (2002 – 2008, FU Berlin im Rahmen der BMBF Förderinitiative "Wissen für Entscheidungsprozesse" der BBAW Berlin, in Zusammenarbeit mit dem MPI für Meteorologie Hamburg)

Gramelsberger: *Computerexperimente. Wandel der Wissenschaft im Zeitalter des Computers*, Transkript: Bielefeld, Feb. 2009

Gramelsberger/Feichter: *Climate Change and Policy. The Calculability of Climate Change and the Challenge of Uncertainty*, Springer: Heidelberg, Herbst 2009

"Medialität der Algorithmen \Leftrightarrow Converging Technologies" (2009 – 2011, FU Berlin/khm Köln, BMBF Forschergruppe)