

# Rückblicke – 25 Jahre Klimaforschung

Klaus Hasselmann

Max-Planck-Institut für Meteorologie,  
Hamburg

Festsymposium

Deutsches Klimarechenzentrum

Hamburg, 25 Februar 2013

1975 - 2000

**Gründungsdirektor MPI-M**

1975 - 2000

**Gründungsdirektor MPI-M**

1987 - 2000

**Wissenschaftl.Dir. DKRZ**

1975 - 2000

**Gründungsdirektor MPI-M**

1987 - 2000

**Wissenschaftl.Dir. DKRZ**

**Lieber etwas allgemeiner:**

1970 - 2000 - 2013 ....

**Wissenschaftler**

1975 - 2000

**Gründungsdirektor MPI-M**

1987 - 2000

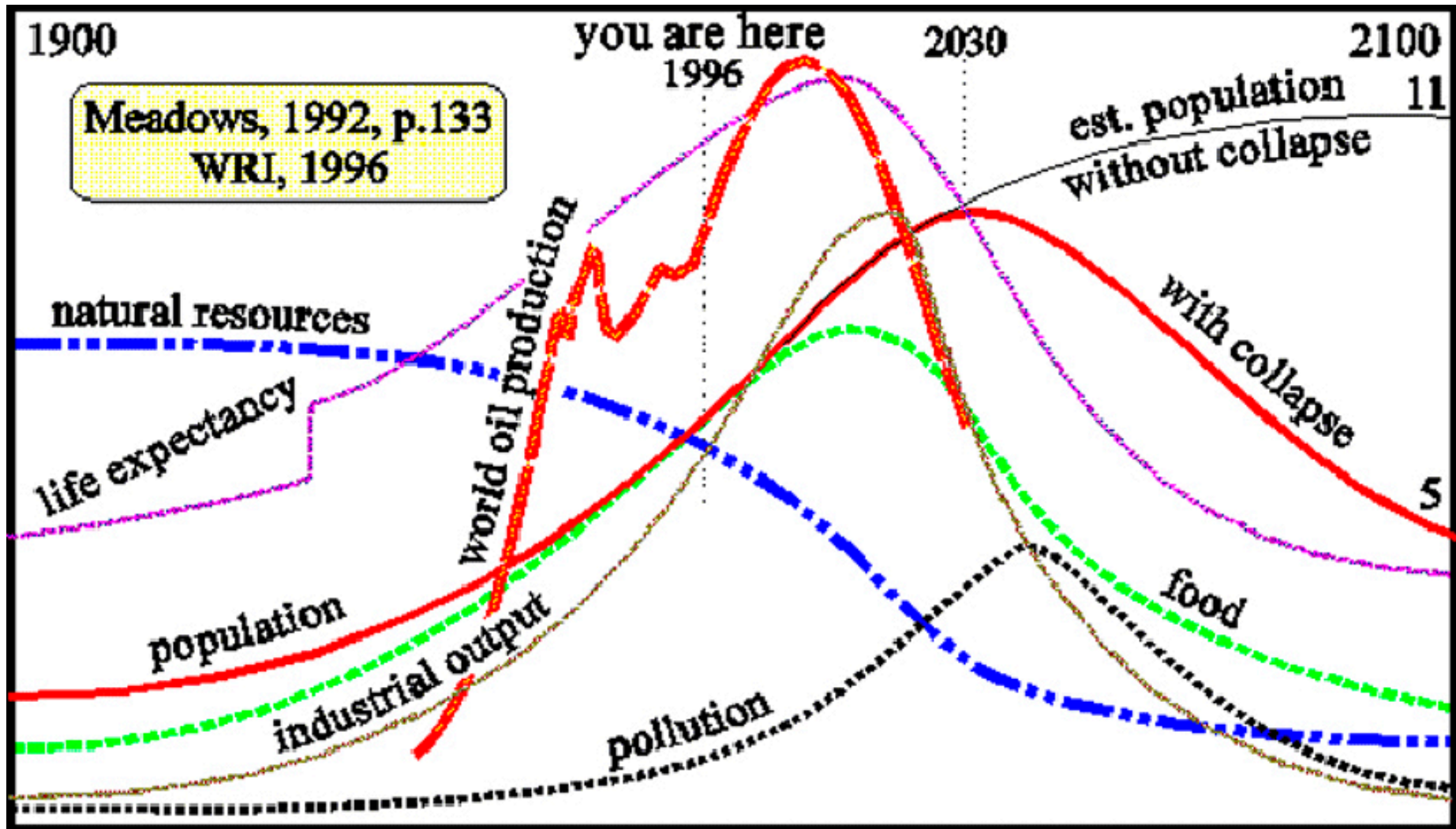
**Wissenschaftl.Dir. DKRZ**

**Lieber etwas allgemeiner:**

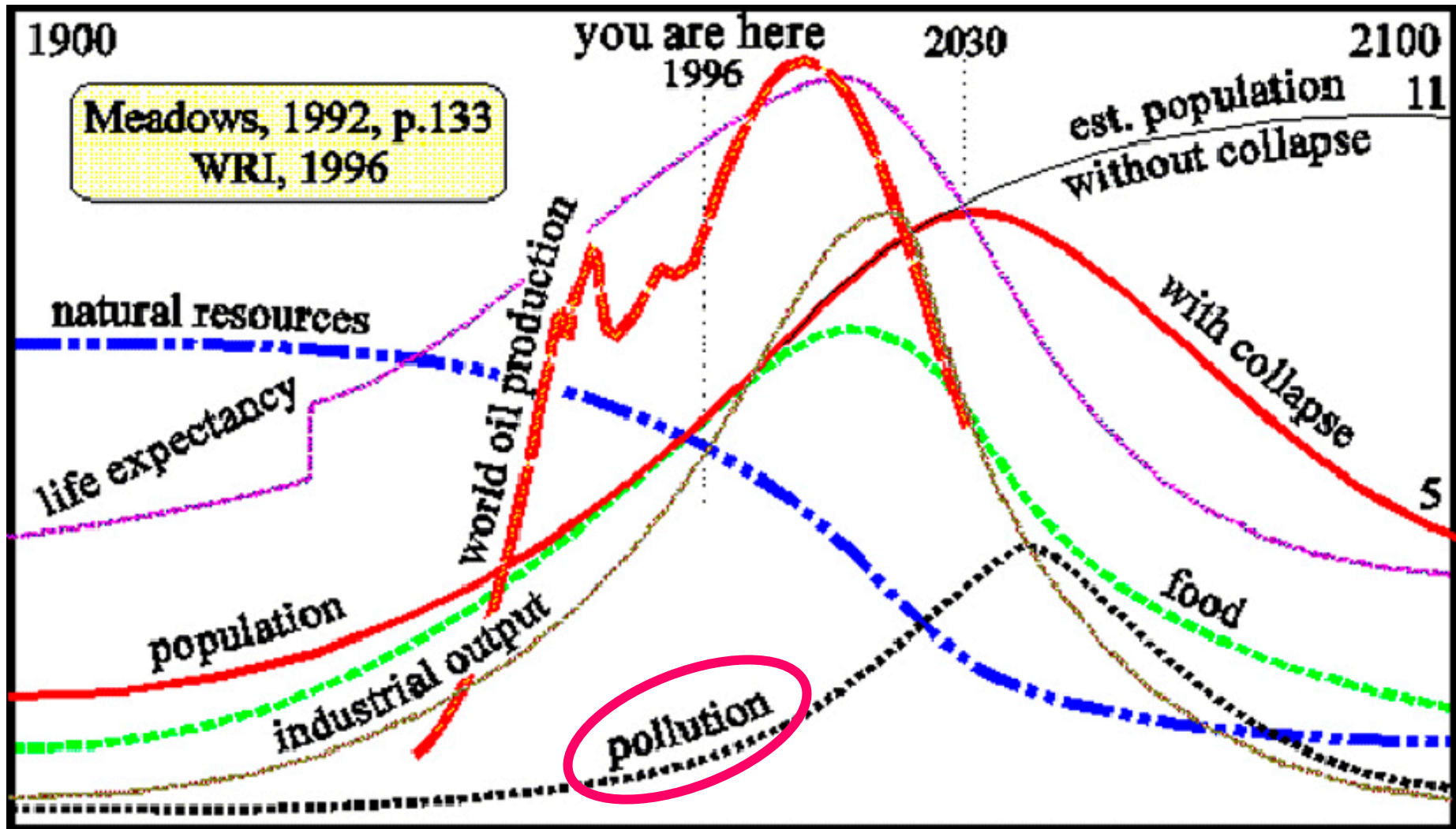
1970 - 2000 - 2013 ....

**Wissenschaftler**

**70 er Jahre:  
Grenzen des  
Wachstums**



Club of Rome, Limits to Growth update, 1992, 1996



Club of Rome update, 1992, 1996

1975 - 2000

Gründungsdirektor MPI-M

1987 - 2000

Wissenschaftl.Dir. DKRZ

Lieber etwas allgemeiner:

1970 - 2000 - 2013 ....

Wissenschaftler

70 er Jahre:  
Grenzen des  
Wachstums



90 er Jahre:  
Klimawandel



1975 - 2000

Gründungsdirektor MPI-M

1987 - 2000

Wissenschaftl.Dir. DKRZ

Lieber etwas allgemeiner:

1970 - 2000 - 2013 ....

Wissenschaftler

70 er Jahre:  
Grenzen des  
Wachstums

90 er Jahre:  
Klimawandel

ab 2010: grüne  
Transformation

1975 - 2000

Gründungsdirektor MPI-M

1987 - 2000

Wissenschaftl. Dir. DKRZ

Lieber etwas allgemeiner:

1970 - 2000 - 2013 ....

Wissenschaftler

MPI-M

70 er Jahre:  
Grenzen des  
Wachstums

90 er Jahre:  
Klimawandel

ab 2010: grüne  
Transformation

1975 - 2000

Gründungsdirektor MPI-M

1987 - 2000

Wissenschaftl. Dir. DKRZ

Lieber etwas allgemeiner:

1970 - 2000 - 2013 ....

Wissenschaftler

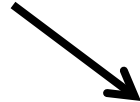
MPI-M

DKRZ

70 er Jahre:  
Grenzen des  
Wachstums

90 er Jahre:  
Klimawandel

ab 2010: grüne  
Transformation



1975 - 2000

Gründungsdirektor MPI-M

1987 - 2000

Wissenschaftl. Dir. DKRZ

Lieber etwas allgemeiner:

1970 - 2000 - 2013 ....

Wissenschaftler

MPI-M DKRZ



70 er Jahre:  
Grenzen des  
Wachstums

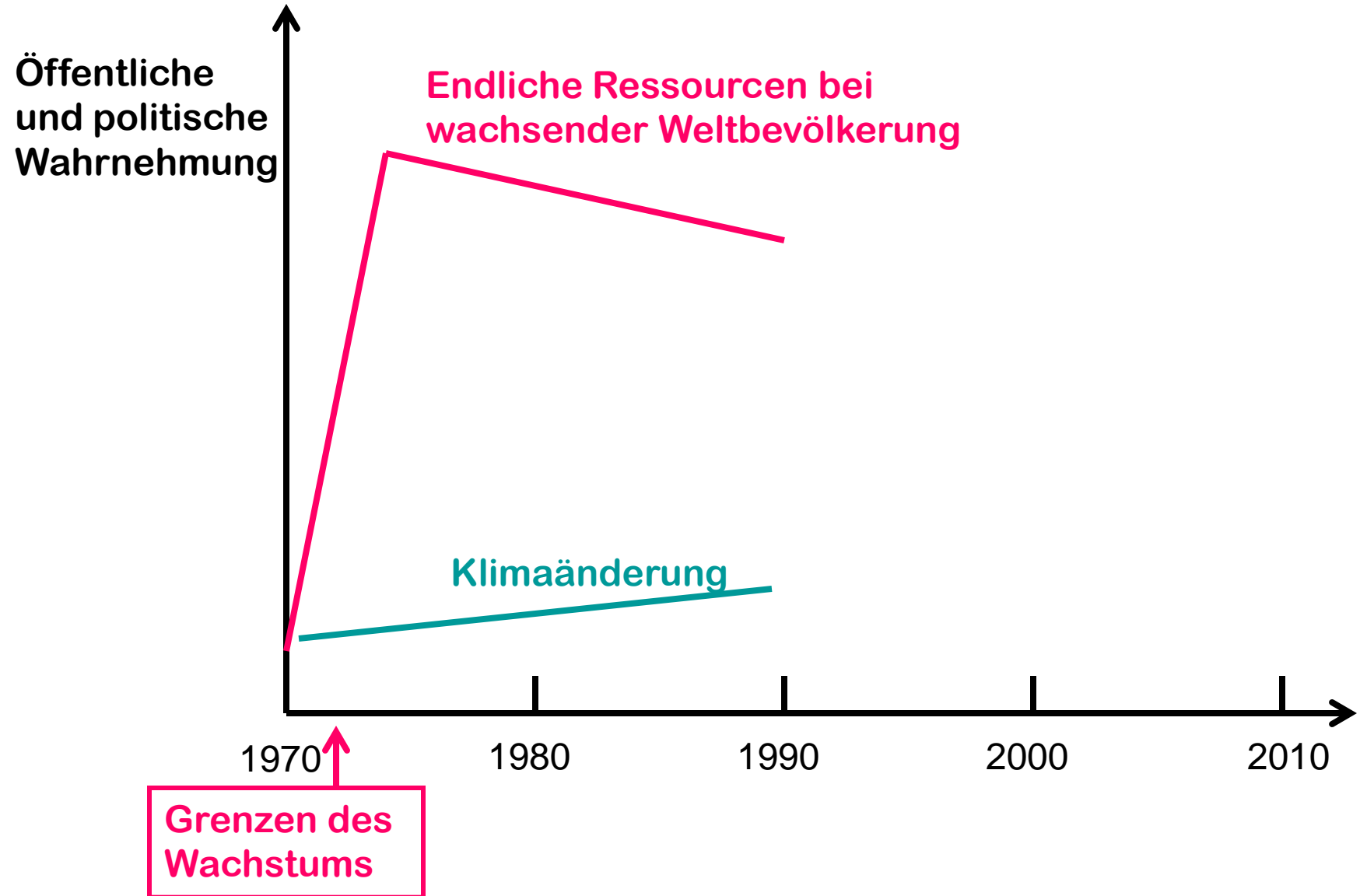


Ab 1975:  
Klimawandel

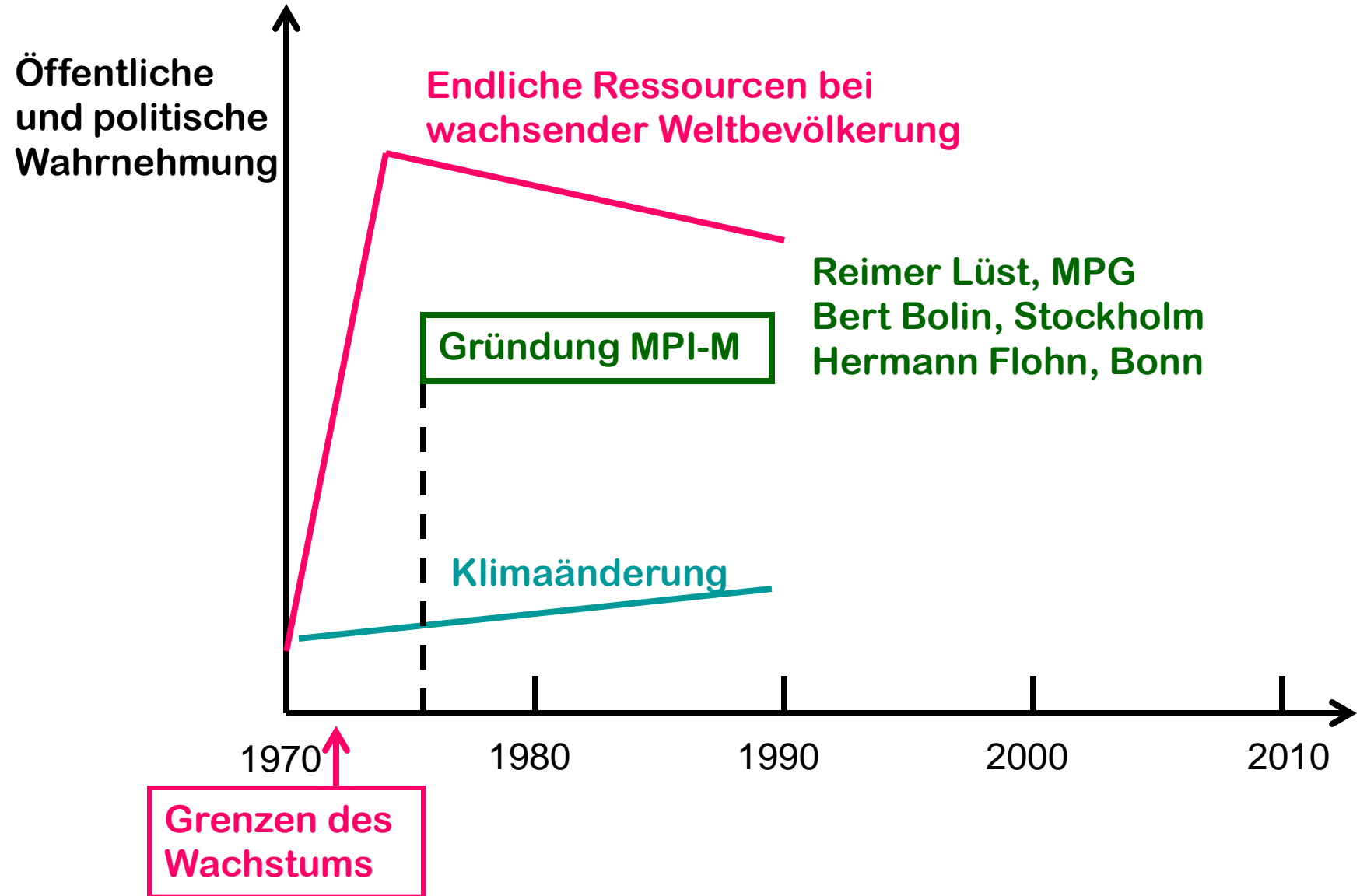


ab 2010: grüne  
Transformation

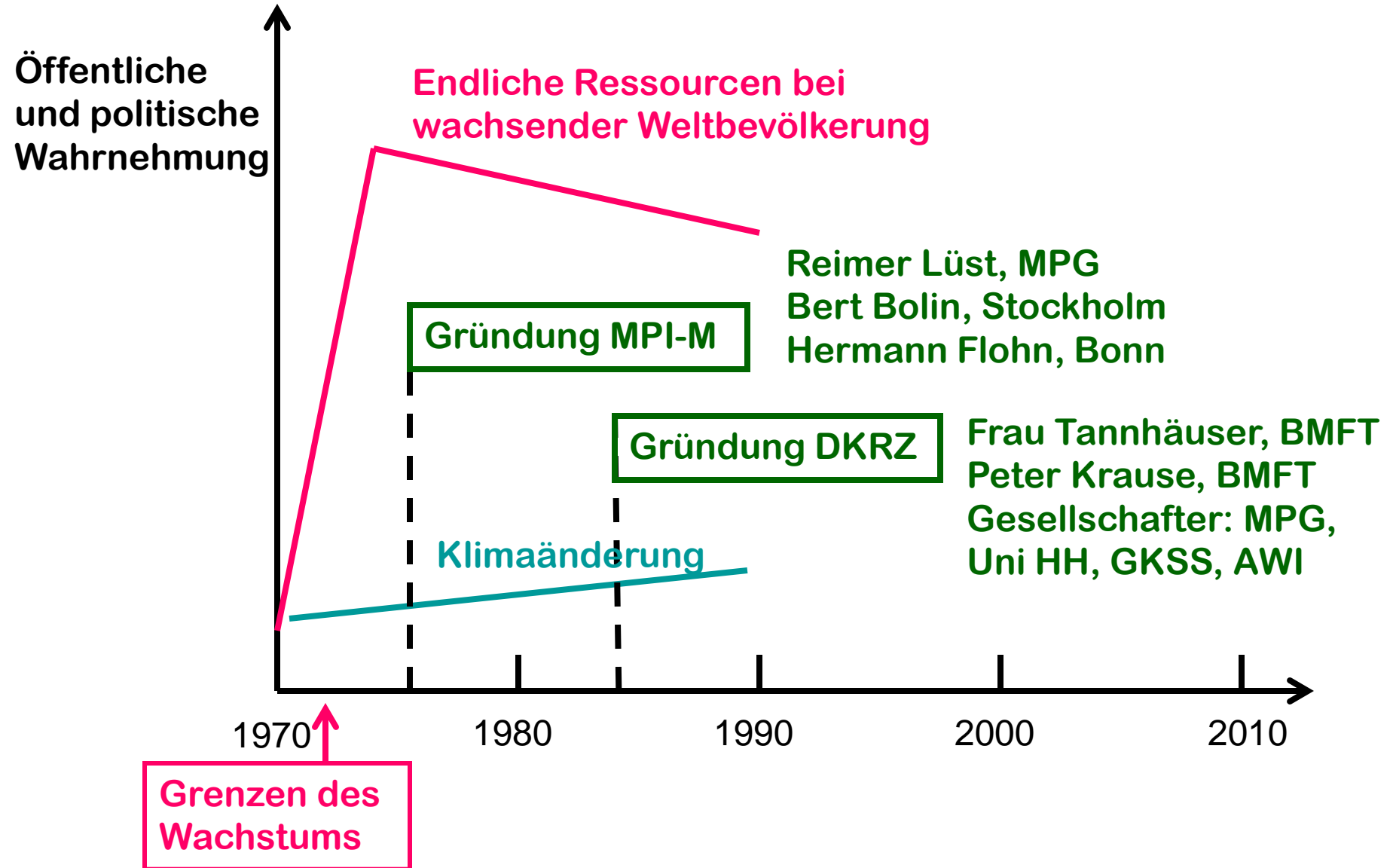
# Die Nachhaltigkeitsdebatte



# Die Nachhaltigkeitsdebatte



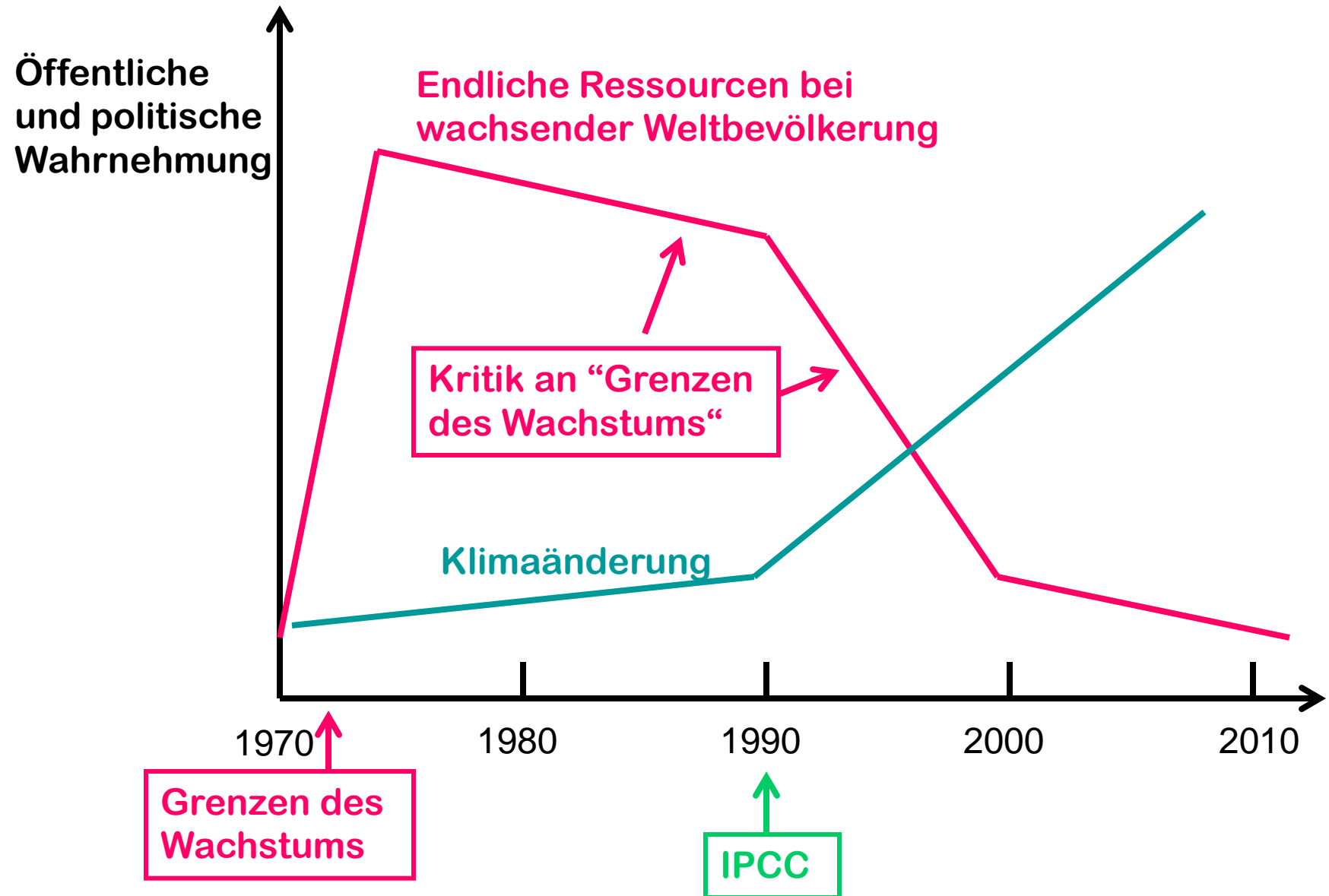
# Die Nachhaltigkeitsdebatte



**Der Weitsicht und dem Engagement dieser wissenschaftspolitischen Entscheidungsträger ist die hohe internationale Anerkennung der deutschen Klimaforschung zu verdanken – und indirekt auch die heutige Vorreiterrolle Deutschlands in der Klima- und Umweltpolitik!**



# Die Nachhaltigkeitsdebatte



# **Kritik an “Grenzen des Wachstums”**

- 1) Zu pessimistische Annahmen über die vorhandenen Ressourcen und die Rolle künftiger Technologien**

# Kritik an “Grenzen des Wachstums”

1) Zu pessimistische Annahmen über die vorhandenen Ressourcen und die Rolle künftiger Technologien.

- Ein verbreitetes Mißverständnis der Kritiker. Die Modellrechnungen stellten Szenarien dar, nicht Vorhersagen.

# Kritik an “Grenzen des Wachstums”

1) Zu pessimistische Annahmen über die vorhandenen Ressourcen und die Rolle künftiger Technologien.

- Ein verbreitetes Mißverständnis der Kritiker. Die Modellrechnungen stellten Szenarien dar, nicht Vorhersagen.

2) Zu früh für ein Weltmodell. Wir müssen erst mal die einzelnen Komponenten besser verstehen, insbesondere das Klimasystem.

# Kritik an “Grenzen des Wachstums”

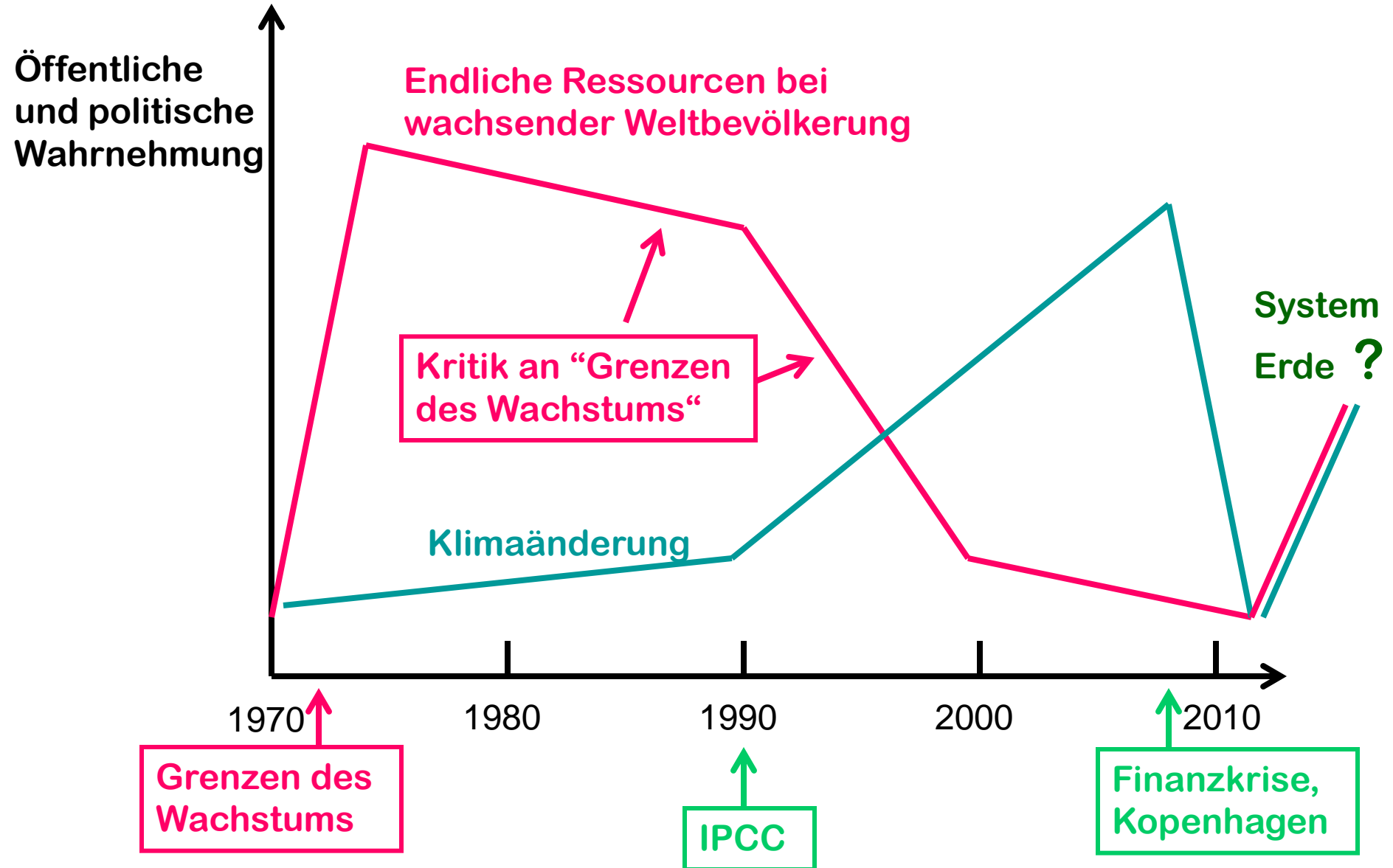
1) Zu pessimistische Annahmen über die vorhandenen Ressourcen und die Rolle künftiger Technologien.

- Ein verbreitetes Mißverständnis der Kritiker. Die Modellrechnungen stellen Szenarien dar, nicht Vorhersagen.

2) Zu früh für ein Weltmodell. Wir müssen erst mal die einzelnen Komponenten besser verstehen, insbesondere das Klimasystem.

- Das Eine schließt das Andere nicht aus. Wir müssen beide Wege beschreiten. (Heute erst recht. Klimapolitik setzt ein Verständnis des globalen sozioökonomischen Systems voraus.)

# Die Nachhaltigkeitsdebatte



**1972, Club of Rome:  
Limits to Growth.**

**1975 - 2013: High  
resolution global  
climate models**

**70 er Jahre:  
Grenzen des  
Wachstums**

**Ab 1975:  
Klimawandel**

**ab 2010: grüne  
Transformation**

**1972, Club of Rome:  
Limits to Growth**

**1975 - 2013: High  
resolution global  
climate models**

**1990 - 2008: general  
equilibrium Integrated  
Assessment (IA) models**

**70 er Jahre:  
Grenzen des  
Wachstums**

**Ab 1975:  
Klimawandel**

**ab 2010: grüne  
Transformation**





**Zukunft: Ensemble einfacher, akteur-basierter, systemdynamischer, IA-Modelle**

**1972, Club of Rome: Limits to Growth.**

**1975 - 2013: High resolution global climate models**

**~~1990 - 2008: general equilibrium Integrated Assessment (IA) models~~**

**70 er Jahre: Grenzen des Wachstums**

**Ab 1975: Klimawandel**

**ab 2010: grüne Transformation**

# **Rückblicke und Vorausschau im Detail: Klimaforschung, Erdsystemforschung und Wechselwirkung Forschung-Öffentlichkeit-Politik**

- 1. Entstehung des WCRP (Weltklimaforschungsprogramms)**
- 2. Gründung des MPI-Meteorologie**
- 3. Erste Forschungsergebnisse**
- 4. Gründung des DKRZ**
- 5. Entstehung des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)**
- 6. Erweiterung des MPI zum Direktoren-Kollegium**
- 7. Auswirkungen der gescheiterten UNFCCC-COP Kopenhagen Konferenz 2009 und der Finanzkrise 2008**
- 8. Was tun? Perspektiven für DKRZ, Klimaforschung und integrierte klima-sozioökonomische Modellierung:  
“Reframing the problem of climate change“**

# **Rückblicke und Vorausschau im Detail: Klimaforschung, Erdsystemforschung und Wechselwirkung Forschung-Öffentlichkeit-Politik**

- 1. Entstehung des WCRP (Weltklimaforschungsprogramms)**
- 2. Gründung des MPI-Meteorologie**
- 3. Erste Forschungsergebnisse**
- 4. Gründung des DKRZ**
- 5. Entstehung des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)**
- 6. Erweiterung des MPI zum Direktoren-Kollegium**
- 7. Auswirkungen der gescheiterten UNFCCC-COP  
Kopenhagen Konferenz 2009 und der Finanzkrise 2008**
- 8. Was tun? Perspektiven für DKRZ, Klimaforschung und  
integrierte klima-sozioökonomische Modellierung:  
“Reframing the problem of climate change“**

## **1972-1980: Entstehung des WCRP**

**(Weltklimaforschungsprogramms der ICSU und des WMO)**

- auf Vorschlag des Joint Organizing Committee (JOC) des Global Atmospheric Research Programs (GARP) (ca 8 Meteorologen – 2 Ozeanographen)**

## **1972-1980: Entstehung des WCRP**

**(Weltklimaforschungsprogramms der ICSU und des WMO)**

**- auf Vorschlag des Joint Organizing Committee (JOC) des Global Atmospheric Research Programs (GARP)**

**(ca 8 Meteorologen – 2 Ozeanographen)**

**- leidenschaftliche Debatte mit dem Direktor des UK Meteorological Office, ob sich die Meteorologie mit der vagen Disziplin “Klima“ überhaupt einlassen sollte.**

## 1972-1980: Entstehung des WCRP

(Weltklimaforschungsprogramms der ICSU und des WMO)

- auf Vorschlag des Joint Organizing Committee (JOC) des Global Atmospheric Research Programs (GARP) (ca 8 Meteorologen – 2 Ozeanographen)
- leidenschaftliche Debatte mit dem Direktor des UK Meteorological Office, ob sich die Meteorologie mit der vagen Disziplin “Klima“ überhaupt einlassen sollte.
- Nach mehreren von der JOC organisierten Konferenzen über das Klima, die Rolle des Ozeans für das Klima, usw. wurde das WCRP 1980 von der ICSU und der WMO gegründet (1983 kam IOC hinzu)

# **Rückblicke und Vorausschau im Detail: Klimaforschung, Erdsystemforschung und Wechselwirkung Forschung-Öffentlichkeit-Politik**

- 1. Entstehung des WCRP (Weltklimaforschungsprogramms)**
- 2. Gründung des MPI-Meteorologie**
- 3. Erste Forschungsergebnisse**
- 4. Gründung des DKRZ**
- 5. Entstehung des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)**
- 6. Erweiterung des MPI zum Direktoren-Kollegium**
- 7. Auswirkungen der gescheiterten UNFCCC-COP  
Kopenhagen Konferenz 2009 und der Finanzkrise 2008**
- 8. Was tun? Perspektiven für DKRZ, Klimaforschung und  
integrierte klima-sozioökonomische Modellierung:  
“Reframing the problem of climate change“**

## **1975: Gründung des Max-Planck-Instituts für Meteorologie**

- in einer Zeit der ersten deutlichen Reduktion der Forschungsförderung unter Helmut Schmidt**
- dennoch ermöglicht durch einen glücklichen Tausch: Das (Grundlagenforschung betreibende) Fraunhofer Institut für Maritime Meteorologie und Radiometeorologie (nach dem Tod seines Direktors Karl Brocks)**

**gegen ein**

**(Anwendungsforschung betreibendes) MPI Institut in Süddeutschland (Würzburg?)**



## **1975: Gründung des Max-Planck-Instituts für Meteorologie**

- in einer Zeit der ersten deutlichen Reduktion der Forschungsförderung unter Helmut Schmidt
- dennoch ermöglicht durch einen glücklichen Tausch: Das (Grundlagenforschung betreibende) Fraunhofer Institut für Maritime Meteorologie und Radiometeorologie (nach dem Tod seines Direktors Karl Brocks)

gegen ein

(Anwendungsforschung betreibendes) MPI Institut in Süddeutschland (Würzburg?)

**Erste Direktoren: Heinz Hinzpeter (als Nachfolger Karl Brocks als Prof. für Meteorologie, und in Weiterführung der bisherigen Abteilung Maritime Meteorologie), und KH, als Leiter der neuen Abteilung Klima.**

# **Rückblicke und Vorausschau im Detail: Klimaforschung, Erdsystemforschung und Wechselwirkung Forschung-Öffentlichkeit-Politik**

- 1. Entstehung des WCRP (Weltklimaforschungsprogramms)**
- 2. Gründung des MPI-Meteorologie**
- 3. Erste Forschungsergebnisse**
- 4. Gründung des DKRZ**
- 5. Entstehung des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)**
- 6. Erweiterung des MPI zum Direktoren-Kollegium**
- 7. Auswirkungen der gescheiterten UNFCCC-COP Kopenhagen Konferenz 2009 und der Finanzkrise 2008**
- 8. Was tun? Perspektiven für DKRZ, Klimaforschung und integrierte klima-sozioökonomische Modellierung:  
“Reframing the problem of climate change“**

**Vor der Beschaffung eines Großrechners waren zu klären:**

- 1) Wie sind der Ozean, der Kohlenstoffkreislauf, das Meereis, die Biosphäre und die anderen trägen Komponenten des Klimasystems zu modellieren - und dann an die schnell veränderliche Atmosphäre anzukoppeln?**

**Vor der Beschaffung eines Großrechners waren zu klären:**

- 1) Wie sind der Ozean, der Kohlenstoffkreislauf, das Meereis, die Biosphäre und die anderen trägen Komponenten des Klimasystems zu modellieren - und dann an die schnell veränderliche Atmosphäre anzukoppeln?**
- 2) Was sind die Ursachen der beobachteten natürlichen Klimaveränderlichkeit?**

**Vor der Beschaffung eines Großrechners waren zu klären:**

- 1) Wie sind der Ozean, der Kohlenstoffkreislauf, das Meereis, die Biosphäre und die anderen trägen Komponenten des Klimasystems zu modellieren - und dann an die schnell veränderliche Atmosphäre anzukoppeln?**
- 2) Was sind die Ursachen der beobachteten natürlichen Klimaveränderlichkeit?**
- 3) Wie kann man die durch Menschen verursachten Klimaänderungen von natürlichen Klimaänderungen unterscheiden?**

**Zum ersten Punkt:**

**1) Erstellung von Modellen des Ozean, der Kryospäre, des Kohlenstoffkreislaufs, der Biosphäre, usw.**

**Alle führende Klimamodellierungsinstitute,**

**GFDL – Geophysical Fluid Dynamics Laboratory,  
Princeton**

**NCAR – National Center for Atmospheric Research,  
Boulder**

**Hadley Centre, Bracknell, UK**

**hatten 1975 “state of the art“ GCMs (Allgemeine Zirkulationsmodelle) der Atmosphäre, aber standen erst in den Anfängen bei der Modellierung des Ozeans, des Kohlenstoffkreislaufs, usw.**

**Zum ersten Punkt:**

**1) Erstellung von Modellen des Ozean, der Kryospäre, des Kohlenstoffkreislaufs, der Biosphäre, usw.**

**Lösungen erarbeitet durch Seminare in meinem Büro (oder mit Pierre Weylander auf einer Hafenbarkasse)**

**Ergebnis: für den Ozean, ein zunächst nicht realisierbares multi-modulares theoretisches Konstrukt. Schließlich durch Ernst Maier-Reimer wortlos umgangen - durch ein implizites Integrationsverfahren (LSG - Large Scale Geostrophic – Ocean Model).**

.

**Zum ersten Punkt:**

**1) Erstellung von Modellen des Ozean, der Kryospäre, des Kohlenstoffkreislaufs, der Biosphäre, usw.**

**Lösungen erarbeitet durch Seminare in meinem Büro (oder mit Pierre Weylander auf einer Hafenbarkasse).**

**Ergebnis: für den Ozean, ein zunächst nicht realisierbares multi-modulares theoretisches Konstrukt. Schließlich durch Ernst Maier-Reimer wortlos umgangen - durch ein implizites Integrationsverfahren (LSG - Large Scale Geostrophic – Ocean Model).**

**Viele Jahre später im schönen Buch “Ocean Dynamics“ und im “Barbie model“ von Olbers, Willebrand und Eden dennoch elegant realisiert.**



**Zum zweiten Punkt:**

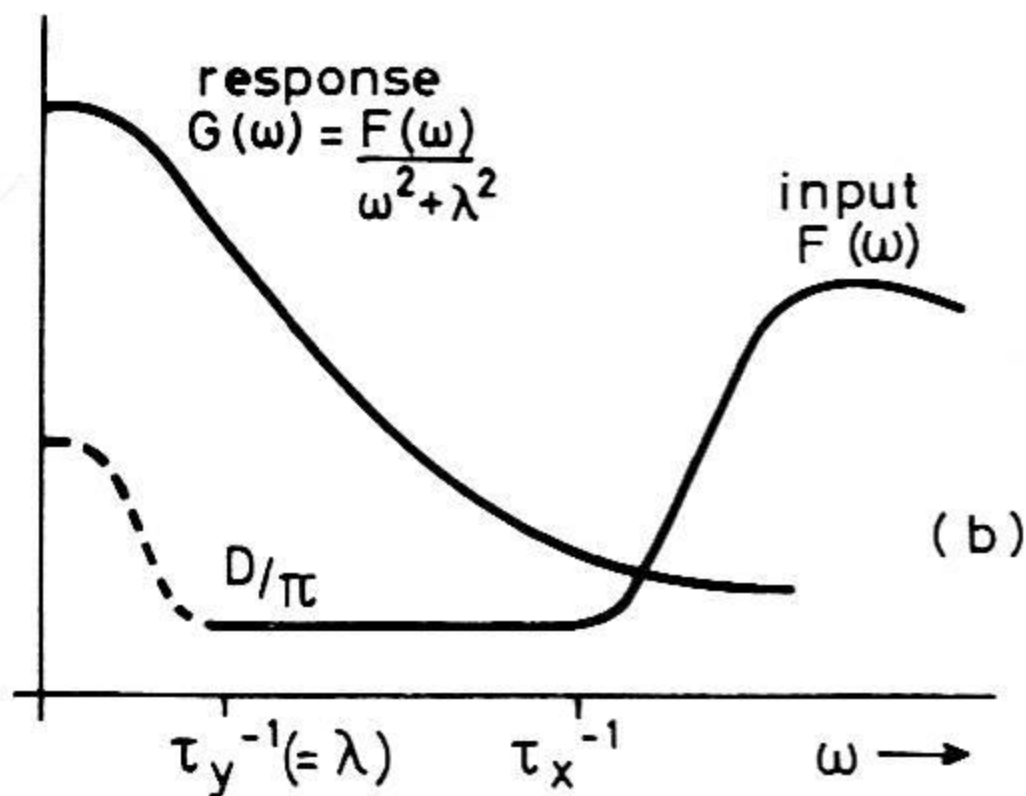
**2) Was sind die Ursachen der beobachteten natürlichen Klimaveränderlichkeit?**

**Bisherige Auffassung: entweder externe Einwirkungen (veränderliche Solareinstrahlung, Vulkane,..) oder interne Wechselwirkungen der trägen Komponenten des Systems (Ozeane, Biosphäre, Eisschilde, ..)**

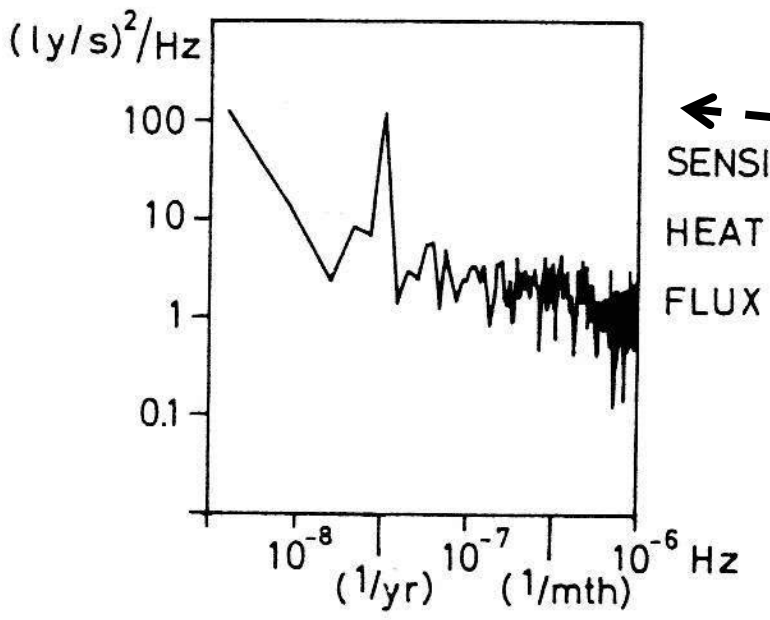
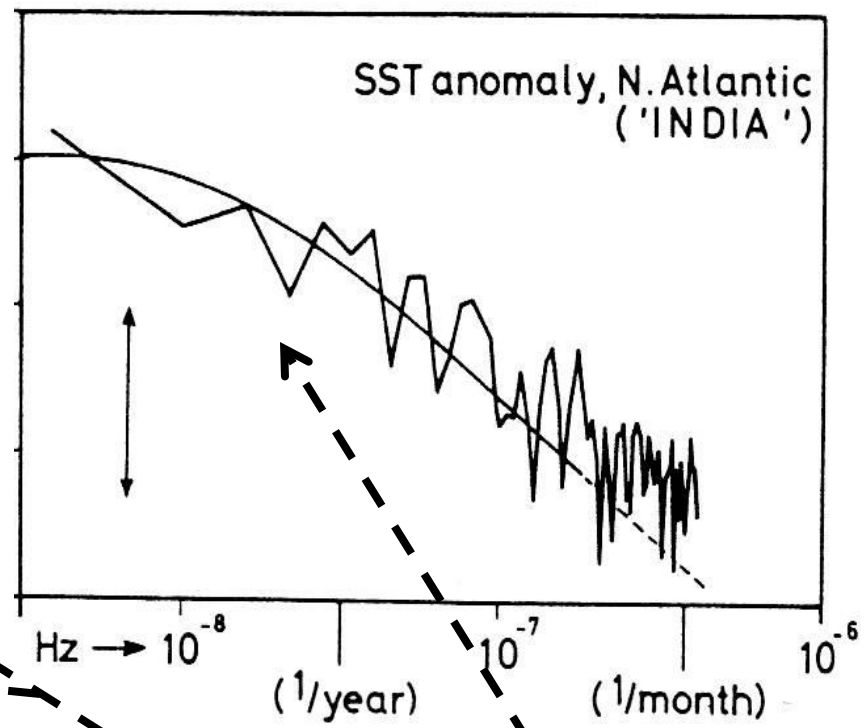
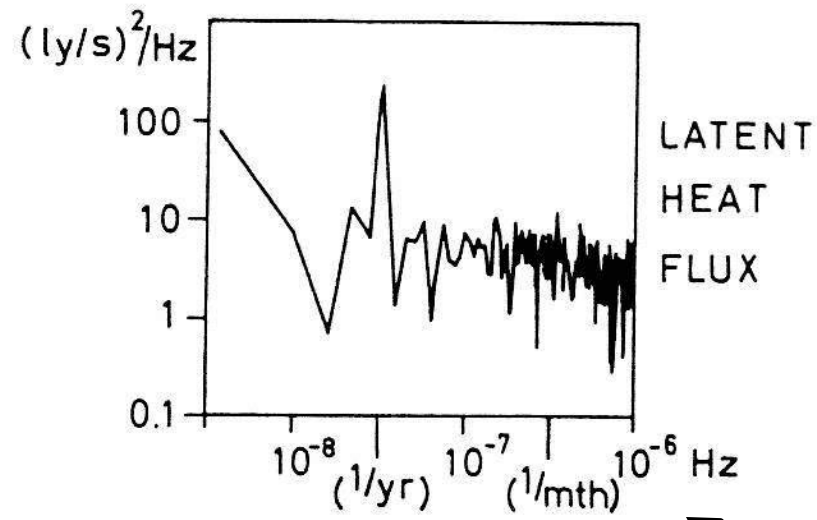
**Alternatives einfacheres Bild: die Einwirkung der veränderlichen Kurzzeitkomponenten (Atmosphäre) auf die trägen Langzeitkomponenten (Ozean, Biosphäre, ...)**

**“Stochastic Model of Climate Variability“ oder  
“Climate Variability as Brownian Motion“**

spectrum

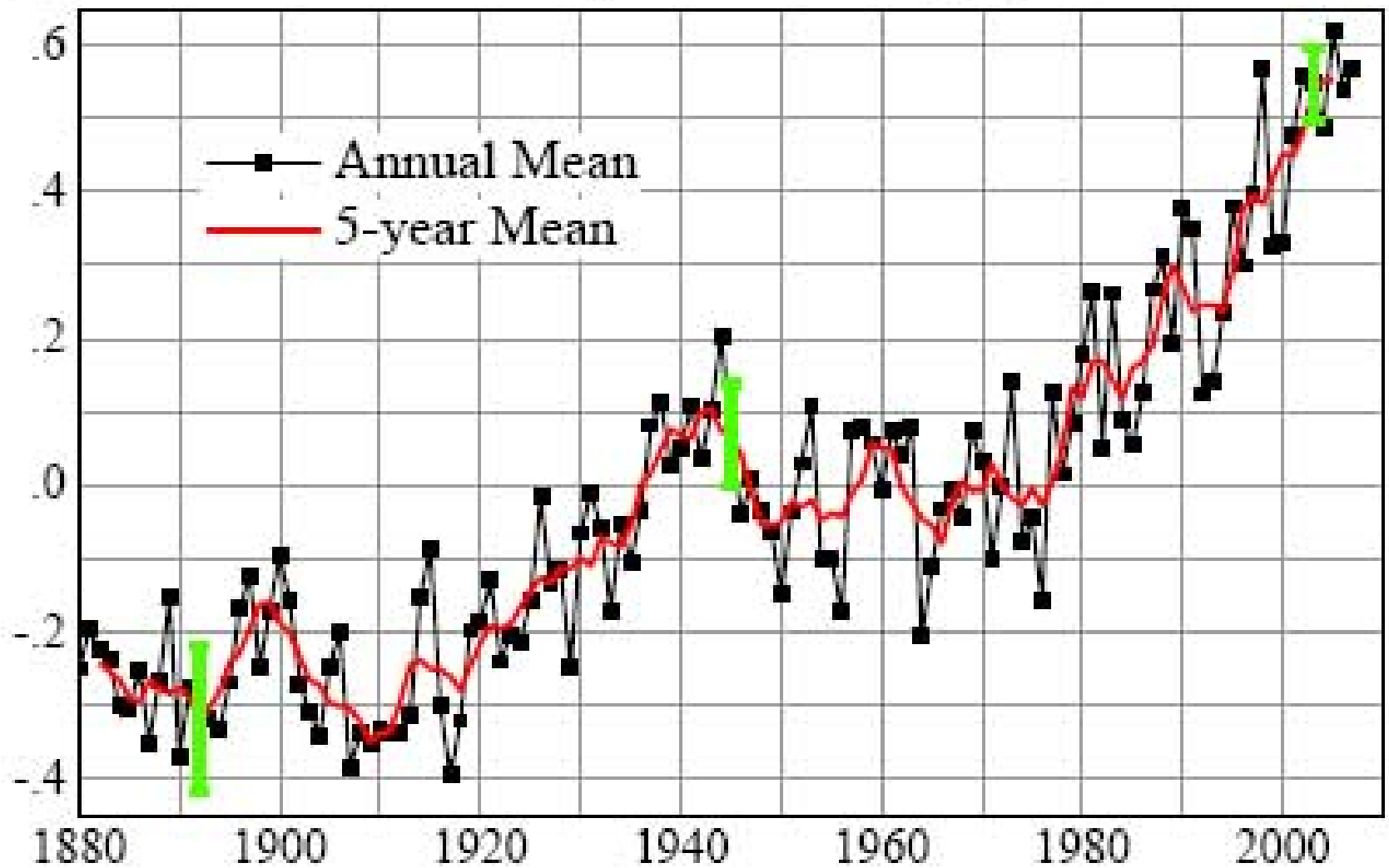


*Fig. 2.* Input and response of stochastically forced (single component) climate model with linear feedback



**Spectra of white-noise atmospheric forcing and red-noise climate response (sea-surface temperature)**

(a) Global Temperature Change ( $^{\circ}\text{C}$ )



## Zum dritten Punkt

- 3) Wie kann man die von Menschen verursachten Klimaänderungen von natürlichen Klimaschwankungen unterscheiden?

### Die Fingerprintmethode:

- 1) Man bestimme durch Modellrechnungen die durch menschliche Einflüsse verursachten Klimaänderung  $S$
- 2) Man bestimme durch Modellrechnungen, unterstützt durch Daten, die natürlichen Klimaschwankungen  $N$
- 3) Man wendet einen raum-zeit-abhängigen optimalen "fingerprint" Filter  $F$  auf beide raum-zeit-abhängige Größen  $S$ ,  $N$  an, um das Signal-zu-Rausch Verhältnis

$$V = F(S) / F(N)$$

zu maximieren. Der berechnete Wert  $V$  ergibt dann ein Maß für die Wahrscheinlichkeit, dass die beobachtete Klimaänderung keine natürliche Schwankung darstellt.

Theorie: 1979.

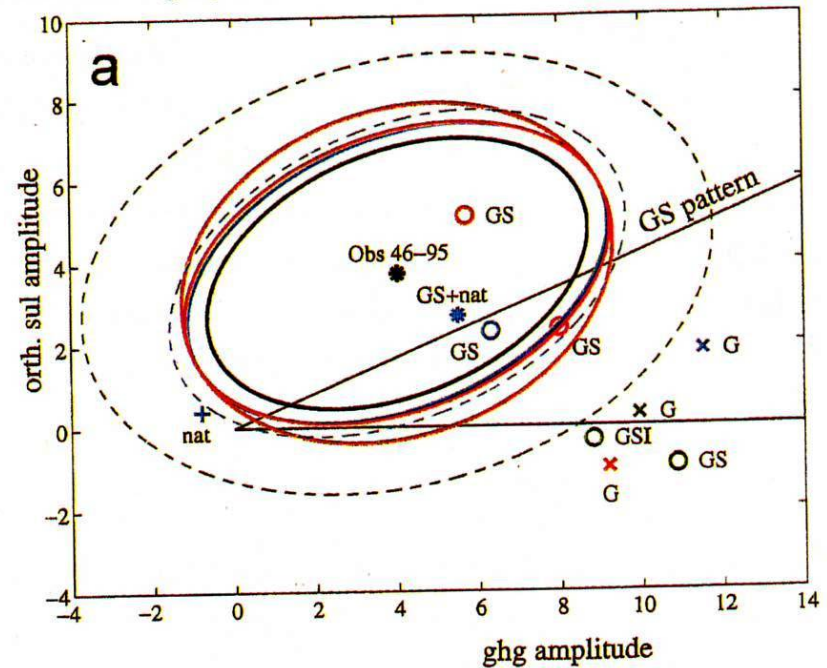
Erste Ergebnisse:  
durch Rechnungen mit  
“state of the art”  
Klimamodellen Anfang  
der 90er Jahre

Fingerprint detection and  
attribution method.

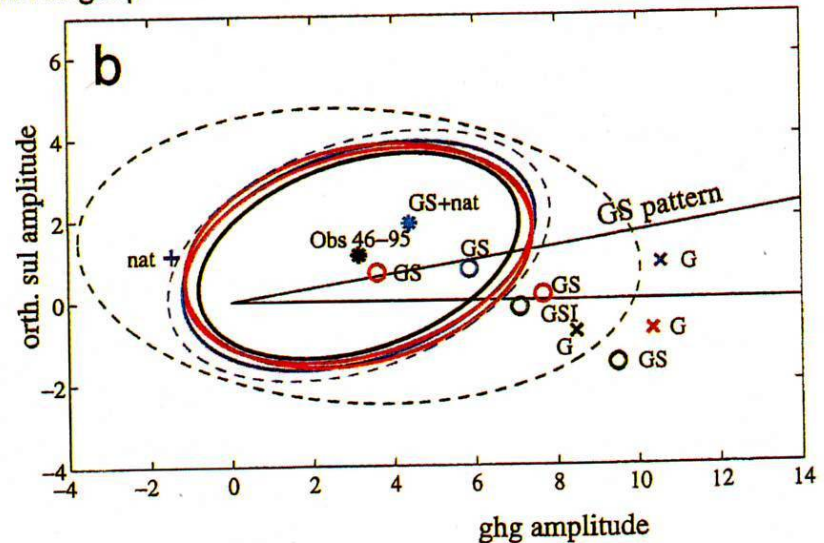
Global mean 30 year  
temperature trends for:  
greenhouse gas (x) and  
sulphate aerosol (y) forcings.

(International Detection and  
Attribution Group, BAMS, 1999)

ECHAM3/LSG fingerprints:



HadCM2 fingerprints



# **Rückblicke und Vorausschau im Detail: Klimaforschung, Erdsystemforschung und Wechselwirkung Forschung-Öffentlichkeit-Politik**

- 1. Entstehung des WCRP (Weltklimaforschungsprogramms)**
- 2. Gründung des MPI-Meteorologie**
- 3. Erste Forschungsergebnisse**
- 4. Gründung des DKRZ**
- 5. Entstehung des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)**
- 6. Erweiterung des MPI zum Direktoren-Kollegium**
- 7. Auswirkungen der gescheiterten UNFCCC-COP Kopenhagen Konferenz 2009 und der Finanzkrise 2008**
- 8. Was tun? Perspektiven für DKRZ, Klimaforschung und integrierte klima-sozioökonomische Modellierung:  
“Reframing the problem of climate change“**

**Nach 4-5 Jahren (etwa 1980) hatte das MPI auf den drei genannten Forschungsfeldern genügend Fortschritte erzielt, um einen Großrechner anzuschaffen.**

**Dieser wurde "inkremental" realisiert: durch stufenweises Umwandeln des Institutsrechners in immer größere Rechner, bis dann schließlich am 11. November 1987 das DKRZ offiziell gegründet wurde. (Der Antrag auf Errichtung des DKRZ wurde unter "Varia" auf einer Klimabeiratssitzung beschlossen).**



**Nach 4-5 Jahren (etwa 1980) hatte das MPI auf den drei genannten Forschungsfeldern genügend Fortschritte erzielt, um einen Großrechner anzuschaffen.**

**Dieser wurde "inkremental" realisiert: durch stufenweises Umwandeln des Institutsrechners in immer größere Rechner, bis dann schließlich am 11. November 1987 das DKRZ offiziell gegründet wurde. (Der Antrag auf Errichtung des DKRZ wurde unter "Varia" auf einer Klimabeiratung beschlossen).**

**Vorausgegangen war aber die übliche Grundsatzdiskussion: sollte man den extrem hohen Rechenbedarf einer Einzelfachdisziplin abdecken**

- durch ein eigenes Rechenzentrum**
- oder durch Erweiterung eines bestehenden Großrechenzentrums (MPG Rechenzentrum Garching)?**

**Die gleiche Frage stellt sich auch heute im Zeitalter der “cloud computing“. Die Beantwortung der Frage heute überlasse ich den anwesenden Fachkollegen.**

**Dass aber damals richtig entschieden wurde, hat die Geschichte bewiesen: Alle heute führenden Klimaforschungseinrichtungen (insbesondere Hadley, NCAR und GFDL) verfügen, wie das MPI und der “Klimakampus“ Hamburg, über ein eigenes, auf ihre spezielle Forschungsaufgaben optimiertes Rechenzentrum.**

**Die gleiche Frage stellt sich auch heute im Zeitalter der “cloud computing“. Die Beantwortung der Frage heute überlasse ich den anwesenden Fachkollegen.**

**Dass aber damals richtig entschieden wurde, hat die Geschichte bewiesen: Alle heute führenden Klimaforschungseinrichtungen (insbesondere Hadley, NCAR und GFDL) verfügen, wie das MPI und der “Klimakampus“ Hamburg, über ein eigenes, auf ihre spezielle Forschungsaufgaben optimiertes Rechenzentrum.**

**Das DKRZ sollte allen Klimaforschern Deutschlands zur Verfügung stehen. Es erforderte eine starke Umstellung der bisherigen Organisation und Finanzierung.**

**De facto haben zwar viele auswärtige Institute die am DKRZ gewonnenen Klimasimulationsdaten verwendet, taten sich aber schwer, aus der Ferne effektiv an der Entwicklung der komplexen Klimamodelle an sich mitzuwirken.**

# **Rückblicke und Vorausschau im Detail: Klimaforschung, Erdsystemforschung und Wechselwirkung Forschung-Öffentlichkeit-Politik**

- 1. Entstehung des WCRP (Weltklimaforschungsprogramms)**
- 2. Gründung des MPI-Meteorologie**
- 3. Erste Forschungsergebnisse**
- 4. Gründung des DKRZ**
- 5. Entstehung des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)**
- 6. Erweiterung des MPI zum Direktoren-Kollegium**
- 7. Auswirkungen der gescheiterten UNFCCC-COP  
Kopenhagen Konferenz 2009 und der Finanzkrise 2008**
- 8. Was tun? Perspektiven für DKRZ, Klimaforschung und  
integrierte klima-sozioökonomische Modellierung:  
“Reframing the problem of climate change“**

**Die Entstehung des IPCC in 1990 hatte einen entscheidenden Einfluß auf die öffentliche und politische Wahrnehmung des Klimaproblems.**

**Die frühen Berichte des JOC von GARP in den 70er-80er Jahren, wie auch die Gründung des WCRP 1980, wurden weitgehend ignoriert. Die Berichte des IPCC, hingegen, erzielten wegen ihres UN Status und ihrer weltweit übergreifenden Konsensusbildung sofort eine starke Beachtung, sowohl in den Medien als auch in der Politik.**

**Die Entstehung des IPCC in 1990 hatte einen entscheidenden Einfluß auf die öffentliche und politische Wahrnehmung des Klimaproblems.**

**Die frühen Berichte des JOC von GARP in den 70er-80er Jahren, wie auch die Gründung des WCRP 1980, wurden weitgehend ignoriert. Die Berichte des IPCC, hingegen, erzielten wegen ihres UN Status und ihrer weltweit übergreifenden Konsensusbildung sofort eine starke Beachtung, sowohl in den Medien als auch in der Politik.**

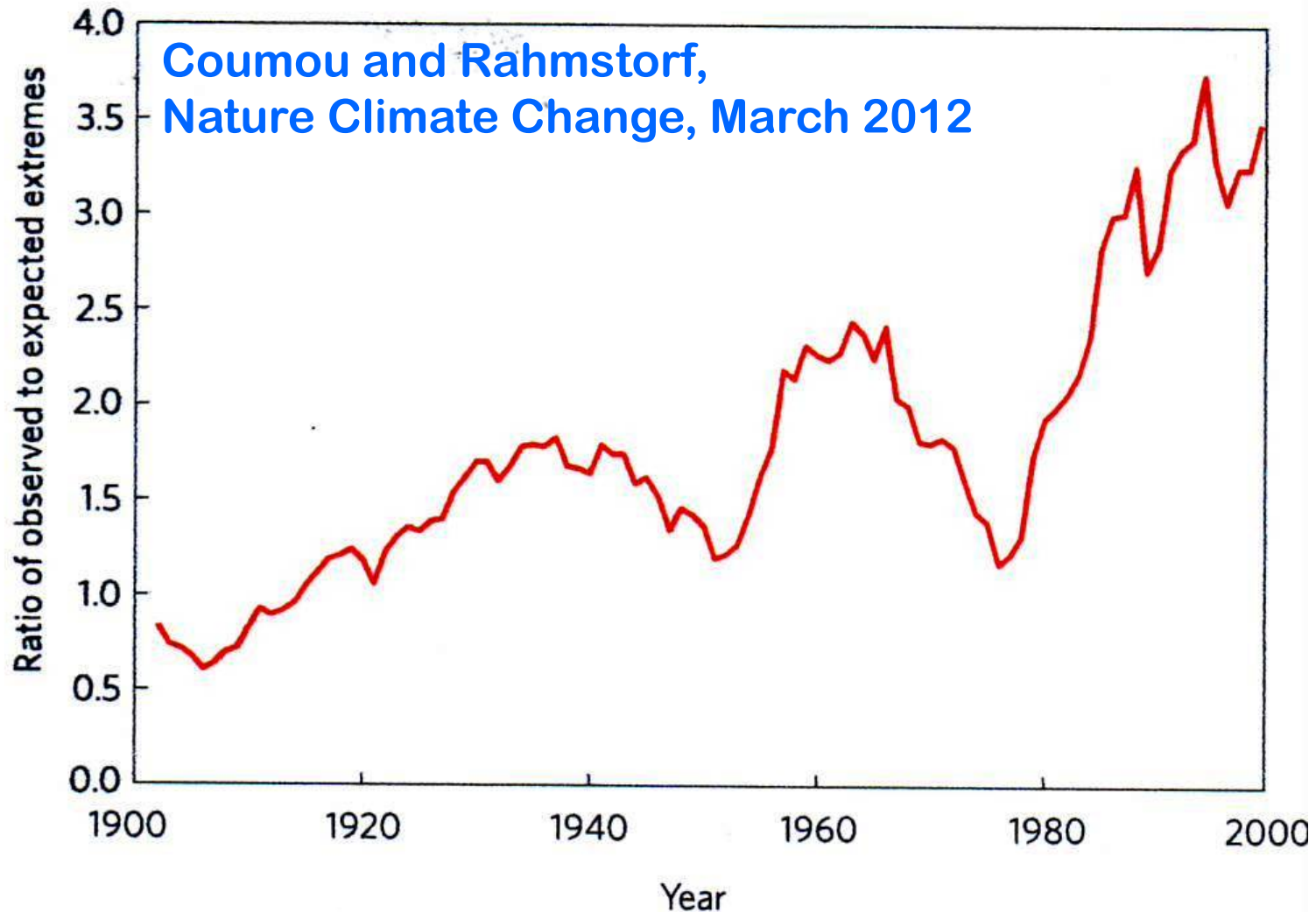
**Dazu kam, dass wir Anfang der 90er Jahre den ersten Nachweis einer anthropogenen Klimaänderung mit hoher statistischer Wahrscheinlichkeit (> 95%) erbringen konnten – basierend auf “state of the art“ Klimarechnungen am DKRZ.**

**Heute, 20 Jahre später, wird die anthropogene Klimaänderung nirgends mehr ernsthaft bestritten.**

**Der statistisch gesicherter Nachweis einer anthropogenen Klimaänderung wurde hauptsächlich an global gemittelten Größen erbracht: globale Oberflächentemperatur, Temperaturen der obersten Ozeanschichten, Ausdehnung des Meereises, Vertikalschichtung der Atmosphäre, usw.**

**Bisher weniger statistisch erhärtet: Veränderungen von Extremereignissen (Stürmen, Dürren, Hitzewellen,...). Die Hinweise auf eine Änderung der Statistik einzelner Extremereignisse nehmen jedoch zu, in Bestätigung der Modellvorhersagen.**

# Ten-year averages of number of monthly-mean heat records at 17 stations worldwide (corresponding to $17 \times 12 = 204$ heat records)





# **Rückblicke und Vorausschau im Detail: Klimaforschung, Erdsystemforschung und Wechselwirkung Forschung-Öffentlichkeit-Politik**

- 1. Entstehung des WCRP (Weltklimaforschungsprogramms)**
- 2. Gründung des MPI-Meteorologie**
- 3. Erste Forschungsergebnisse**
- 4. Gründung des DKRZ**
- 5. Entstehung des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)**
- 6. Erweiterung des MPI zum Direktoren-Kollegium**
- 7. Auswirkungen der gescheiterten UNFCCC-COP Kopenhagen Konferenz 2009 und der Finanzkrise 2008**
- 8. Was tun? Perspektiven für DKRZ, Klimaforschung und integrierte klima-sozioökonomische Modellierung:  
“Reframing the problem of climate change“**

**Die Gründung des DKRZ und des IPCC hatten einen tiefgreifenden Einfluß auf die Arbeit des MPI-M :**

- **zunehmende Involvierung in der Modellierung des komplexen Gesamtklimasystems – Atmosphäre-Ozean-Kryosphäre-Biosphäre**
- **zunehmendes Engagement in IPCC Szenarienrechnungen**

**Die Gründung des DKRZ und des IPCC hatten einen tiefgreifenden Einfluß auf die Arbeit des MPI-M :**

- zunehmende Involvierung in der Modellierung des komplexen Gesamtklimasystems – Atmosphäre-Ozean-Kryosphäre-Biosphäre**
- zunehmendes Engagement in IPCC Szenarienrechnungen**

**Es wurde daher notwendig, die bisherige Leitungsstruktur des MPI-M - ein Gründungsdirektor + ein weiterer Direktor (Prof. Grassl, als Nachfolger von Prof. Hinzpeter) - mit einem erfahrenen Modellierer zu erweitern.**

**1991 konnten wir dann Lennart Bengtsson, der bisherige Leiter des hoch angesehenen ECMWF, als dritten Direktor gewinnen. Gleichzeitig wurde die Leitungsstruktur dann formal auf eine kollegiale Leitung umgestellt.**

**Angepaßt an die neuen Anforderungen:**

**das neue MPI-Direktorenkollegium**

- Lennart Bengtsson – Atmosphäre und Gesamtklima
- Hartmut Grassl – Strahlungsbilanz, Fernerkundung,  
Verbindung zu politischen Gremien (WBGU)
- KH – Ozean, Kohlenstoffkreislauf, Gesamtsystem  
Klima-Wirtschaft-Gesellschaft-Politik

**die neue DKRZ Leitungsstruktur**

- Wolfgang Sell, technisch-administrative Leitung
- KH, wissenschaftliche Leitung

**Angepaßt an die neuen Anforderungen:**

**das neue MPI-Direktorenkollegium**

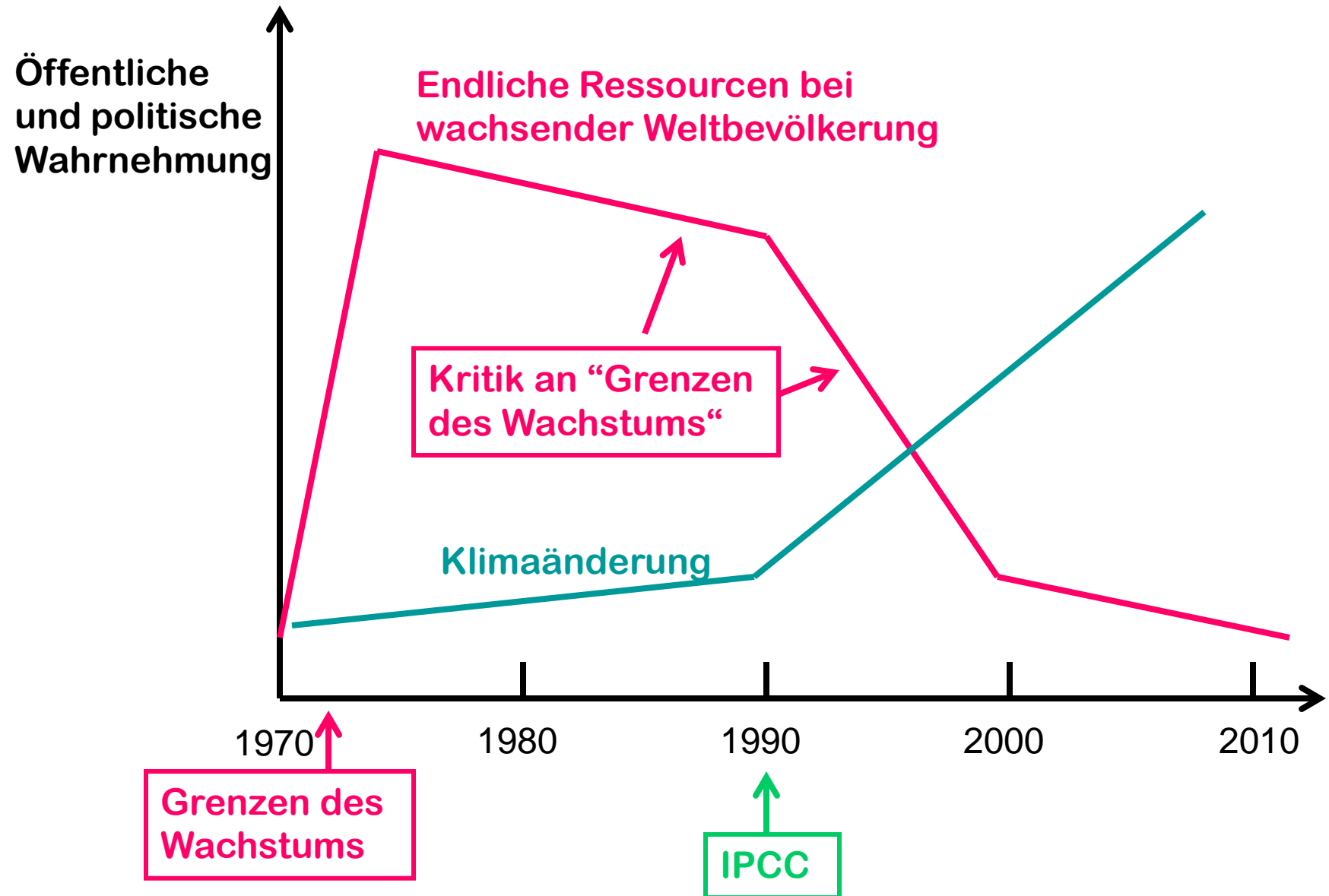
- **Lennart Bengtsson – Atmosphäre und Gesamtklima**
- **Hartmut Grassl – Strahlungsbilanz, Fernerkundung,  
Verbindung zu politischen Gremien (WBGU)**
- **KH – Ozean, Kohlenstoffkreislauf, Gesamtsystem  
Klima-Wirtschaft-Gesellschaft-Politik**

**die neue DKRZ Leitungsstruktur**

- **Wolfgang Sell, technisch-administrative Leitung**
- **KH, wissenschaftliche Leitung**

**Dazu: eine enge Kooperation mit den Instituten für  
Meteorologie und Meeresforschung der Universität  
Hamburg (→ ZMAW, “Klimakampus“)**

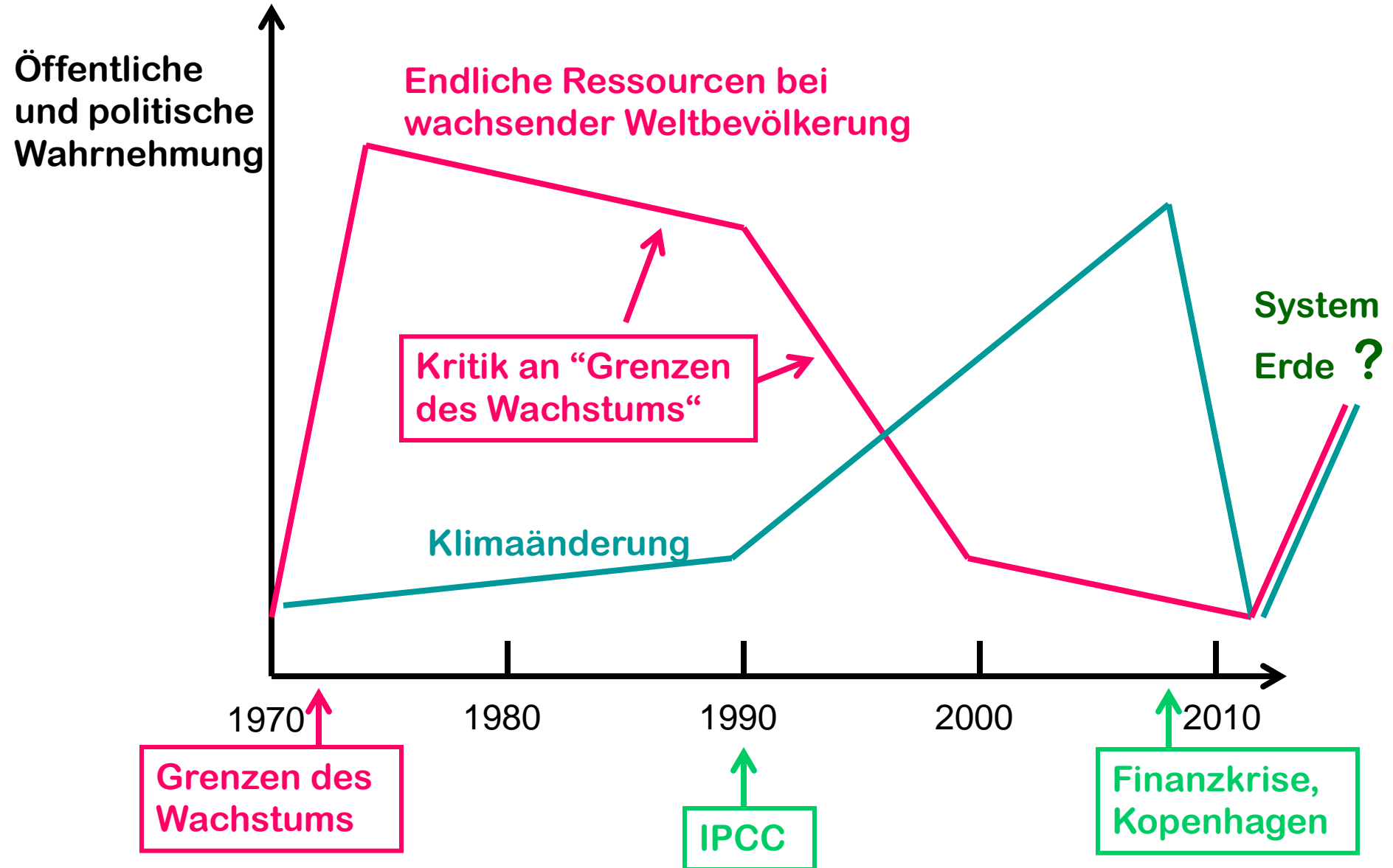
# Die Nachhaltigkeitsdebatte



## **Periode 1990 – 2008:**

- Fruchtbarer Einsatz weltweit von “state of the art“ Klimamodellen für Klimaszenarienprognosen**
- Hohe Beachtung der IPCC Berichte 1990, 1995, 2001, 2007 (Friedensnobelpreis 2007)**
- Gründung des Potsdam Instituts für Klimafolgenforschung und ähnlicher Impakt-Institute in anderen Ländern**
- Erste Schritte zu einem globalen Klimaabkommen durch das Kyoto Protokoll**
- Starke öffentliche Beachtung des Stern Berichts 2006**
- Hoffnungen, dass Kopenhagen (Dezember 2009) konkrete Schritte zur Einhaltung der 2<sup>0</sup>C globalen Erwärmungsgrenze erbringen würde.**

# Die Nachhaltigkeitsdebatte





# Rückblicke und Vorausschau im Detail: Klimaforschung, Erdsystemforschung und Wechselwirkung Forschung-Öffentlichkeit-Politik

1. Entstehung des WCRP (Weltklimaforschungsprogramms)
2. Gründung des MPI-Meteorologie
3. Erste Forschungsergebnisse
4. Gründung des DKRZ
5. Entstehung des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)
6. Erweiterung des MPI zum Direktoren-Kollegium
7. Auswirkungen der gescheiterten UNFCCC-COP  
Kopenhagen Konferenz 2009 und der Finanzkrise 2008
8. Was tun? Perspektiven für DKRZ, Klimaforschung und  
integrierte klima-sozioökonomische Modellierung:  
“Reframing the problem of climate change“

## **Auswirkungen der Finanzkrise, November 2008:**

- 1) Verdrängung des langfristigen Klimaproblems durch das kurzfristige Problem der Finanzmarktstabilisierung**
- 2) Verlust der Glaubwürdigkeit der Ökonomen, die Finanzkrise nicht vorhergesagt haben**
- 3) Verlust der Glaubwürdigkeit der meisten Integrated Assessment Modelle, die auf dem vorherrschenden ökonomischen Gleichgewichtsparadigma basierten**

## **Auswirkungen von Kopenhagen, Dezember 2009:**

- 1) Resignation der Öffentlichkeit**
- 2) Streichung des Themas Klima durch die Medien**
- 3) Herunterfahren des Klimaproblems in der Politik**

# **Rückblicke und Vorausschau im Detail: Klimaforschung, Erdsystemforschung und Wechselwirkung Forschung-Öffentlichkeit-Politik**

- 1. Entstehung des WCRP (Weltklimaforschungsprogramms)**
- 2. Gründung des MPI-Meteorologie**
- 3. Erste Forschungsergebnisse**
- 4. Gründung des DKRZ**
- 5. Entstehung des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)**
- 6. Erweiterung des MPI zum Direktoren-Kollegium**
- 7. Auswirkungen der gescheiterten UNFCCC-COP Kopenhagen Konferenz 2009 und der Finanzkrise 2008**
- 8. Was tun? Perspektiven für DKRZ, Klimaforschung und integrierte klima-sozioökonomische Modellierung:  
“Reframing the problem of climate change“**

## **Herausforderungen für die Zukunft:**

**Verbesserungen der Klimamodelle, insbesondere in der Simulation von Extremereignissen, der Auswirkung auf den Wasserhaushalt, auf die Landwirtschaft, usw.**

## **Herausforderungen für die Zukunft:**

**Verbesserungen der Klimamodelle, insbesondere in der Simulation von Extremereignissen, der Auswirkung auf den Wasserhaushalt, auf die Landwirtschaft, usw.**

**Nach wie vor ein dringliche Aufgabe. Aber:**

**Die Öffentlichkeit muss heute nicht mehr von der Realität der anthropogenen Klimaänderung überzeugt werden.**

**Dringend ist heute die Frage “Was tun?”**

**Die Wissenschaft hat hierauf mit ihren bisherigen gekoppelten Klima-Ökonomie-Modellen basierend auf dem vorherrschenden Gleichgewichtsparadigma keine überzeugende Antworten gefunden.**

# Herausforderungen für die Zukunft

(- Verbesserungen der Klimamodelle ...)

Zusammenarbeit zwischen Klimawissenschaftlern, Ökonomen, Sozialwissenschaftlern und Politologen zur

- 1) Entwicklung von Integrated Assessment Modellen **gemeinsam mit “stakeholders“**, unter Verwendung einer für beide Seiten verständlichen einfachen Modellsprache (z.B. der graphischen systemdynamischen Software Vensim oder Stella)

# Herausforderungen für die Zukunft

(- Verbesserungen der Klimamodelle ...)

Zusammenarbeit zwischen Klimawissenschaftlern, Ökonomen, Sozialwissenschaftlern und Politologen zur

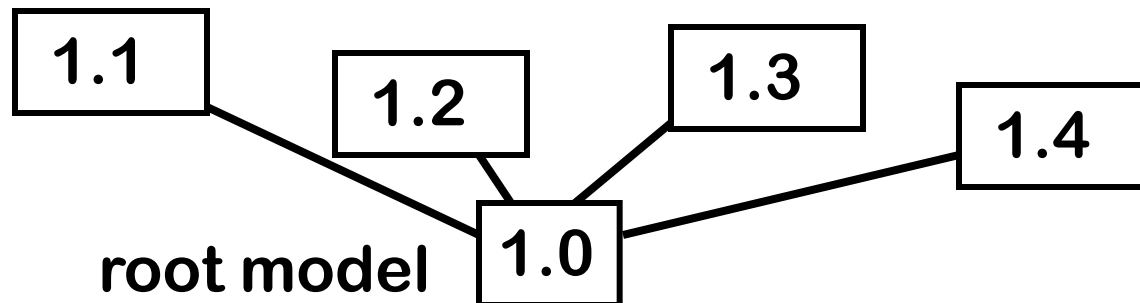
- 1) Entwicklung von Integrated Assessment Modellen **gemeinsam mit “stakeholders“**, unter Verwendung einer für beide Seiten verständlichen einfachen Modellsprache (z.B. der graphischen systemdynamischen Software Vensim oder Stella)
- 2) Erstellung eines **Modell-Ensembles**. Entweder hierarchisch, vertikal angeordnet, bei zunehmender Komplexität, oder horizontal, unter Einbeziehung unterschiedlicher Prozesse – stets innerhalb natürlicher Verständlichkeits- oder Nachprüfbarkeitsgrenzen

# Tree structure of a conceivable dynamic, multi-actor, macroeconomic model hierarchy

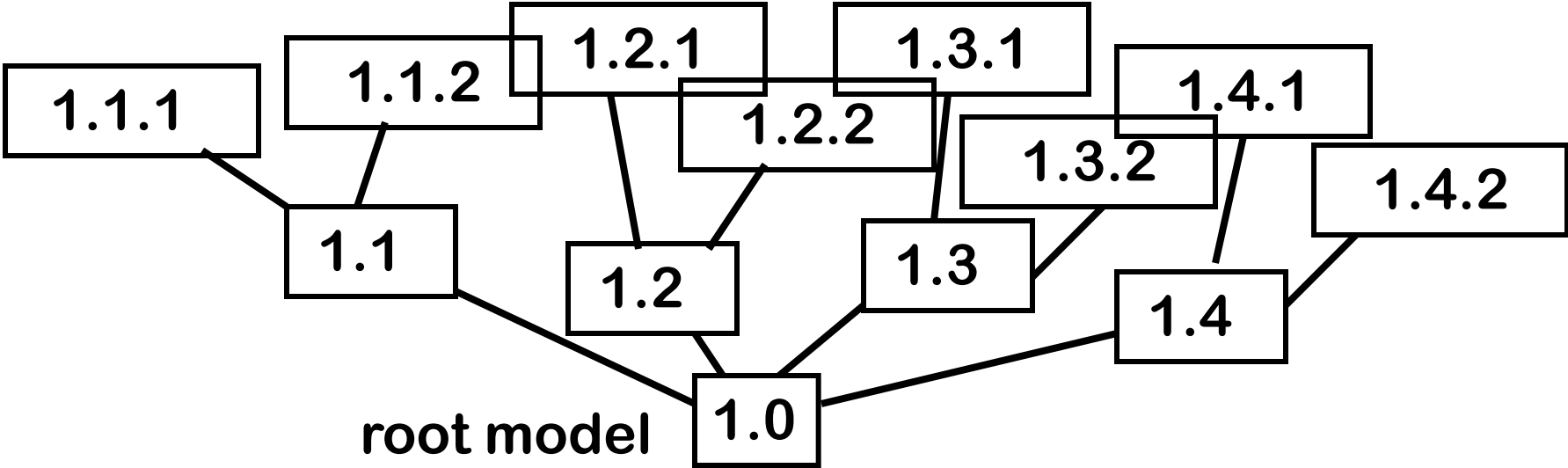
root model 1.0



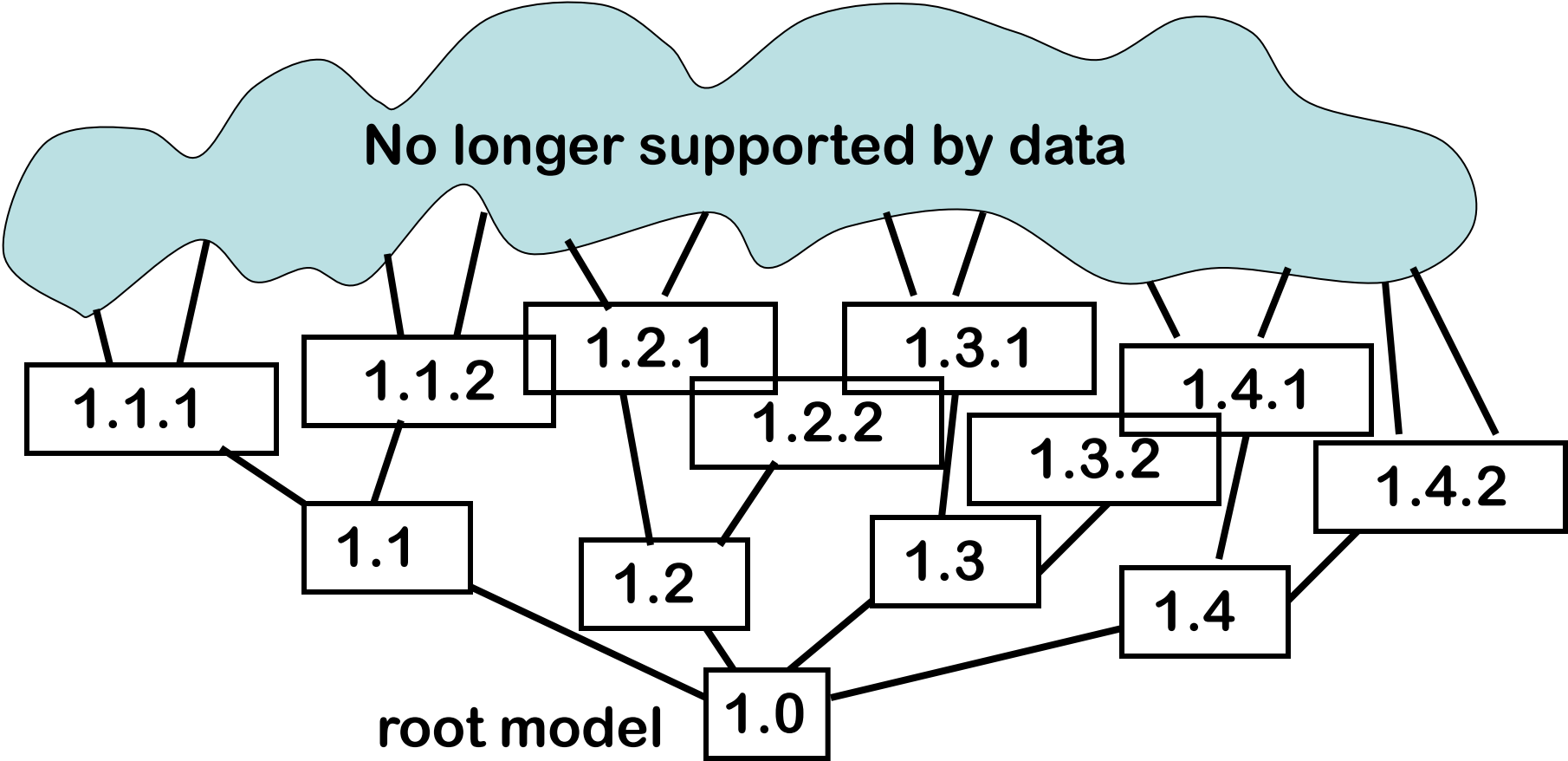
# Tree structure of a conceivable dynamic, multi-actor, macroeconomic model hierarchy



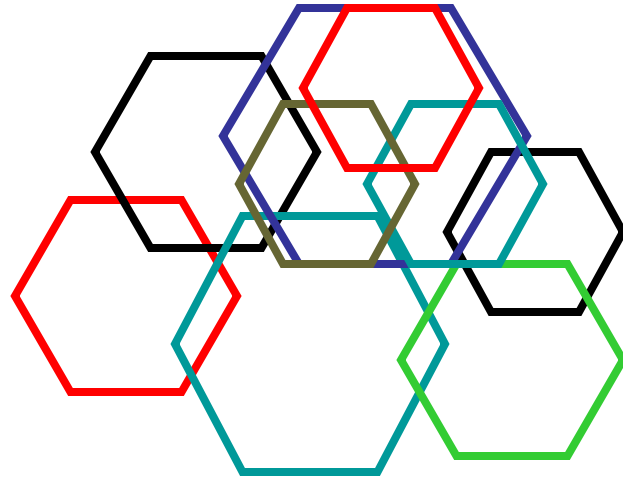
# Tree structure of a conceivable dynamic, multi-actor, macroeconomic model hierarchy



# Tree structure of a conceivable dynamic, multi-actor, macroeconomic model hierarchy



Or a model *family*  
rather than a hierarchy



# Herausforderungen für die Zukunft

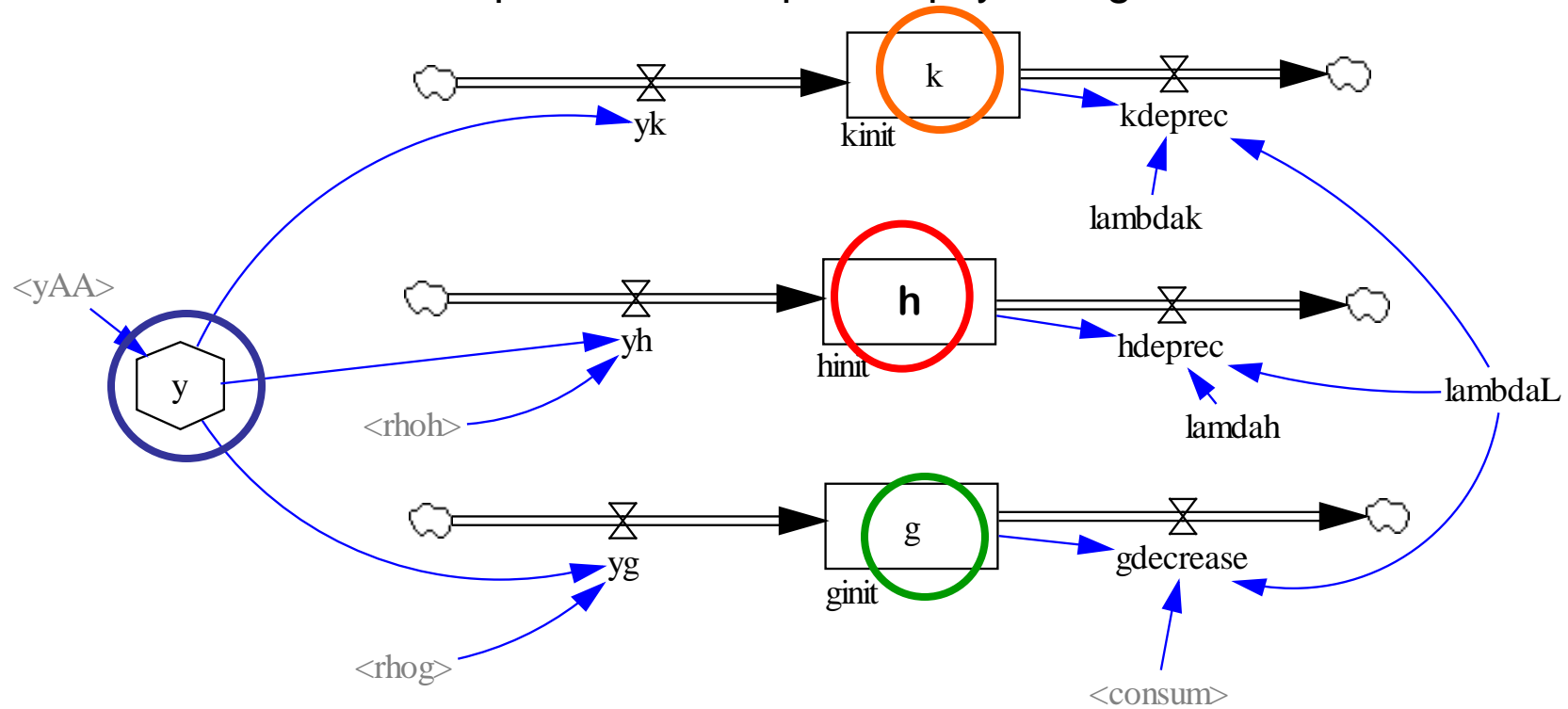
(- Verbesserungen der Klimamodelle ...)

Zusammenarbeit zwischen Klimawissenschaftlern, Ökonomen, Sozialwissenschaftlern und Politologen zur

- 1) Entwicklung von Integrated Assessment Modellen **gemeinsam mit “stakeholders“**, unter Verwendung einer für beide Seiten verständlichen einfachen Modellsprache (z.B. der graphischen systemdynamischen Software Vensim oder Stella)
- 2) Erstellung eines **Modell-Ensembles**. Entweder hierarchisch, vertikal angeordnet, bei zunehmender Komplexität, oder horizontal, unter Einbeziehung unterschiedlicher Prozesse – stets innerhalb natürlicher Verständlichkeits- oder Nachprüfbarkeitsgrenzen
- 3) Explizite Einbeziehung der angenommenen Strategien der wichtigsten sozioökonomischen **Akteure**

# System-dynamics, stocks-and-flows, actor-based model of the “real economy (VENSIM sketch)

Main routine: production outputs in physical goods units



**y**: total production, invested in:

**k**: physical capital

**h**: human capital

**g**: consumer goods and services

**actors govern growth through distribution of production between these three investment streams**

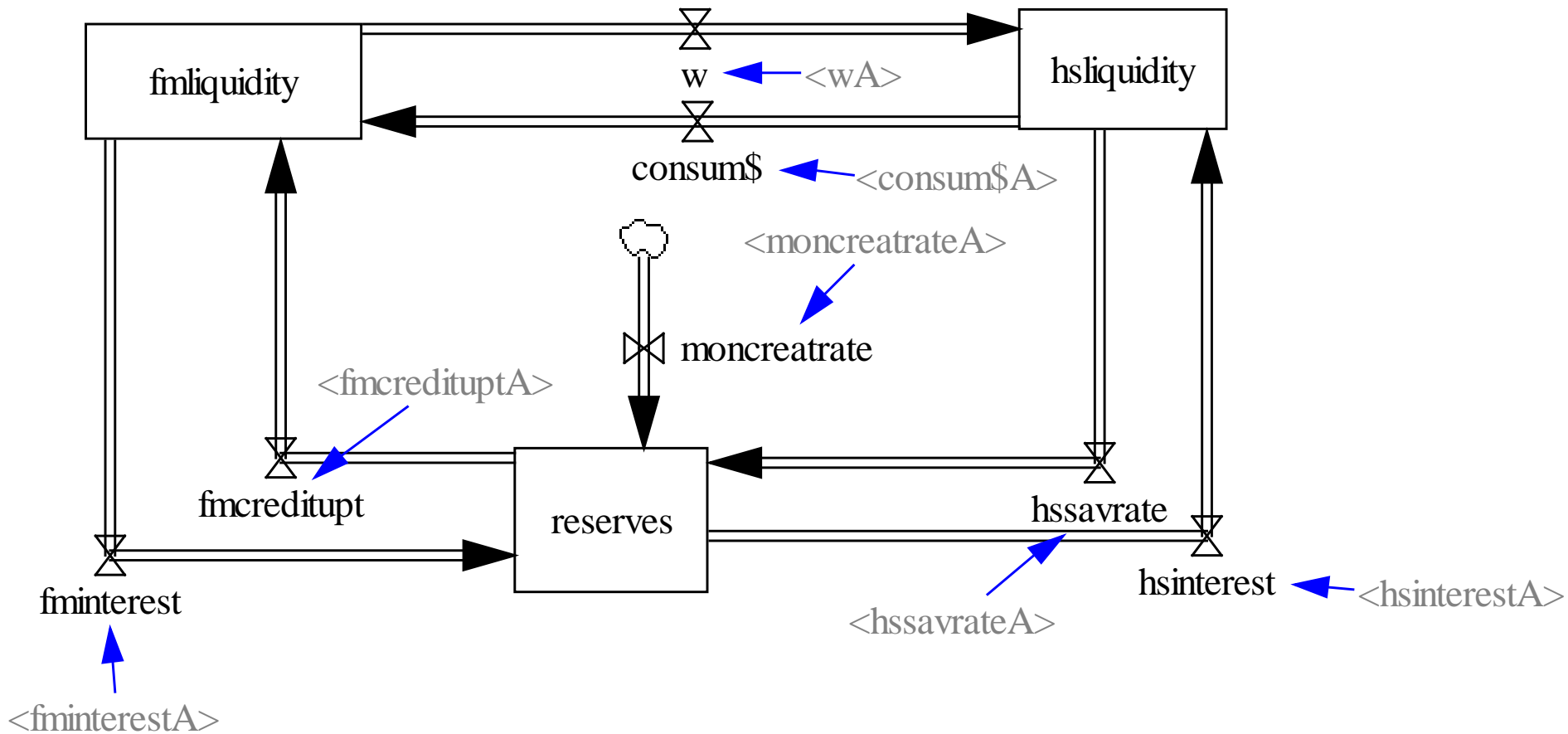
# Herausforderungen für die Zukunft

(- Verbesserungen der Klimamodelle ...)

Zusammenarbeit zwischen Klimawissenschaftlern, Ökonomen, Sozialwissenschaftlern und Politologen zur

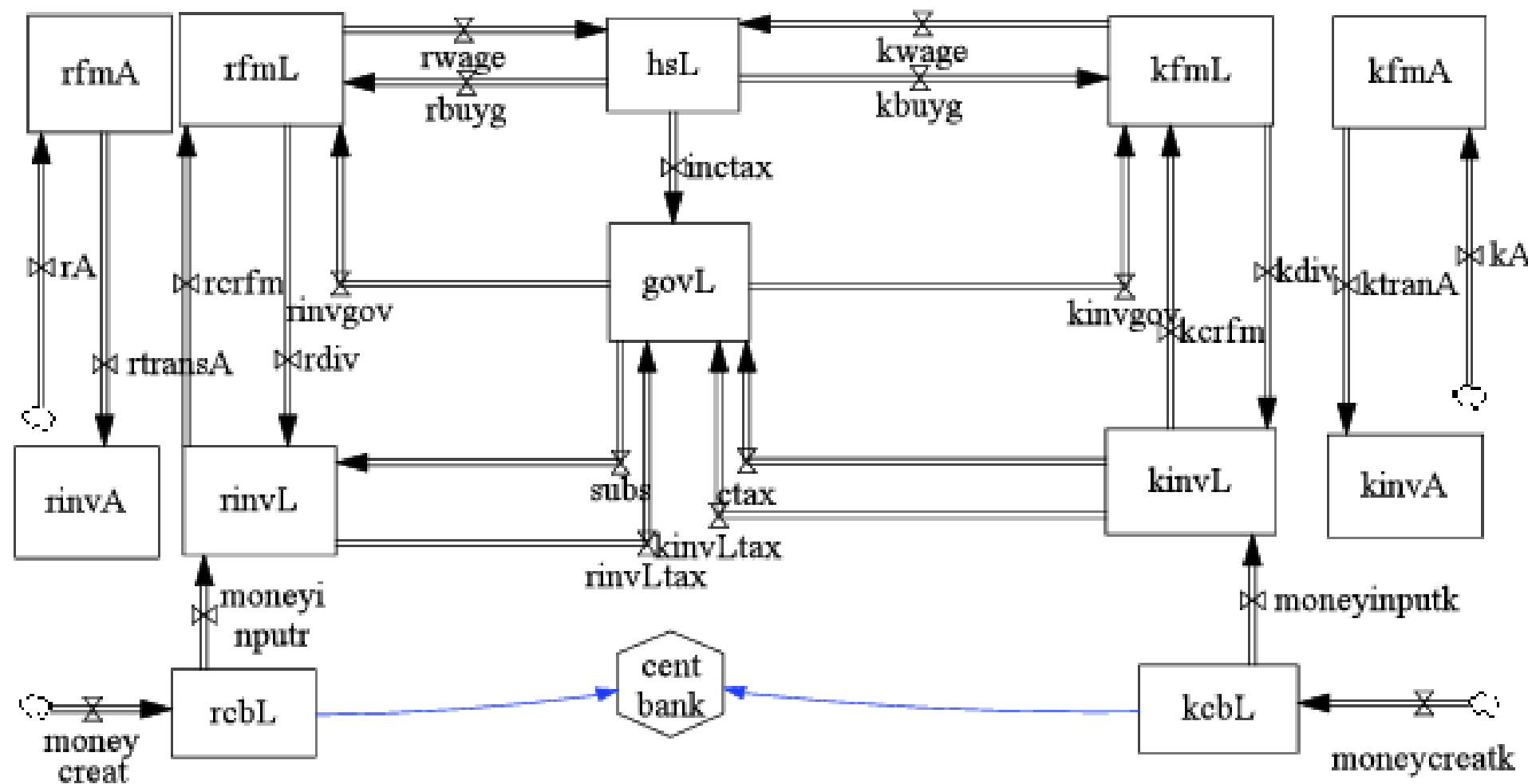
4) Kopplung des **realwirtschaftlichen Sektors** mit dem **Finanzsektor**

# The “virtual economy” (financial system): money circulation between firms, banks and households





The next level up: separation between “green economy” (left) and “carbon economy” (right), with inclusion of government, central bank, firms, investors and households



# Herausforderungen für die Zukunft

(- Verbesserungen der Klimamodelle ...)

Zusammenarbeit zwischen Klimawissenschaftlern, Ökonomen, Sozialwissenschaftlern und Politologen zur

4) Kopplung des **realwirtschaftlichen Sektors** mit dem **Finanzsektor**

# Herausforderungen für die Zukunft

(- Verbesserungen der Klimamodelle ...)

Zusammenarbeit zwischen Klimawissenschaftlern, Ökonomen, Sozialwissenschaftlern und Politologen zur

4) Kopplung des **realwirtschaftlichen Sektors** mit dem **Finanzsektor**.

Bereits mit relativ einfachen systemdynamischen, aktorbasierten Modellen ließen sich die Instabilitäten des Finanzsystems voraussehen - sowie die hohen aktuellen Arbeitslosenzahlen Südeuropas als Folge einer überholten Austeritätspolitik, an Stelle zukunftsweisender Investitionen in eine grüne Transformation.

# Herausforderungen für die Zukunft

(- Verbesserungen der Klimamodelle ...)

Zusammenarbeit zwischen Klimawissenschaftlern, Ökonomen, Sozialwissenschaftlern und Politologen zur

4) Kopplung des **realwirtschaftlichen Sektors** mit dem **Finanzsektor**

5) **“Reframing the Problem of Climate Change“**.  
Statt Betonung der Gefahren und Kosten des Klimawandels, Nachweis der vielfältigen Vorteile der grünen Transformation. Erfordert eine Neudefinition des Begriffs **“Wohlfahrt“** an Stelle von **“BSP (GDP)“**.

# Herausforderungen für die Zukunft

(- Verbesserungen der Klimamodelle ...)

Zusammenarbeit zwischen Klimawissenschaftlern, Ökonomen, Sozialwissenschaftlern und Politologen zur

4) Kopplung des **realwirtschaftlichen Sektors** mit dem **Finanzsektor**

5) **“Reframing the Problem of Climate Change“**.

Statt Betonung der Gefahren und Kosten des Klimawandels, Nachweis der vielfältigen Vorteile der grünen Transformation. Erfordert eine Neudefinition des Begriffs “Wohlfahrt“ an Stelle von “BSP (GDP)“.

**Spezielle Anforderungen für das DKRZ:** Vereinigung unterschiedlicher Modellierungskulturen: Petabyte-Klimamodelle gekoppelt mit einfachen sozioökonomischen Modellen basierend auf grafisch-anschaulicher Software.

**Vielen Dank fürs Zuhören**

**- und viel Erfolg für die nächsten  
25 Jahre DKRZ!**