

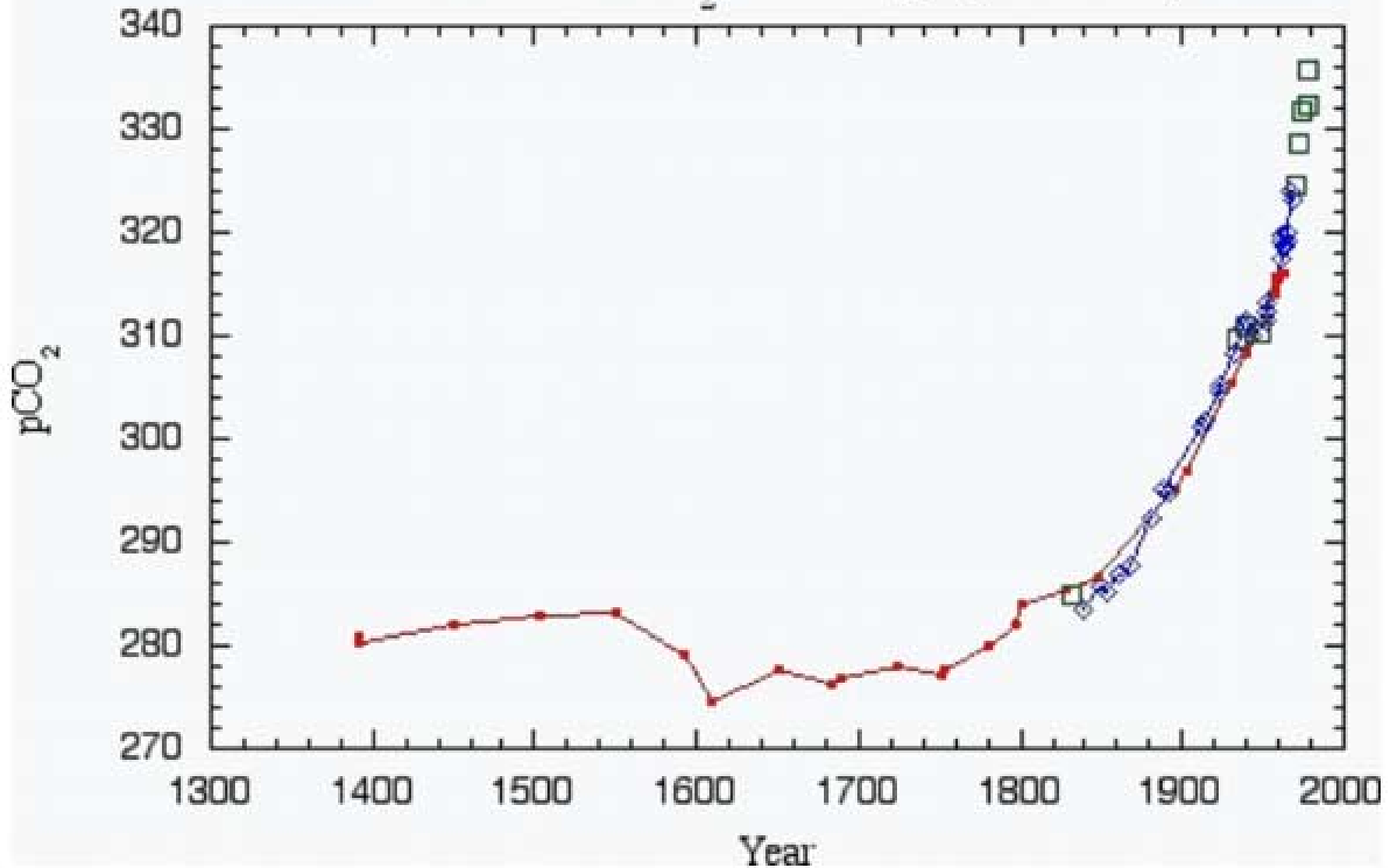
# **Wälder als CO<sub>2</sub>-Deponien – drei Fliegen mit einer Klappe?!**

**Prof. Dr. Aloys Hüttermann, Göttingen**

**Prof. Dr. Jürgen O. Metzger, Oldenburg**

**Anlass und Anliegen  
des Kyoto-Prozesses  
sind ja sicher  
bekannt:**

# Law Dome CO<sub>2</sub> :Etheridge (Australia)

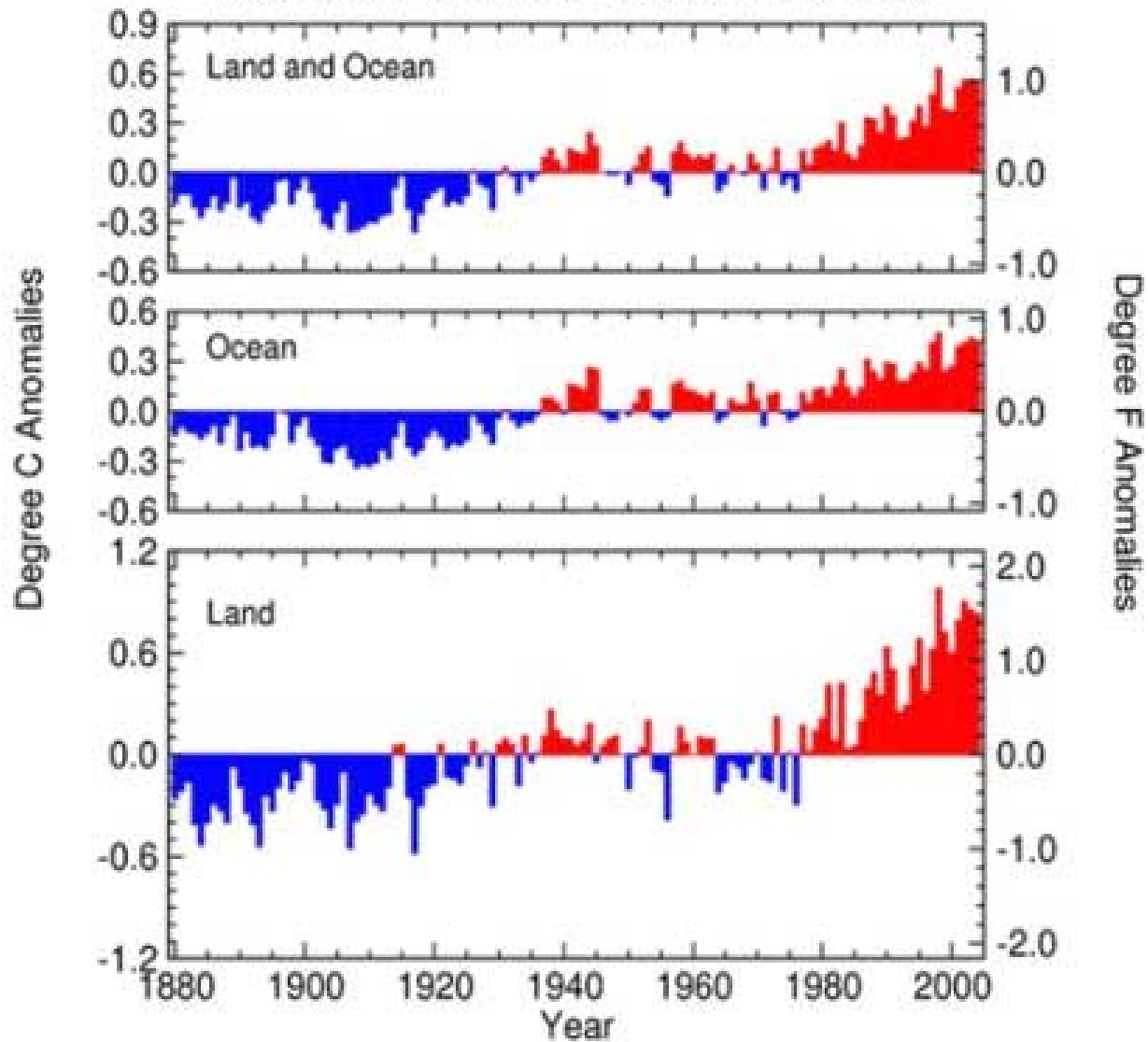


**Was passiert, wenn wir nichts tun, um die Erhöhung der Kohlendioxid-Konzentration in der Luft zu stoppen?**

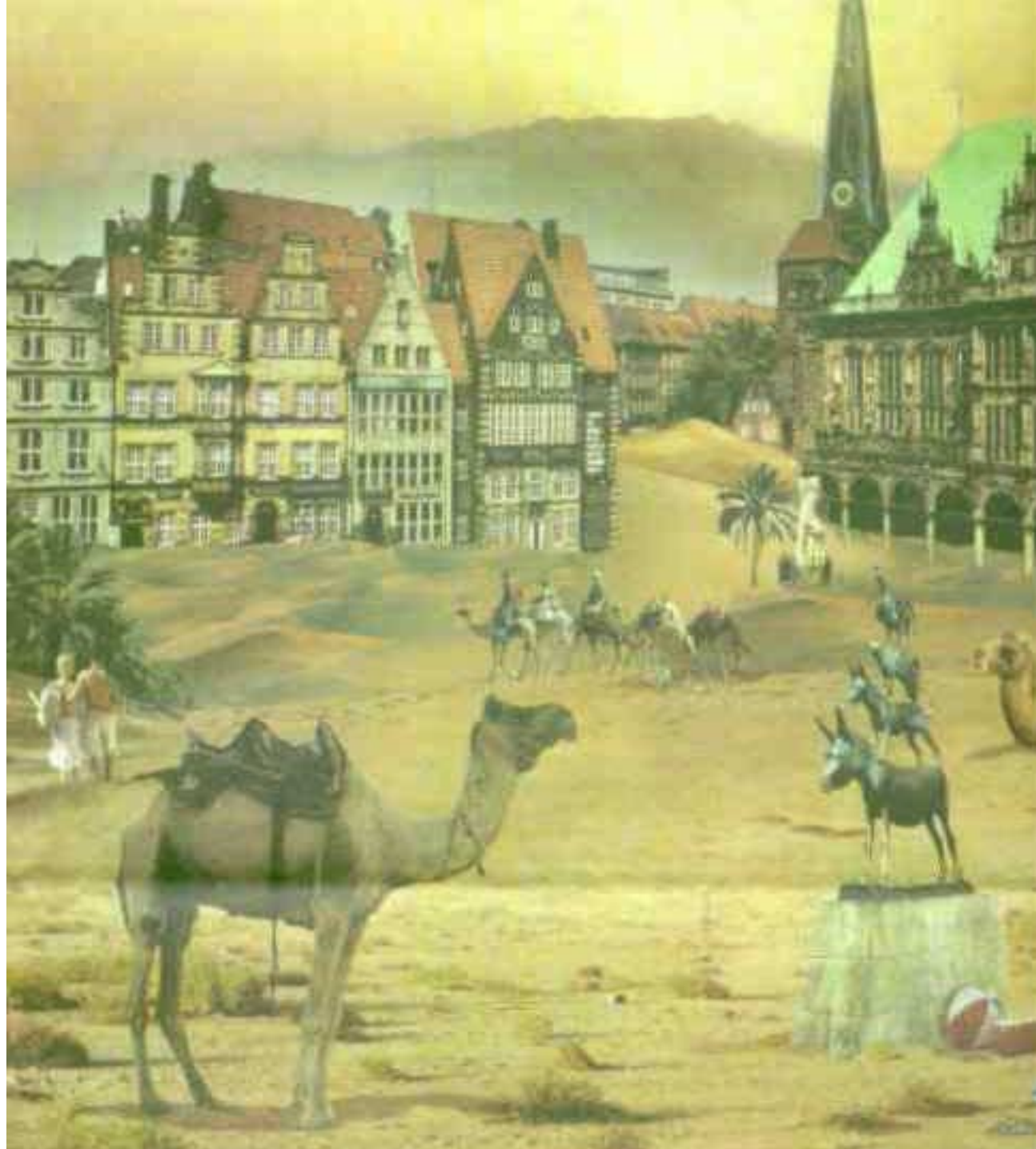
**Es werden zur Zeit zwei Möglichkeiten für realistisch gehalten:**

# Jan - Dec Global Surface Mean Temp Anomalies

National Climatic Data Center/NESDIS/NOAA



**Die Erde erwärmt sich, Bremen würde in 45 Jahren dann etwa so aussehen:**



**Die andere Möglichkeit ist:  
Der Golfstrom hört sehr bald  
auf zu fließen!**



Eiszeit in New York (Filmszene aus  
„The Day After Tomorrow“)

KLIMA

# Kälteschock im Treibhaus

In dem Katastrophenfilm „The Day After Tomorrow“ bricht innerhalb weniger Tage eine neue Eiszeit über die Nordhalbkugel herein. Alles nur ein Hirngespinnst aus Hollywood? Oder besteht tatsächlich die Gefahr, dass die globale Erwärmung zu einer Abkühlung im Nordatlantik führt?

**Die Pentagon-Studie vom Oktober 2003, im März 2004 durch Zufall an die Öffentlichkeit gebracht, glaubt, dass diese Alternative eine realistische Möglichkeit ist!**

Sogar BILD hat  
seinen Lesern  
das Problem  
klar gemacht!



**Welche Lösungswege werden  
derzeit diskutiert um zu  
verhindern, dass der „worst case“  
eintritt:**

# The Carbon Dioxide Dilemma

## Promising Technologies and Policies

PROCEEDINGS OF A SYMPOSIUM

April 23–24, 2002

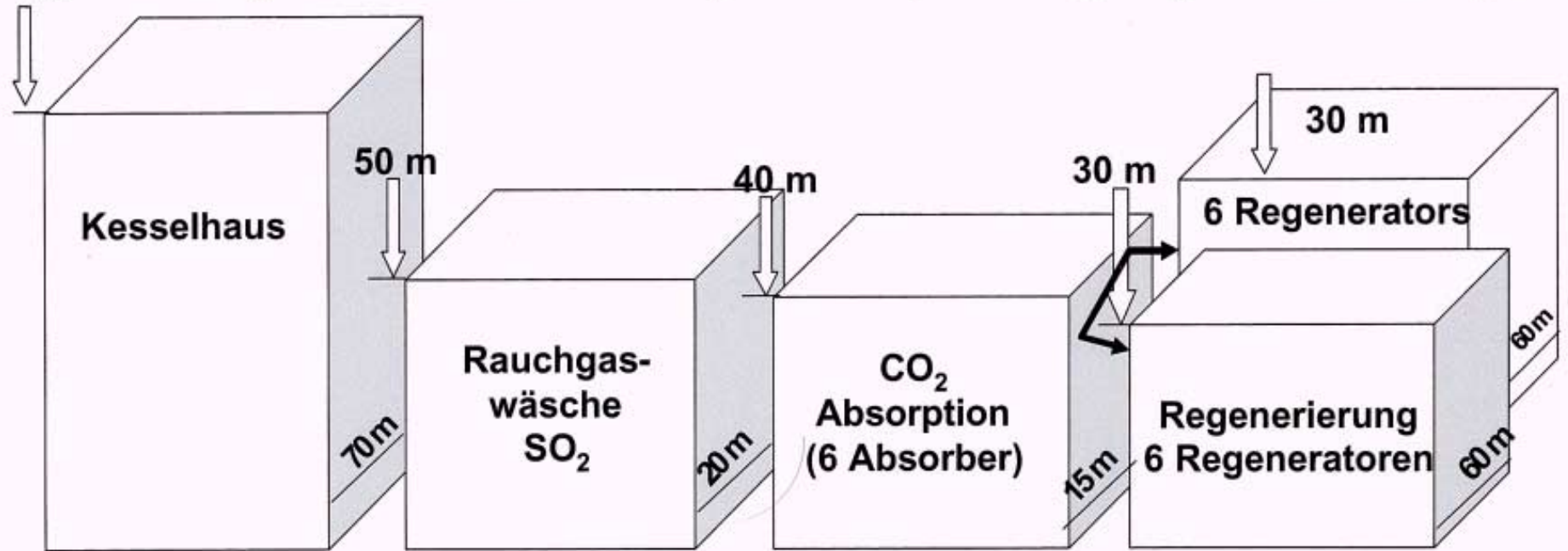
NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING  
NATIONAL RESEARCH COUNCIL  
OF THE NATIONAL ACADEMIES

THE NATIONAL ACADEMIES PRESS  
Washington, D.C.  
[www.nap.edu](http://www.nap.edu)

**1. Entfernung auf  
chemischem Wege an den  
Orten der Erzeugung.**

## Cooretec - CO<sub>2</sub> - Abtrennung

120 Kohlegefeuertes Kraftwerk (660 Mwe) mit SO<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>-Abscheidung



— 70 m —      — 80 m —  
 CO<sub>2</sub> - Abscheidung ~ 500 t/h CO<sub>2</sub> (ca. 90%)  
 MEA-Kreislauf ~ 16.000 m<sup>3</sup>/h  
 ND-Dampf-Verbrauch ~ 1.200 t/h

— 75 m —      — 110 m —  
 Wirkungsgradverlust 10 - 15% Punkte  
 Erhöhte spez. Invest.Kosten ~ 80% - 130%  
 Kosten CO<sub>2</sub>-Vermeidung 47 - 49 \$/t CO<sub>2</sub>

**2. Lagerung des Kohlendioxids  
irgendwo auf der Erde.**

# STORING CARBON DIOXIDE UNDERGROUND AND IN THE OCEAN



## STORAGE UNDERGROUND

Coal Beds  
Mined Salt Domes  
Deep Saline Aquifers  
Depleted Oil or Gas Reservoirs

## ADVANTAGES

Potentially low costs  
Custom designs  
Large capacity  
Proven storage integrity

## DISADVANTAGES

Immature technology  
High costs  
Unknown storage integrity  
Limited capacity

## STORAGE IN OCEAN

Droplet Plume  
Towed Pipe  
Dry Ice  
Carbon Dioxide Lake

## ADVANTAGES

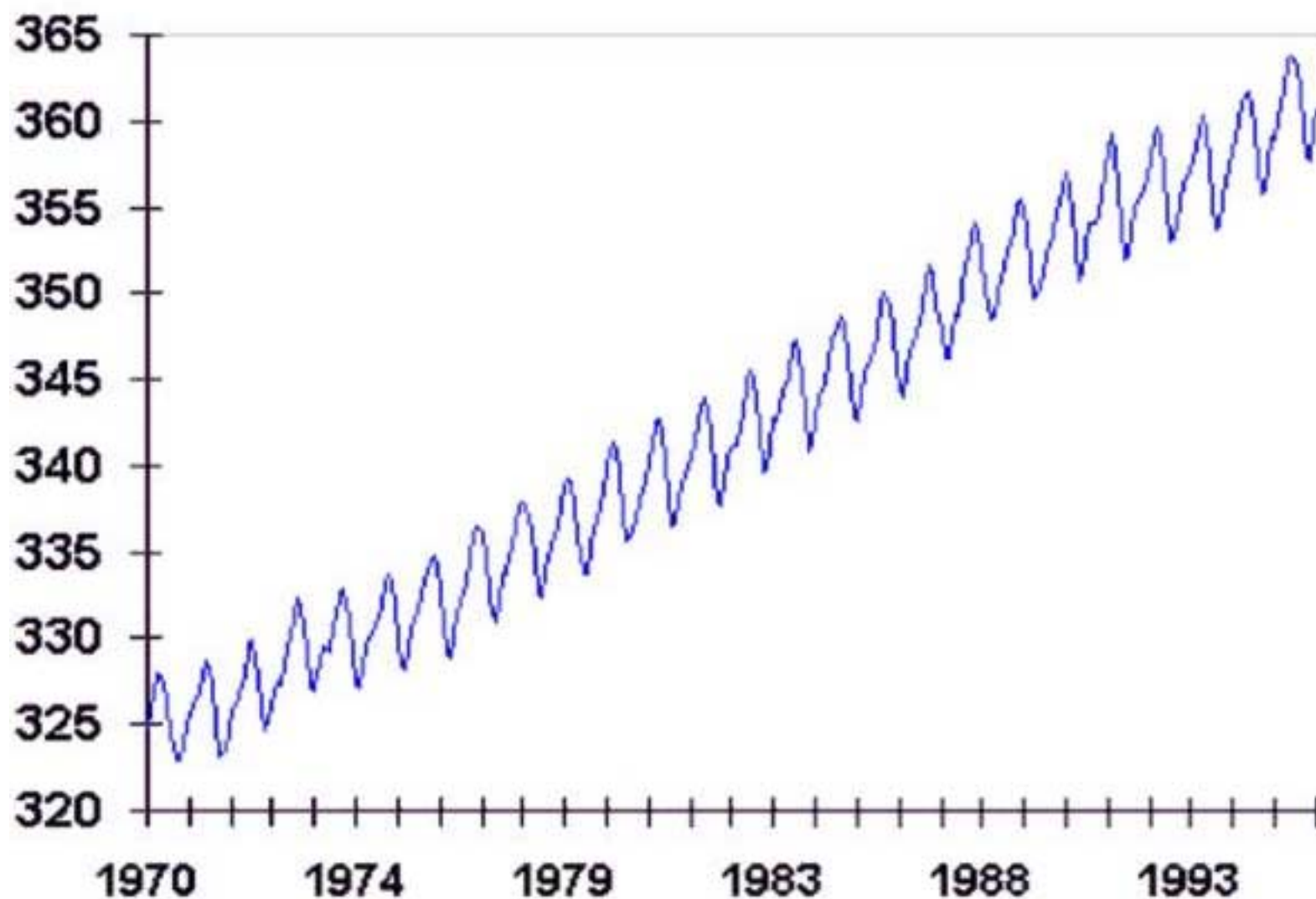
Minimal environmental effects  
Minimal environmental effects  
Simple technology  
Carbon will remain in ocean for thousands of years

## DISADVANTAGES

Some leakage  
Some leakage  
High costs  
Immature technology

**Aber es gibt noch eine  
ganz andere Möglichkeit!**

**Atmospheric CO2 Concentration at Mauna Loa (ppm)**



**Der Luftaustausch in der Atmosphäre ist so intensiv, dass es völlig egal ist, an welchem Ort das von den Industrieländern in die Luft gepustete CO<sub>2</sub> wieder herausgeholt wird.**

**Dies eröffnet die Möglichkeit  
einer Globalisierung der ganz  
besonderen Art:**

**Durch von deutschen Emittenden  
finanzierte Aufforstungen in  
Afrika holen dort das hier  
emittierte CO<sub>2</sub> wieder aus der  
Luft heraus und legen es fest!**

**Die oberirdischen Biomasseproduktion ( $t \text{ CO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ) in tropischen Trockenwäldern hat die folgende Bandbreite:**

**9 t Wüstenaufforstung (IPCC)**

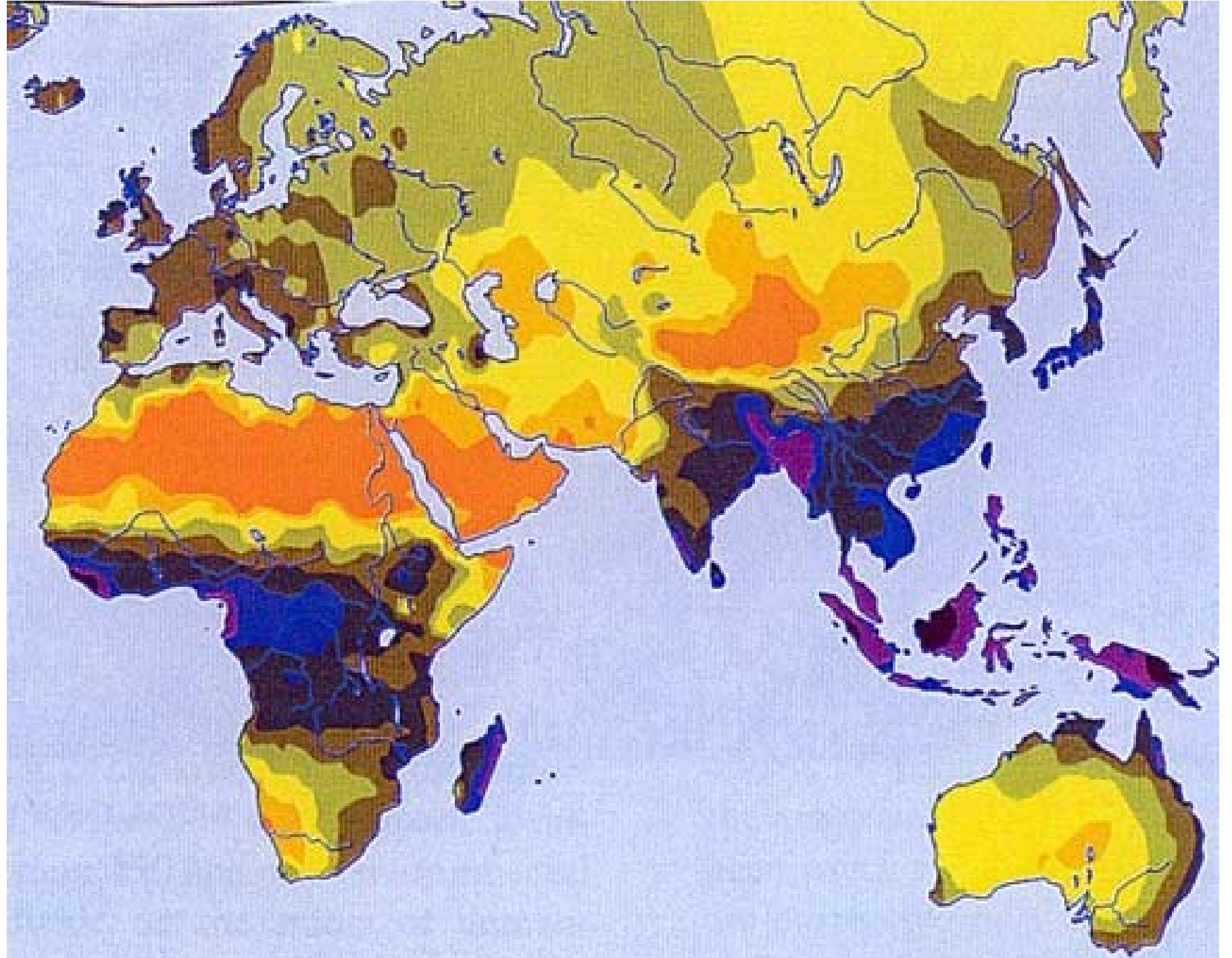
**13 t Himalaya (Bargali, 1995)**

**18 t Südchina (Chen, 1998)**

**33 – 55 t, Brasilien (Brown, 1992, Tiessen, IPCC; 1998)**

**Dies entspricht einer Kohlendioxidsequestrierung von 9 - 55  $t \text{ CO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$**

**Das größte Flächenpotential liegt  
entlang der Wüsten dieser Erde:**



**Wo sich  
heute  
endlose  
Wüsten  
ausbreiten,  
gab es vor  
wenigen  
Jahrzehnten  
noch  
Wälder:**



**Termitenhügel in der Südsahara, darunter befinden sich Bäume!**

# **Wie kann man Wüsten begrünen?**

## **1. „Konventionell“: Beispiel Israel**

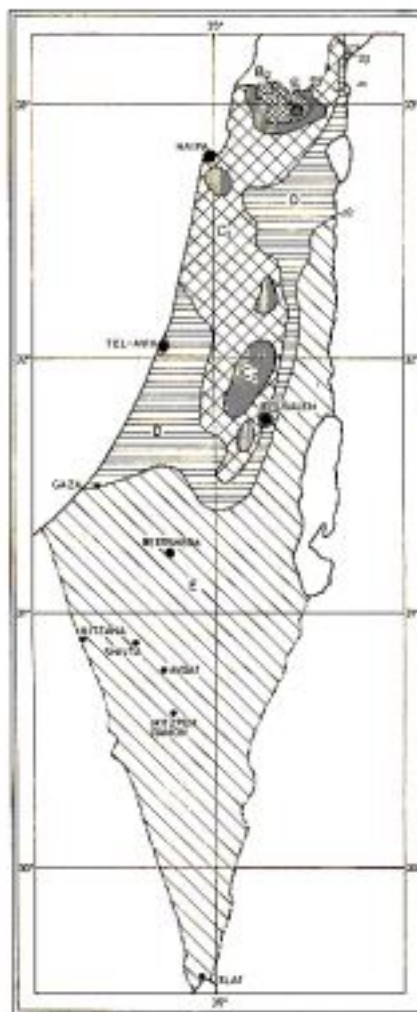
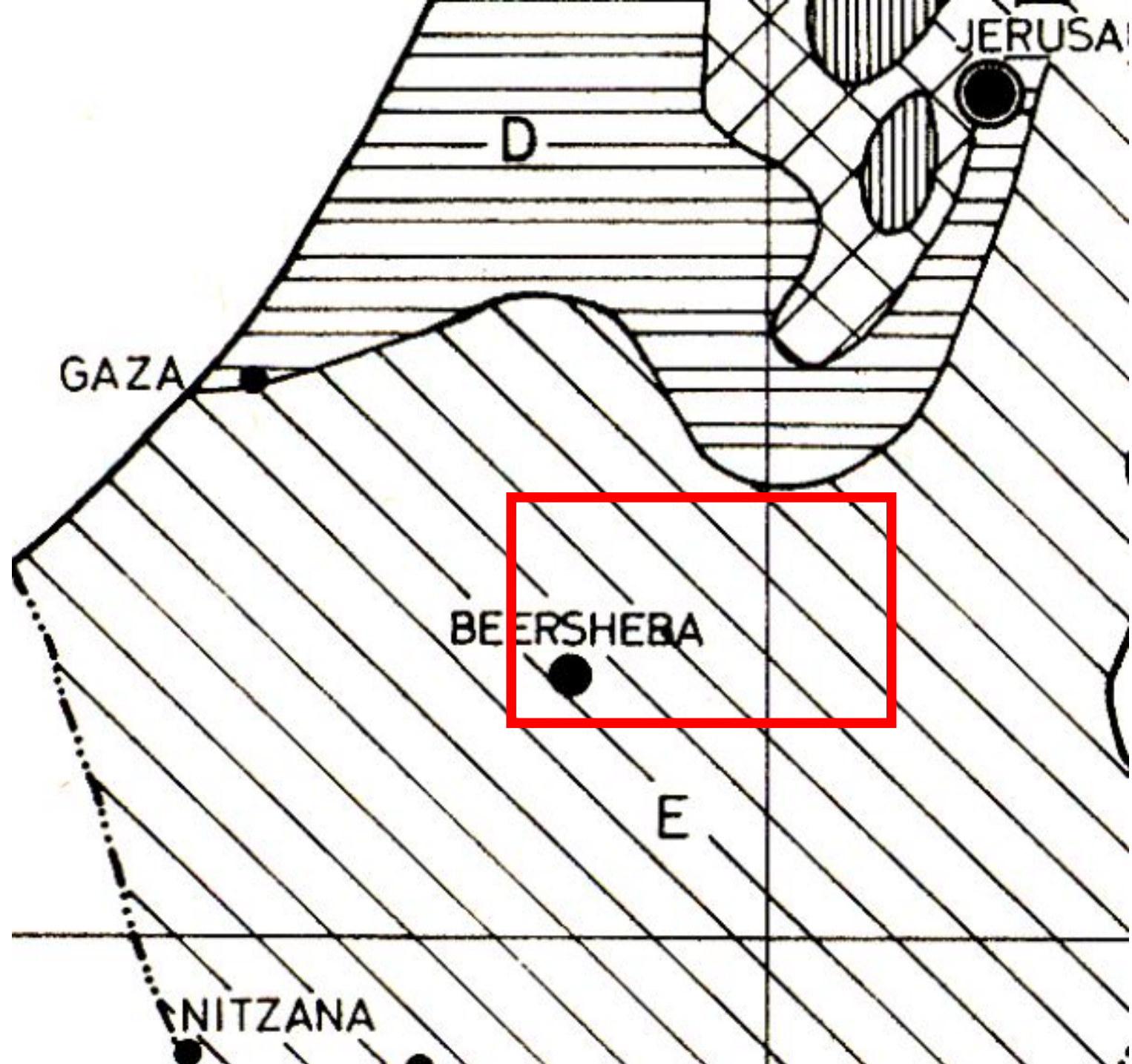
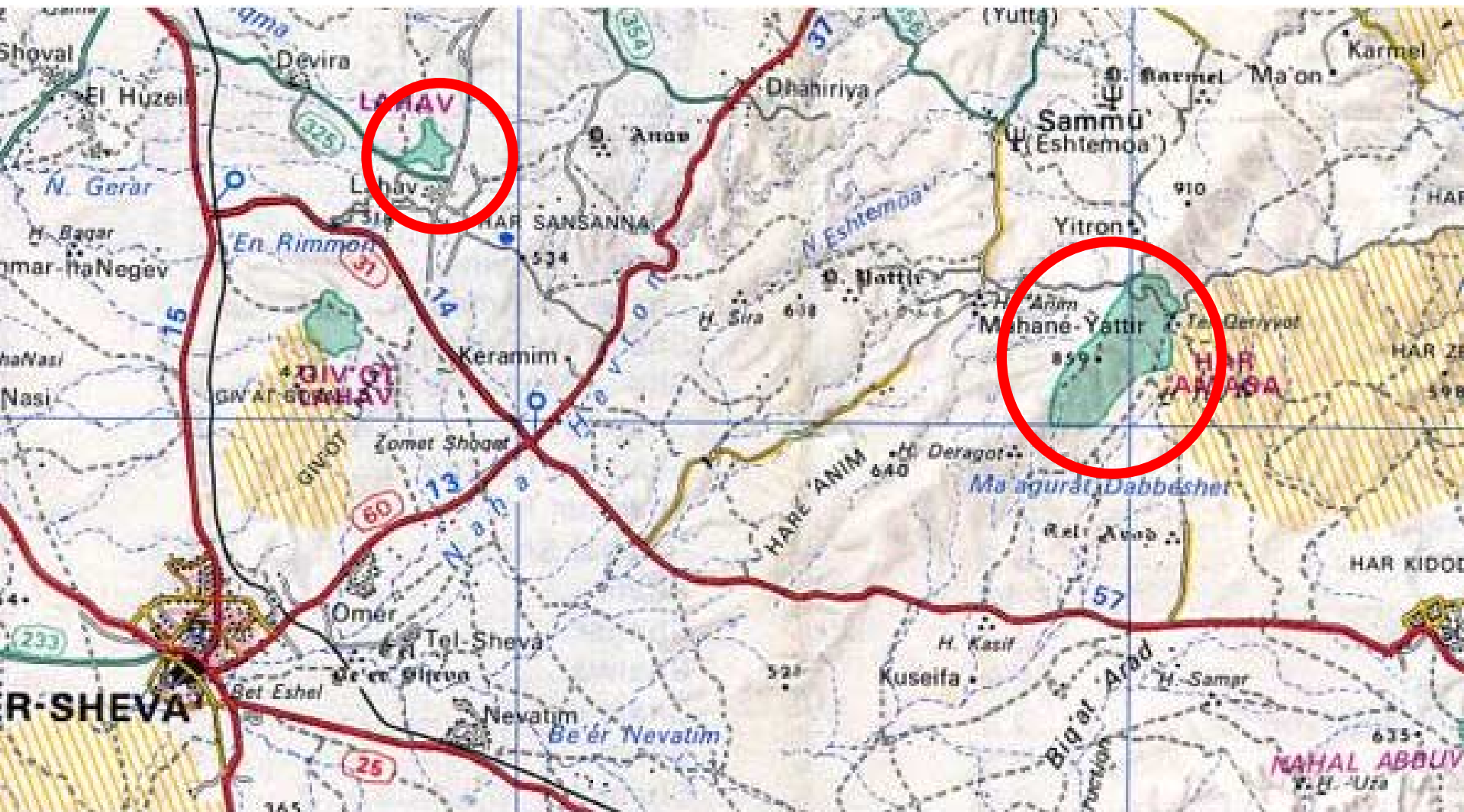


Fig. 11. Thornthwaite's moisture regions in Israel, determined by values of the moisture index:  
 B<sub>2</sub>, 40 to 60 (humid);  
 B<sub>1</sub>, 20 to 40 (humid);  
 C<sub>2</sub>, 0 to 20 (moist subhumid);  
 C<sub>1</sub>, 0 to -20 (dry subhumid);  
 D, -20 to -40 (semiarid);  
 E, -40 to -60 (arid).  
 (After *Atlas of Israel*.)







**Selbst dieser Wald, der unter sehr extremen Bedingungen wächst und im Anbau nicht optimiert wurde, legt pro Jahr 4,4 t CO<sub>2</sub> in seiner oberirdischen Biomasse fest!**

**(Grünzweig et al., 2003)**

**Die Vorteile einer solchen Aufforstung für die dort lebenden Menschen sind mit Geld nicht zu bezahlen. Mehrere Kibbutzim und Moschavim betreiben in den freigelassenen Tälern Landwirtschaft.**

**2. Wie kann man Böden am Rande der Wüste bepflanzen, wo heute keine Bäume mehr konventionell angepflanzt werden können ?**

**Man setzt den Böden Hydrogele zu, chemische Wasserspeicher, die das Regenwasser aufsammeln und an die Bäume abgeben.**







AGRARWISSENSCHAFT

## Grüne Wüste dank Windeltechnik

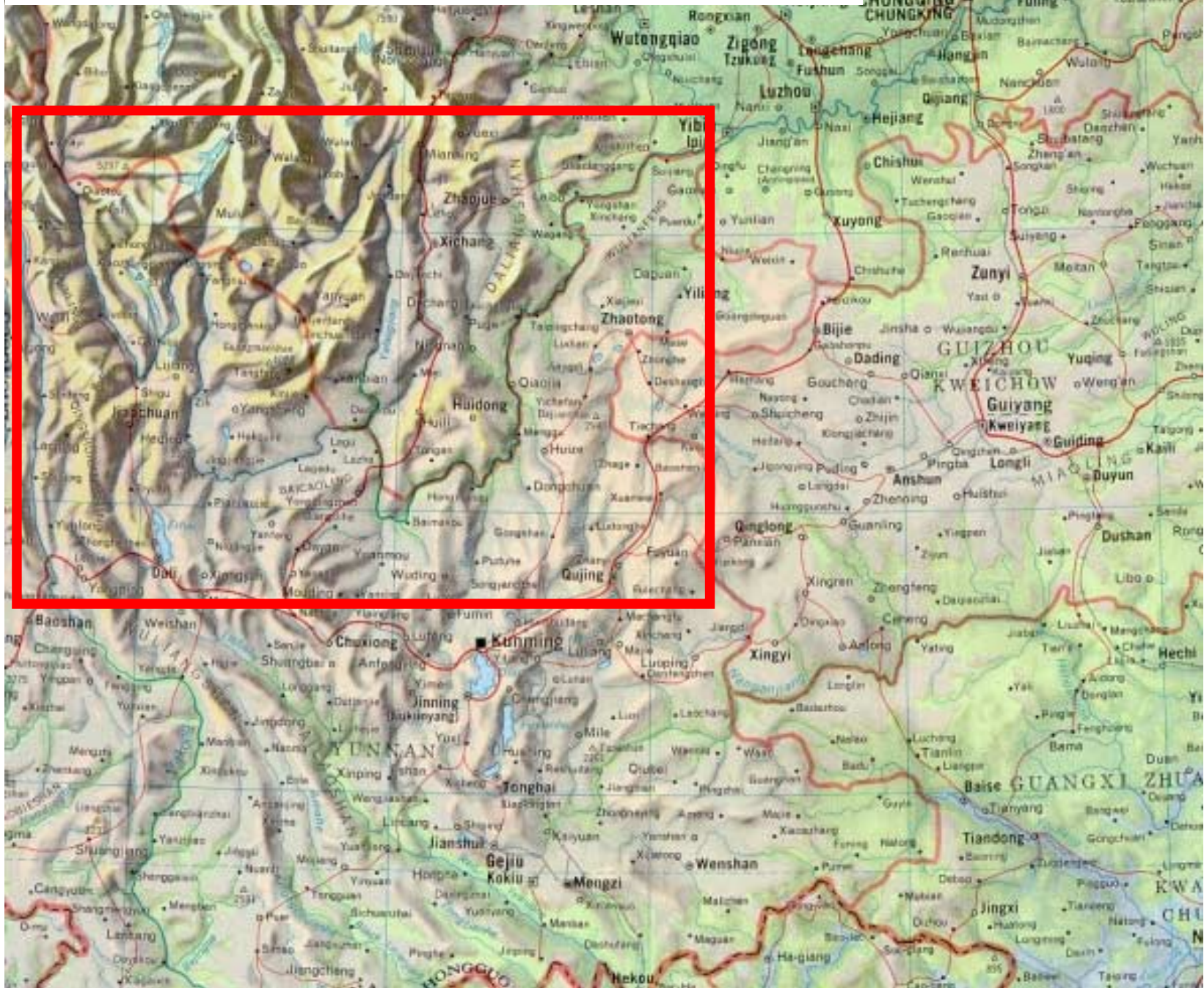
Wenn in Dubai bald prachtvoll die Wüste blüht, dann verdankt sie das nicht zuletzt deutscher Windelforschung. Arbeiter vergraben gerade Wagenladungen wundersamer Körnchen im heißen Sand des Emirats am Persischen Golf. Das Granulat soll das knappe Wasser im Boden speichern. Es ist aus demselben Faserstoff, der auch in modernen Windeleinlagen enormes Rückhaltevermögen beweist. Fachleute sprechen von Superabsorbent. Die Krefelder Firma Stockhausen, eine Tochter des Degussa-Konzerns, hat die Variante zur Bodenverbesserung (Marke Stockosorb) entwickelt, die nun in Dubai zum Einsatz kommt. Dort soll das Produkt für Blumenpracht in dem künstlichen Luxusinselnreich „Palm Jumeira“ sorgen, das vor der Küste aufgeschüttet worden ist. Die Fasern bestehen aus netzartig verknäulten Kunststoffmolekülen; wenn die aufquellen, können sie das Hundertfache ihres Gewichts an Flüssigkeit festhalten. Im Sandboden bewahren die saugstarken Körnchen das kostbare Wasser vor dem Versickern, und bei Bedarf geben sie es langsam wieder an die Wurzeln ab. Landschaftsgärtner



Arbeiter beim Vergraben von Stockosorb-Granulat

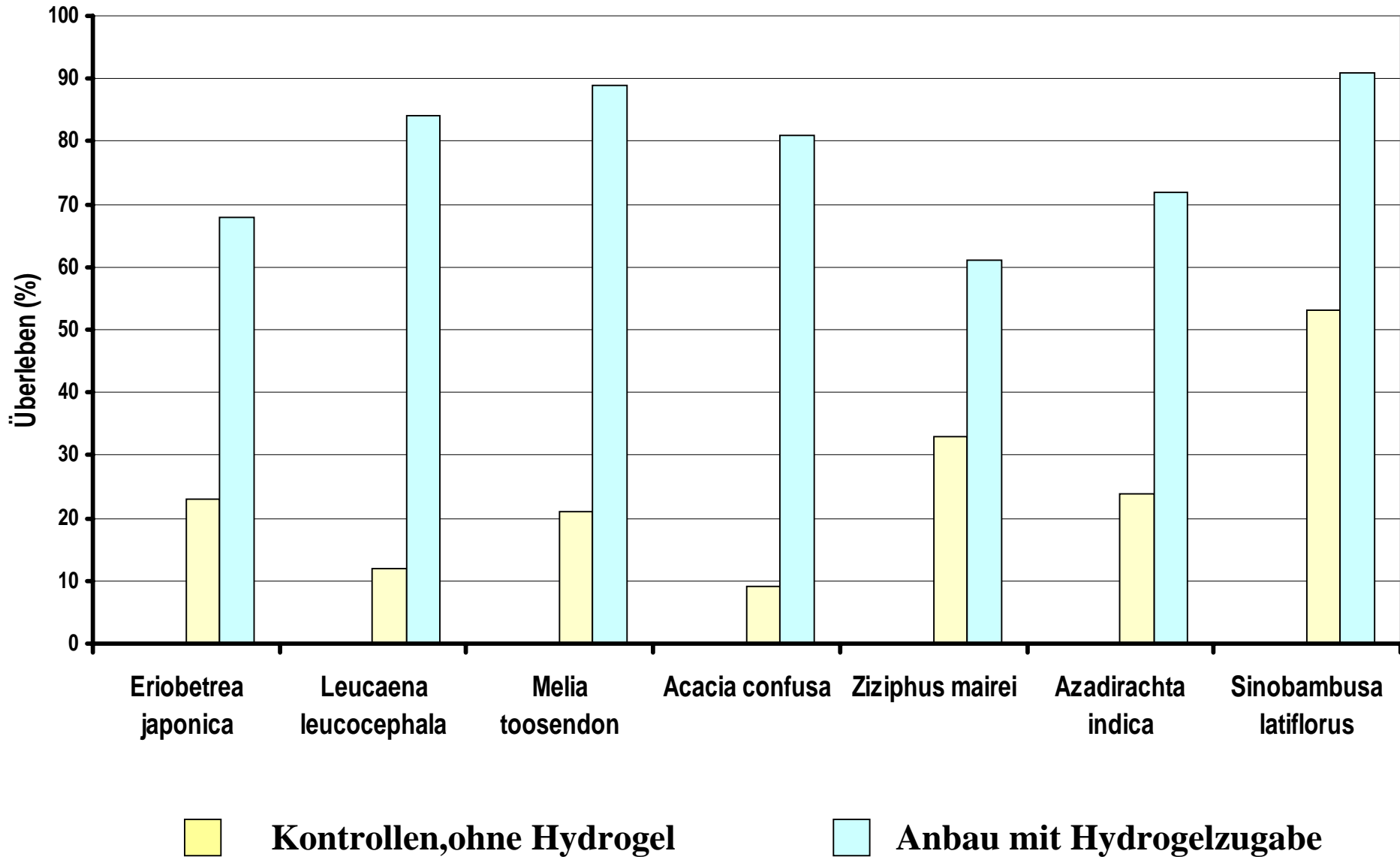
setzen solche Granulate hier und da bereits ein, etwa zur Begrünung von Golfplätzen. Auch als Dichtmasse für Tunnelrohre hat die Windeltechnik sich bewährt.

# Erosionsgebiete im Jangtse-Oberlauf:





# Aufforstungsversuche in den Hot Dry Valleys

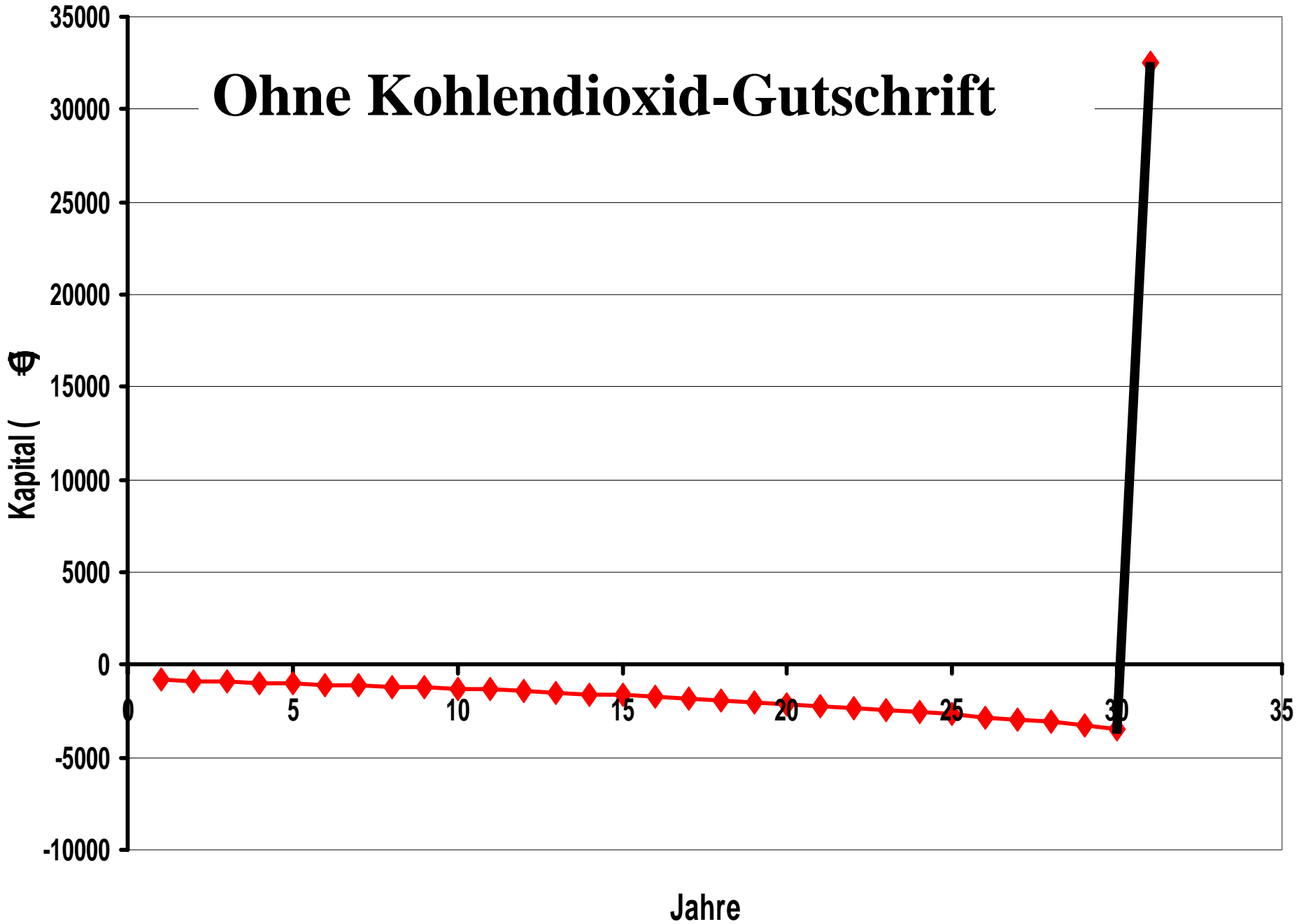


**Wie würde sich eine  
Kohlendioxid-Gutschrift  
auf die Ökonomie einer  
Aufforstung auswirken?**

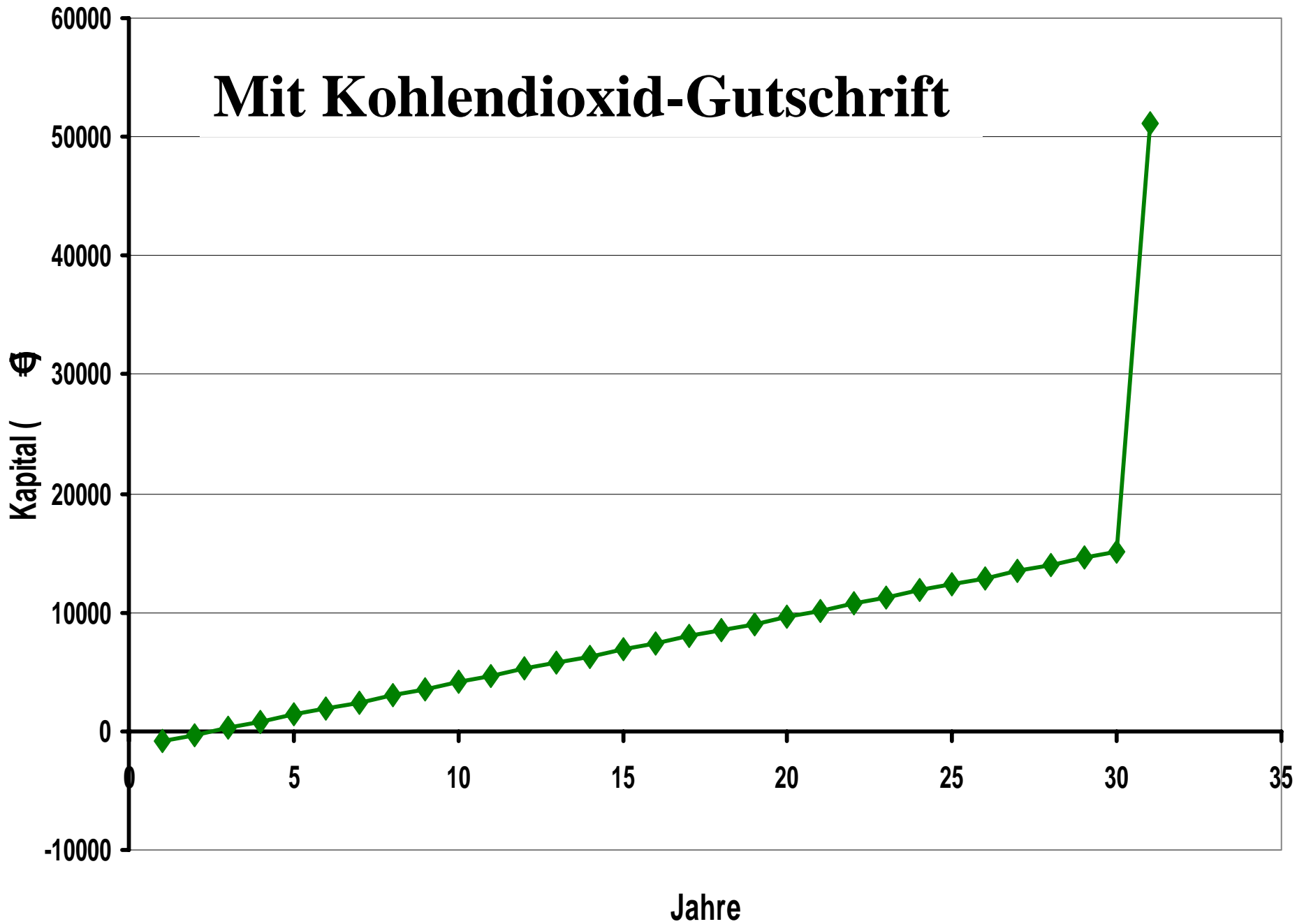
# **Modellkalkulation Aufforstung Tropischer Trockenwald**

**Kapitaleinsatz zu Beginn: 825 €, 5 % Zinsen**

# Ohne Kohlendioxid-Gutschrift



# Mit Kohlendioxid-Gutschrift



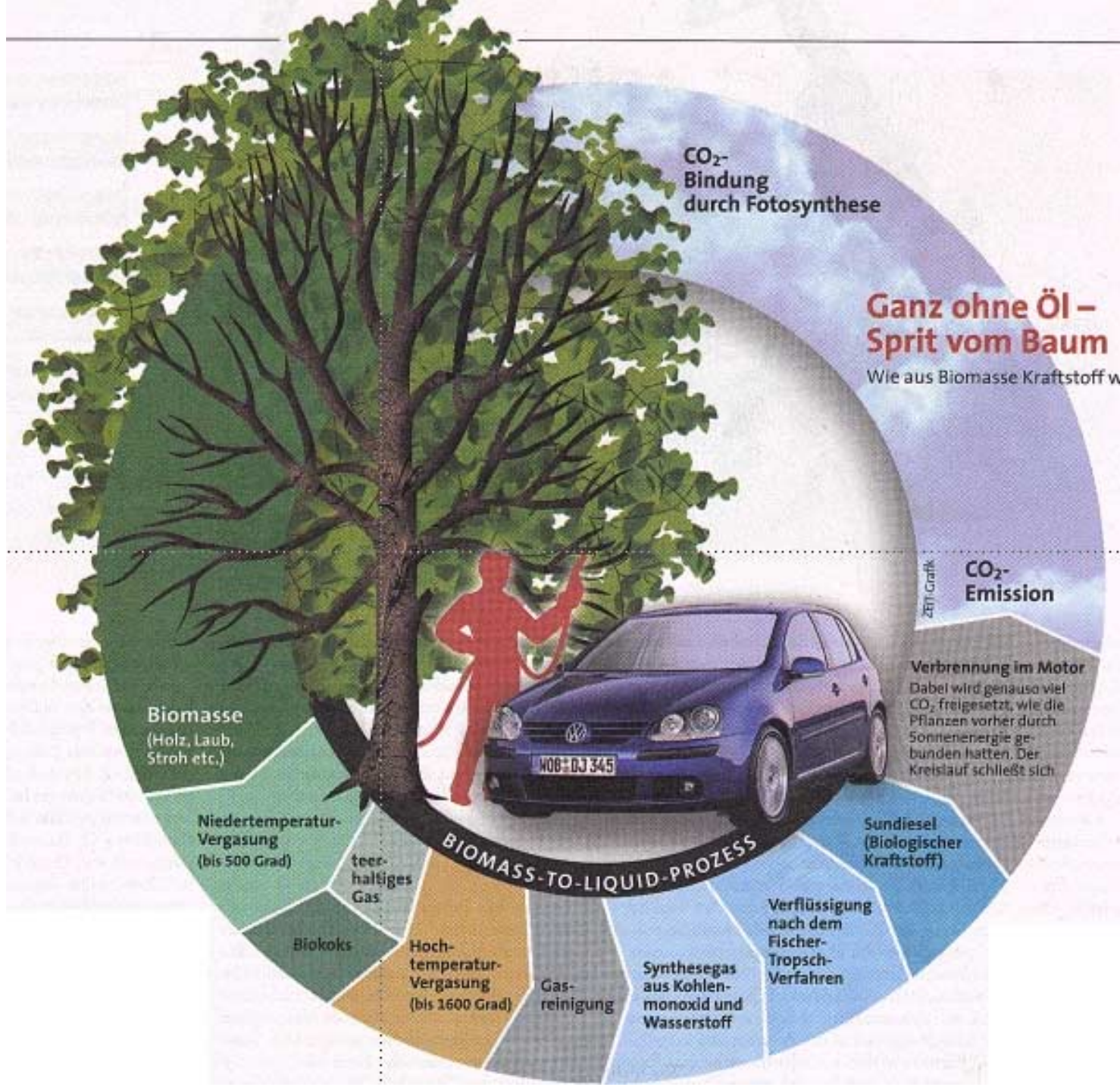
# **Welche entwicklungspolitischen Folgen hätte eine derart massive Aufforstung?**

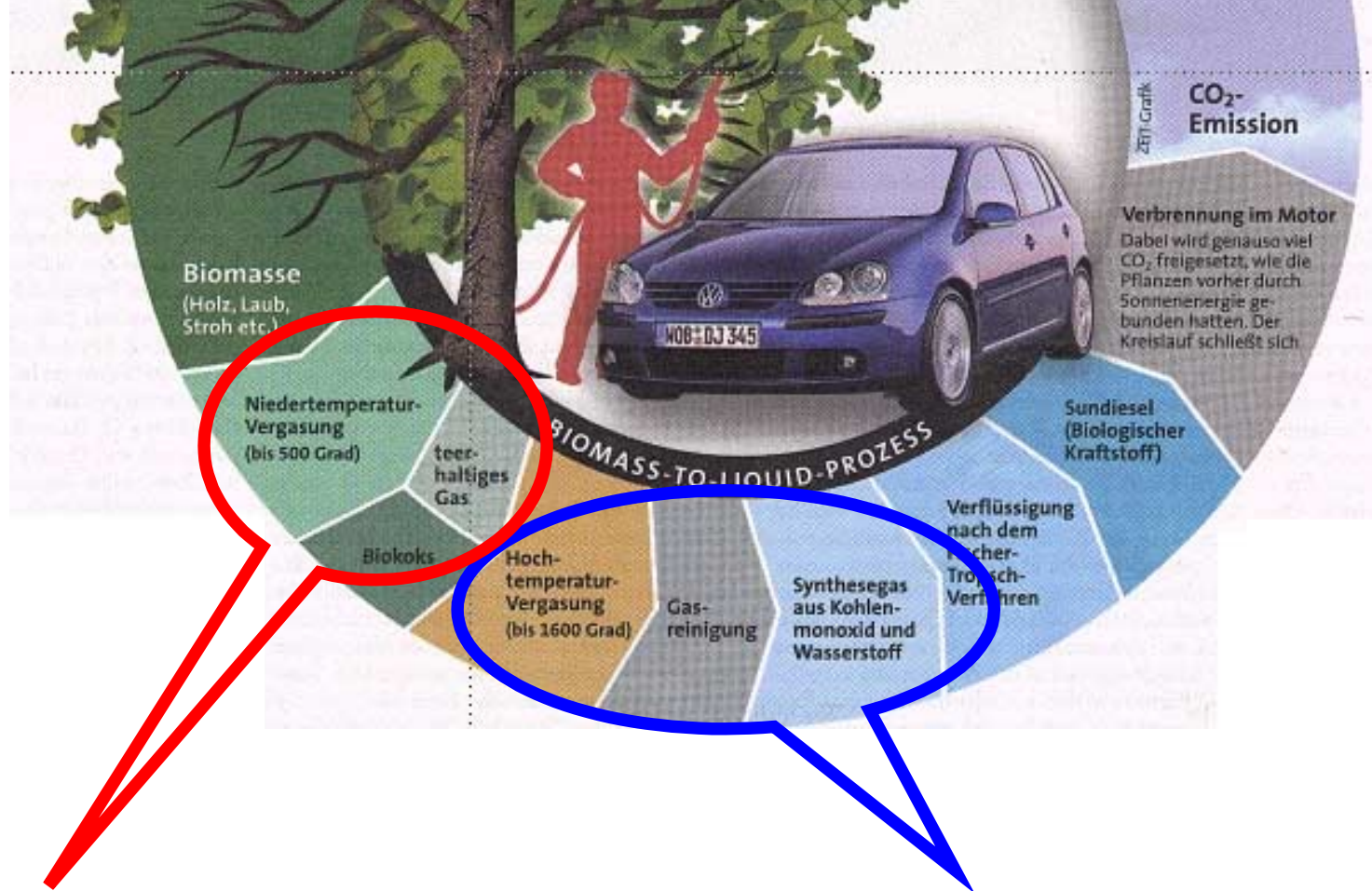
- **Arbeitsplätze auf dem Land**
- **Mittelumschichtung von Nord nach Süd zu beiderseitigem Vorteil**
- **Reparatur der ökologischen Folgen der Raubbaus der vergangenen Jahrhunderte**

**Was kann man mit dem Holz  
machen, das in den  
Sequestrierungsflächen  
gewonnen wird?**

**Chemikalien, die die jetzige  
Petrochemie substituieren können!**

DIE ZEIT,  
„Wirtschaft“  
08.07.2004.





**Dieser Prozess ist in seiner Ausbeute kapazitätsunabhängig, geht gut in kleineren dezentralen Anlagen.**

**Dieser Prozess geht mit guten Ausbeuten nur in großen Anlagen.**

**Aus dem Synthesegas kann dann, in der gleichen Anlage, eine Vielzahl von chemischen Verbindungen hergestellt werden:**

**Methanol**

**Ethanol**

**Dieselmotortreibstoff**

**Man könnte aber auch einen Teil  
der Biomasse so mit Pilzen  
behandeln, dass sie für  
Wiederkäuer verdaulich wird.**

**Das könnte die Akzeptanz dieser  
Landnutzungsform auch bei  
Viehhirten erheblich verbessern.**



**Table 1: The average initial and final weights of sheep used in metabolism trials:**

---

<b>Treatment</b>	<b>Weight (kg)</b>		<b>Difference</b>
	<b>Initial</b>	<b>Final</b>	
Control (untreated rice straw)	46.90	46.50	- 0.40
Rice straw grown with Fungus 1	46.60	47.30	+ 0.70
Rice straw grown with Fungus 2	47.00	47.20	+ 0.20

---



REGIONAL PROJECT TRAINING CENTRE

PRODUCTION OF  
LOW COST FODDER

**Auch in Israel fressen inzwischen Holstein-Kühe Baumwollstroh, das durch Pilze für sie verdaulich gemacht wurde.**



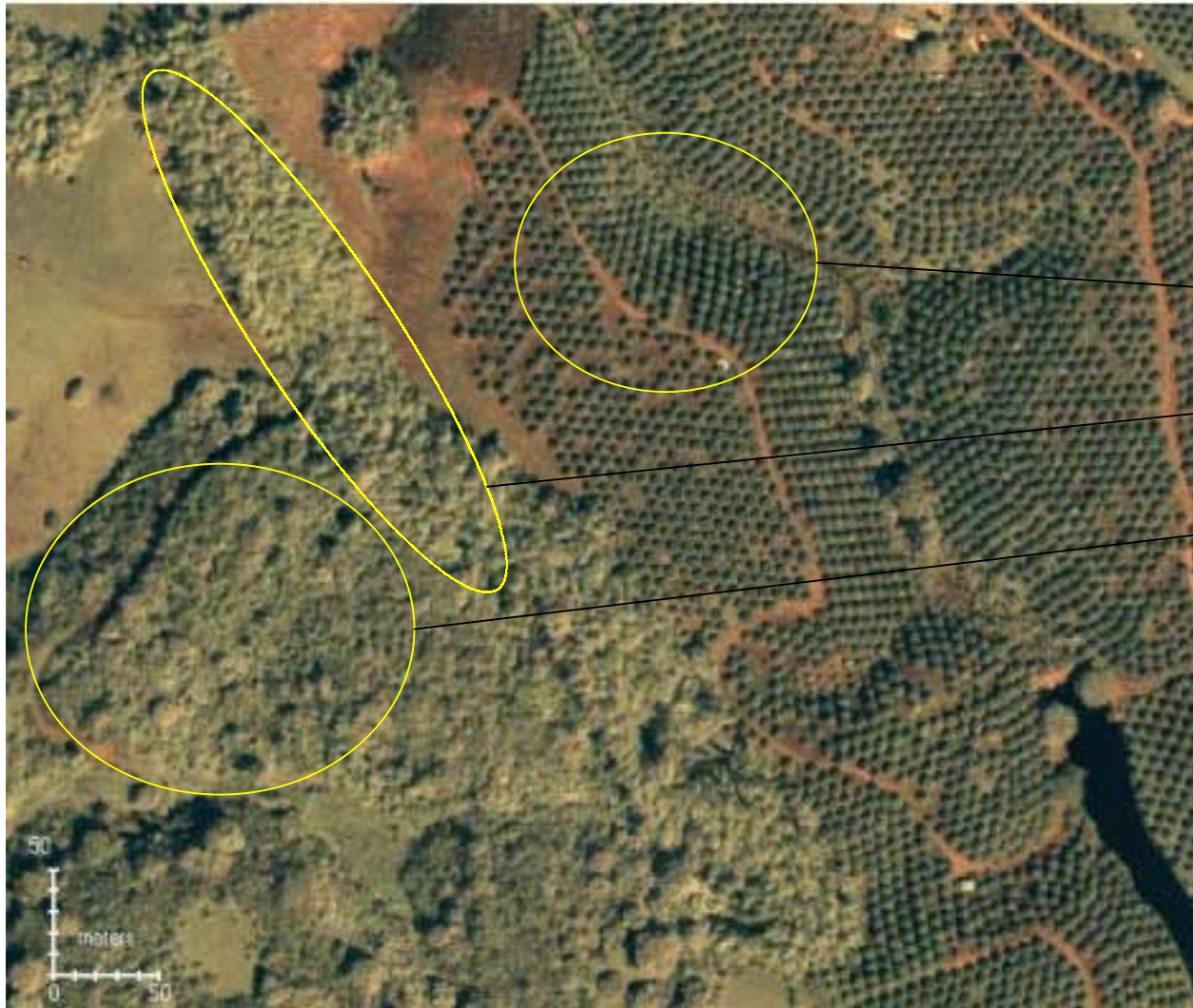
**Wie sollte man ein forstliches CO<sub>2</sub>-  
Sequestrierungssystem betreiben,  
so dass es „unangreifbar“ wird?**

**1. Man benötigt eine Agentur, die die Wälder verwaltet und die Zertifikate verkauft.**

**Diese müsste über viele und gute Verbindungen in die Länder verfügen, in denen entsprechende Aufforstungsflächen vorhanden wären.**

**2. Man baut ein forstliches Monitoring auf, das es den Zertifikat-Käufern ermöglicht, die Aufforstung genau zu überprüfen und das Wachstum und weiteres Schicksal der Fläche genau zu verfolgen.**

# Distinction of different forest cover types



➤ Plantation

➤ Bamboo

➤ Secondary forest

~1:3000

Source:  
Quick Bird satellite imagery (2003)  
Resolution ~ 0,6 m on ground



**Dies geht also problemlos auf der Grundlage von Satelliten-Bildern:**

**Man kann auch die oberirdische Biomasse mit ziemlich hoher Genauigkeit direkt aus dem Satellitenbild ermitteln.**

**3. Es muss im politischen Raum in der EU erreicht werden, dass, wie nachdem Kyoto-Protokoll möglich, auch weltweit Aufforstungsmaßnahmen zertifiziert werden können**

## **4. Man benötigt in den aufforstenden Ländern:**

- stabile Regierungen mit „good governance“**
- Beteiligung der einheimischen Landbevölkerung an den Projekten, sowohl an der Planung als auch an den Arbeitsplätzen.**

**Warum sind  
Aufforstungen der  
sinnvollste Weg zur  
Sequestrierung von  
Kohlendioxid?**

**Im Vergleich zu allen andern gegenwärtig diskutierten und mit viel Geld geförderten Sequestrierungsmethoden hat die Aufforstung von in historischer Zeit durch menschliche Tätigkeit degradierten und verwüsteten Flächen für eine nachhaltige Entwicklung unschätzbare und unbezahlbare Vorteile:**

**Sie stabilisiert nachhaltig das globale Klima.**

**Sie regeneriert und stabilisiert nachhaltig die globalen Trinkwasserressourcen.**

**Sie ist die Grundlage für eine nachhaltige Versorgung der auf 9 Mrd. anwachsenden Weltbevölkerung mit Nahrungsmitteln.**

**Sie ist die Grundlage für eine nachhaltige Energie-, Treibstoff- und Chemikalienversorgung.**

**Sie ist die einzige sich derzeit abzeichnende Strategie für die Schaffung von hochwertigen Arbeitsplätzen im ländlichen Raum der Entwicklungsländer.**

**Sie kann umgehend umgesetzt werden.**

**Diese Vision des chinesischen Plakats, das im März 2004 an vielen Bushaltestellen in Kunming hing, wird zwar wohl nicht erreichbar sein, aber die Richtung stimmt!**

