

# **Klimapolitik und 2°C Ziel - uns läuft die Zeit davon**

F. J. Radermacher<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Prof. Dr. Dr. F. J. Radermacher, Vorstand des Forschungsinstituts für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung/n (FAW/n), zugleich Professor für Informatik, Universität Ulm, Präsident des Global Economic Network (GEN), Wien, Vizepräsident des Ökosozialen Forum Europa, Wien sowie Mitglied des Club of Rome

Korrespondenzadresse: Forschungsinstitut für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung (FAW/n), Lise-Meitner-Str. 9, D-89081 Ulm, Tel. 0731-50 39 100, Fax 0731-50 39 111, E-Mail: [radermacher@faw-neu-ulm.de](mailto:radermacher@faw-neu-ulm.de), <http://www.faw-neu-ulm.de>

## 1. Gegenstand der Analyse

Der vorliegende Text analysiert in der Folge der Weltkonferenz von Kopenhagen wieviel Zeit verbleibt, um das Klimaproblem im Sinne des **2° C Zieles** noch ohne Wohlstandsverlust und mit Wachstumsperspektive zu meistern. Wachstumsperspektive bezieht sich dabei auf weltweite Entwicklungserfordernisse für eine Welt mit zukünftig **10 Milliarden Menschen**, wobei ausschließlich ein mit Nachhaltigkeit kompatibles Wachstum, gerade auch bzgl. Umwelt- und Ressourcenschutz, als zulässig erachtet wird. Der Text fragt weiterhin, welche „**Joker**“ ggf. bereits heute erforderlich sind, um das gestellte Ziel noch zu erreichen. Der Text zeigt auf, wie eng die verbleibenden Zeiträume zur Zielerreichung sind. Die hier abgeleitete Aussage ist dabei noch prägnanter, als dies bei Betrachtung der Entwicklung des **ökologischen Fußabdrucks** (vgl. [www.ecologicalfootprint.org](http://www.ecologicalfootprint.org)) möglich ist. Dieser spricht ebenfalls eine deutliche Sprache. Da er aber die fossilen Energiequellen ausklammert, ist er in seiner Aussage „schwächer“.

Grundlage der hier vorgelegten Analyse ist die kürzlich publizierte FAW/n-Studie [1] zum Thema. Sie geht für 2011 und 2012 von je 31 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Nutzung fossiler Energieträger (inklusive internationalem Schiffs- und Flugverkehr) aus. Eine Lösung des Klimaproblems wird im Sinne der Analyse des Wissenschaftlichen Beirats Globale Umweltveränderungen (WBGU [4]) verstanden als:

1. Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus fossilen Quellen bis 2050 auf 12 Milliarden Tonnen pro Jahr (dieses Volumen wird von der Natur weggepuffert)
2. Gesamtsumme der Emissionen 2011 – 2050  $\leq$  750 Milliarden Tonnen (Budgetrestriktion), um noch mit etwa 67 % Wahrscheinlichkeit das 2° C Ziel zu erreichen
3. Vereinbarungen über den Stopp nicht-kompensierter Waldrodungen und weiterer klimabelastender Faktoren.

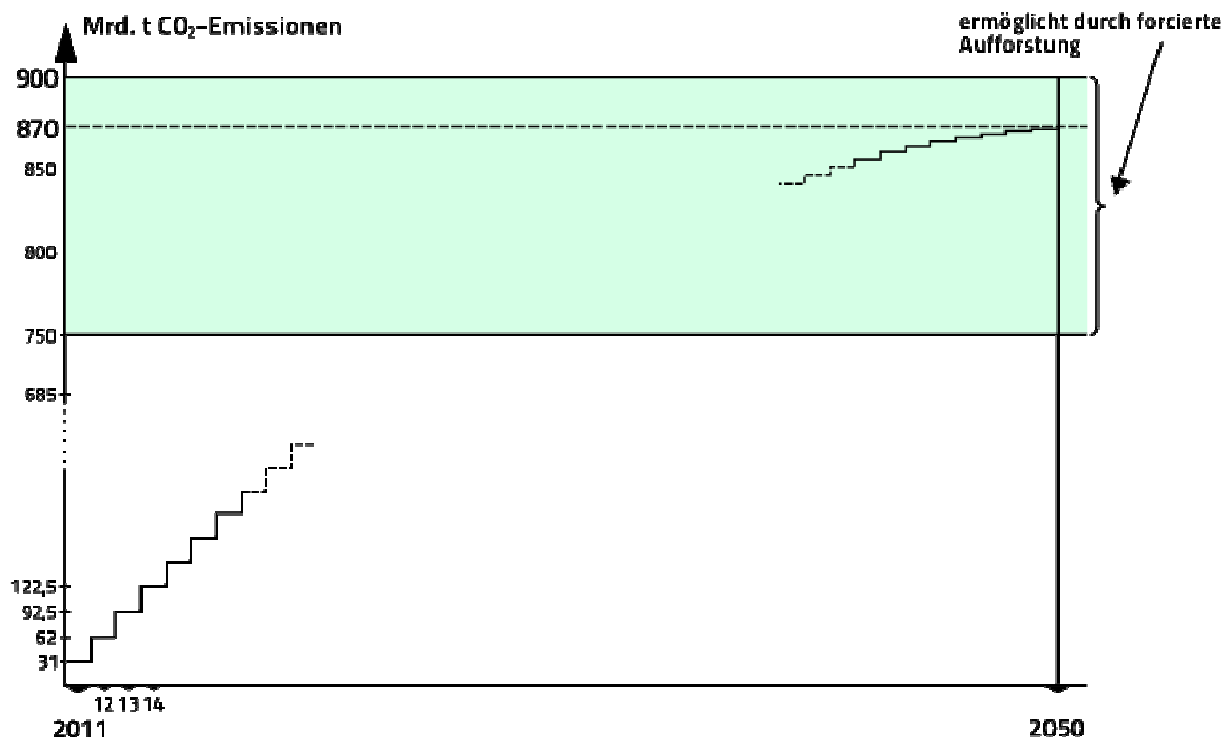
## 2. Ergebnisse

Die Studie zeigt auf, dass das so umrissene Ziel **ohne Wohlstandsverlust** und mit **Wachstumsperspektive** (gemäß der in 1. gegebenen Präzisierung) bei rigoroser Vorgehensweise ab 2013 noch erreichbar ist. Dies erfordert ein striktes Klimaregime, wie in [1] abgeleitet.

- (1) Erforderlich sind jährliche Reduktionen der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen aus fossilen Energieträgern um 0,5 Milliarden Tonnen pro Jahr (harte Cap-Linie / Stopp nicht-kompensierter Waldrodungen)
- (2) Einsatz eines erheblichen „Sequestrierungs-Joker“.

Der vorgeschlagene Sequestrierungs-Joker [5] ist ein **forciertes Weltaufforstungsprogramm**, das im Zeitraum 2013 – 2032 in 20 identischen Einjahresschritten weltweit 5 Millionen km<sup>2</sup> aufforstet, diese Aufforstungen im Steady State auf Dauer erhält und so bis 2050 etwa 150 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub> bindet und damit einen dringend benötigten Puffer schafft. Die Nutzung dieses Puffers in Verbindung mit dem beschriebenen strikten Klimaregime erschließt ein Potential für die Erreichung des 2° C Zieles mit Wachstumsperspektive (gemäß der in 1. gegebenen Präzisierung) (doppelter Faktor 10; [1, 3]). Die Nutzung des Jokers ist **ethisch nur verantwortbar**, wenn parallel dazu ein striktes Klimaregime der vorgeschlagenen Art etabliert wird.

## Erfüllung der Budgetrestriktion bei Start der beschriebenen Maßnahmen in 2013



Mit den Zahlen in [1] ergeben sich bis 2050 bei Durchsetzung der harten Cap-Linie etwa 870 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub>. Vermindert um die (aufgerundete) CO<sub>2</sub> Bindung von etwa 150 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub> durch das **forcierte Weltaufforstungsprogramm** bis 2050 ergeben sich zusätzliche Belastungen von etwa 720 Milliarden Tonnen, gerade noch akzeptabel zur Erfüllung der WBGU Budgetrestriktion von 750 Milliarden Tonnen.

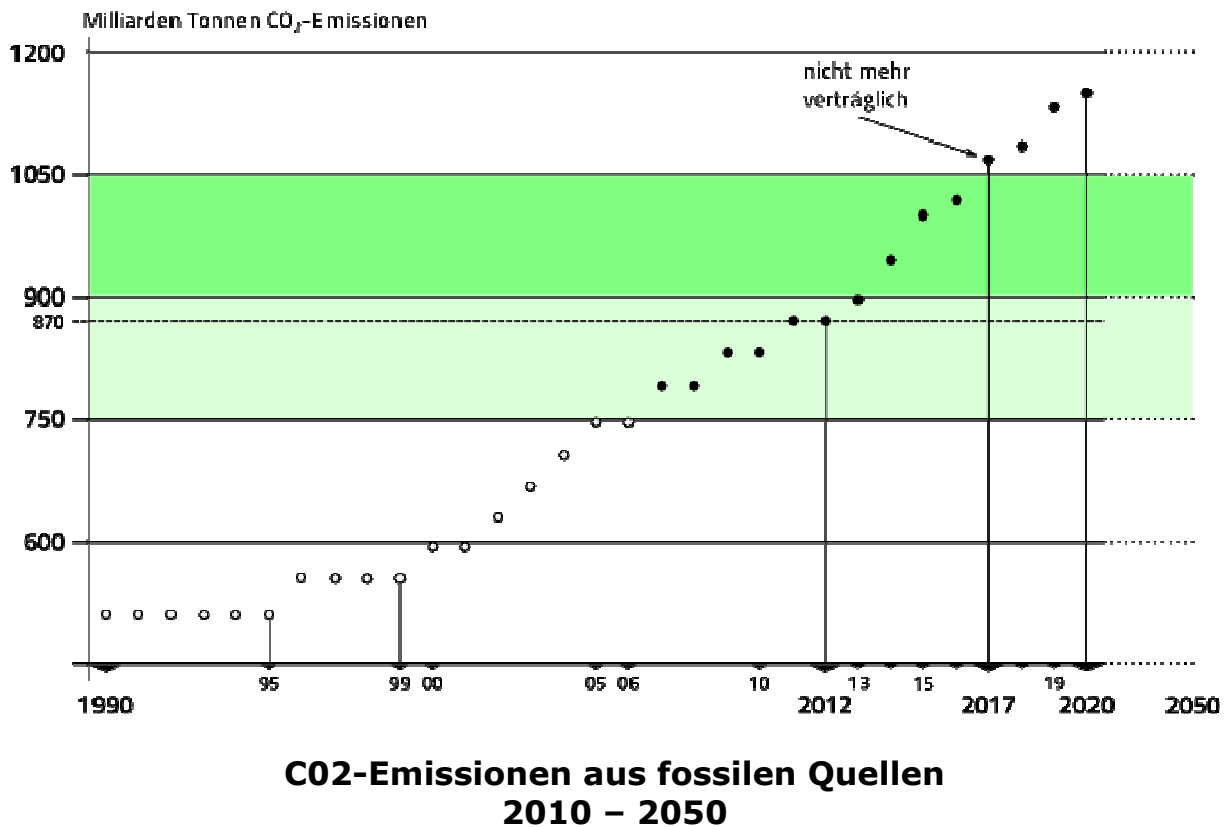
Die vorliegende Analyse bringt nun in Erweiterung der Aussagen in [1] folgende Einsichten.

1. Die Weltgemeinschaft hätte **ohne Einsatz des „Sequestrierungs-Joker“** „Weltaufforstungsprogramm“ das gleiche oder ein besseres Klimaergebnis jederzeit im Zeitraum 1990 – 2006 erzielen können. Die Lage war bis 2006 signifikant günstiger, als sie es heute ist.
2. Spätestens ab 2007 wurde zunehmend der Joker gebraucht, der bis 2050 etwa 150 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub> Entlastung durch (permanentes) Binden von CO<sub>2</sub> in Wald bringt. In seiner aktuellen Form ist er bei Zuwarten bis

2014 (1 Jahr Verzögerung gegenüber dem in [1] unterstellten Start des Einsparprogramms in 2013) mehr als ausgereizt.

- Unterstellt man, dass der „Sequestrierungs-Joker“ Aufforstungsprogramm noch einmal um 100 % ausgedehnt und in der zeitlichen Umsetzung noch etwas verdichtet werden kann, steigt das bis 2050 potentiell neutralisierbare Volumen an CO<sub>2</sub> durch Sequestrierung in Wäldern auf 300 Milliarden Tonnen an. Der **Joker ist dann mehr als ausgereizt**. Wahrscheinlich ist dieser Aufforstungsumfang praktisch schon nicht mehr realisierbar. Bei „Business as usual“ gibt selbst diese nochmalige Verdoppelung des Sequestrierungspotentials der Weltgemeinschaft bei weiterem Zuwarten nur wenige Jahre Luft, nämlich bis Ende 2016. Spätestens am 1.1.2017 muss auch in diesem Fall ein Programm der in [1] entwickelten Art umgesetzt werden, sonst heißt die Alternative Wohlstandsverlust oder Unmöglichkeit, das 2° C Ziel zu erreichen. **Die Zeit läuft davon – dramatisch schnell.**

### Die Zeit läuft davon – dramatisch schnell



### 3. Herleitung

#### 3.1 Herleitung Referenzszenario [1]

Betrachtung: Klimaregime und Waldregime starten 2013

WBGU: Budgetrestriktion bis 2050 für Emissionen aus der Nutzung fossiler Energieträger

750 Milliarden Tonnen für 66 % Eintrittswahrscheinlichkeit bzgl. 2° C Ziel

600 Milliarden Tonnen für 75 % Eintrittswahrscheinlichkeit bzgl. 2° C Ziel

Als Meßlatte werden 750 Milliarden Tonnen zugrundegelegt.

Waldregime (keine nicht-kompensierten Abholzungen) und forciertes Waldaufforstungsprogramm bringen bis 2050 150 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub>-Entlastung

Ableitung: Ohne Wohlstandsverlust mit Weltwachstumsperspektive (gemäß der in 1. gegebenen Präzisierung) möglich ist die scharfe Cap-Linie, d. h. Reduktion um 0,5 Milliarden Tonnen von einschließlich 2013 an, ausgehend von 31 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen aus fossilen Energieträgern in 2012.

Das bedeutet (vgl. [1]):

- 24,5 Milliarden Tonnen in 2025
- 12,0 Milliarden Tonnen in 2050
- (12 Milliarden werden jährlich von der Natur kompensiert, mit diversen Reserven von vielleicht 6 Milliarden)

### 3.2 Herleitung der Werte für 1990 -2012

Die Werte werden als Belastungsminderung gegenüber dem 2012-Niveau (Referenzszenario) von etwa 870 Milliarden Tonnen emittiertem CO<sub>2</sub> bis 2050 [1] berechnet.

#### **Berechnet wird unter folgenden Annahmen:**

1. Es werden die jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen 1990 – 2012 gemäß der Datenbasis in [1] betrachtet. Die Werte werden auf- bzw. abgerundet. Etwa 1 Milliarde für CO<sub>2</sub>-Emissionen aus internationalem Schiffs- und Flugverkehr werden addiert. Dies ergibt die Emissionswerte in Tab. 1.
2. Es wird unterstellt, dass die Weltgemeinschaft in jedem der Jahre 1990 – 2012 bei internationaler Kooperation für alle Folgejahre das dann jeweils erreichte Emissionsniveau (in 2003 z. B. 26 Milliarden Tonnen, vgl. Tab. 1) ohne Wohlstandsverlust hätte konstant halten können. Ferner wäre ab 2013 das Programm in [1], also die harte Cap-Linie von 0,5 Milliarden CO<sub>2</sub> Jahresreduktion für CO<sub>2</sub> aus fossilen Energieträgern, umsetzbar gewesen und zwar bis zum Erreichen des 12 Milliarden-Tonnen-Niveaus. Tatsächlich hätte man wohl schon vor 2012 mit dem Rückbau begonnen (im Beispiel also ab 2003) – die hier unterstellten Werte sind daher konservativ gerechnet, d. h. die hier unterstellten Minderungen gegenüber dem Referenzszenario hätten unschwer erreicht werden können
3. Die Minderungen  $M(t)$  bestehen dann für jedes betrachtete Jahr  $t = 1990 \dots 2012$  aus der Addition zweier Komponenten  $M(t) = M_1(t) + M_2(t)$  mit folgender Bedeutung:

$M_1(t)$  Minderemissionen im Zeitraum  $t$  bis 2012 bei Start in  $t$

$M_2(t)$  Minderemissionen im Zeitraum 2013 – 2050 bei Start in  $t$

unter den getroffenen Annahmen, im Vergleich zum Referenzszenario [1]

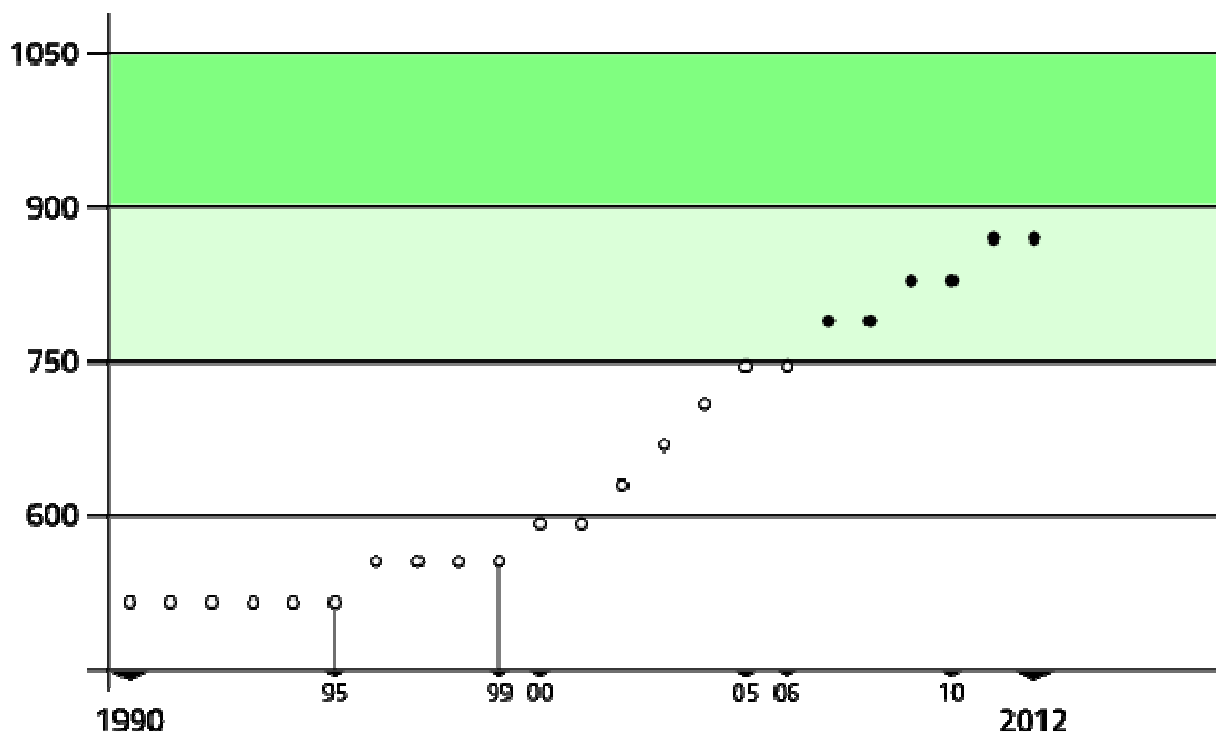
## Berechnungsergebnisse 1990 - 2012

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Em.	22	22	22	22	22	22	23	23	23	23	24	24
M <sub>1</sub>	80	80	80	80	80	80	63	63	63	63	50	50
M <sub>2</sub>	274,5	274,5	274,5	274,5	274,5	274,5	252	252	252	252	227,5	227,5
M	354,5	354,5	354,5	354,5	354,5	354,5	315	315	315	315	277,5	277,5

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Em.	25	26	27	28	28	29	29	30	30	31	31
M <sub>1</sub>	39	29	20	12	12	6	6	2	2	0	0
M <sub>2</sub>	201	172,5	142	109,5	109,5	75	75	38,5	38,5	0	0
M	240	201,5	162	121,5	121,5	81	81	40,5	40,5	0	0

Tabelle 1

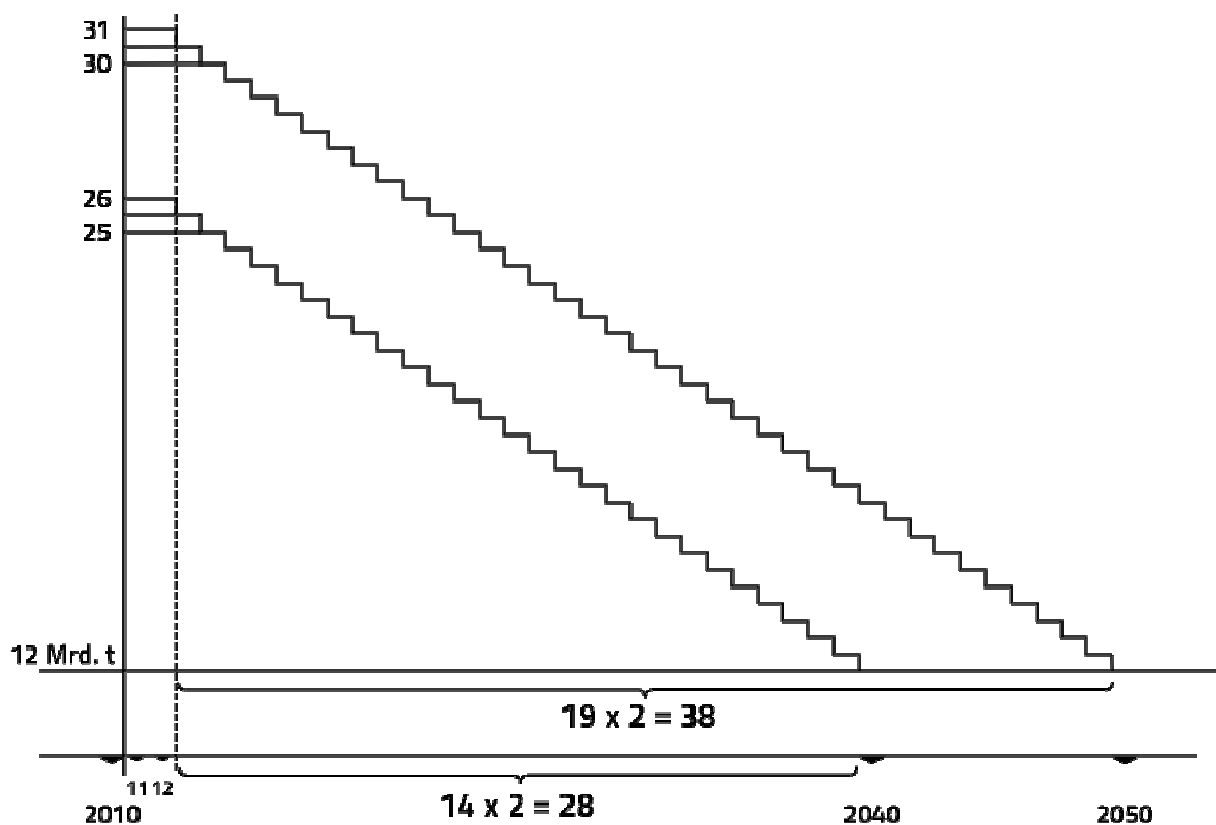
Aufforstungen erforderlich



### Beispielrechnung für 2003:

M<sub>1</sub> (2003): Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden auf dem Niveau von 2003 = 26 Milliarden Tonnen gehalten. Bis 2012 werden im Verhältnis zu [1] 1+2+2+3+3+4+4+5+5 = 29 Tonnen eingespart:

M<sub>2</sub> (2003)



Verbrauch in der Referenzvariante  $2 \times (31 - 12) + 1/2 \times (1/2 \times 38 \times 37) = 38 + 351,5 = 389,5$

Verbrauch in der 2003 Variante  $2 \times (26 - 12) + 1/2 \times (1/2 \times 28 \times 27) = 28 + 189 = 217$

$M_2 (2003) = 389,5 - 217 = 172,5$

$M (2003) = 29 + 172,5 = 201,5$

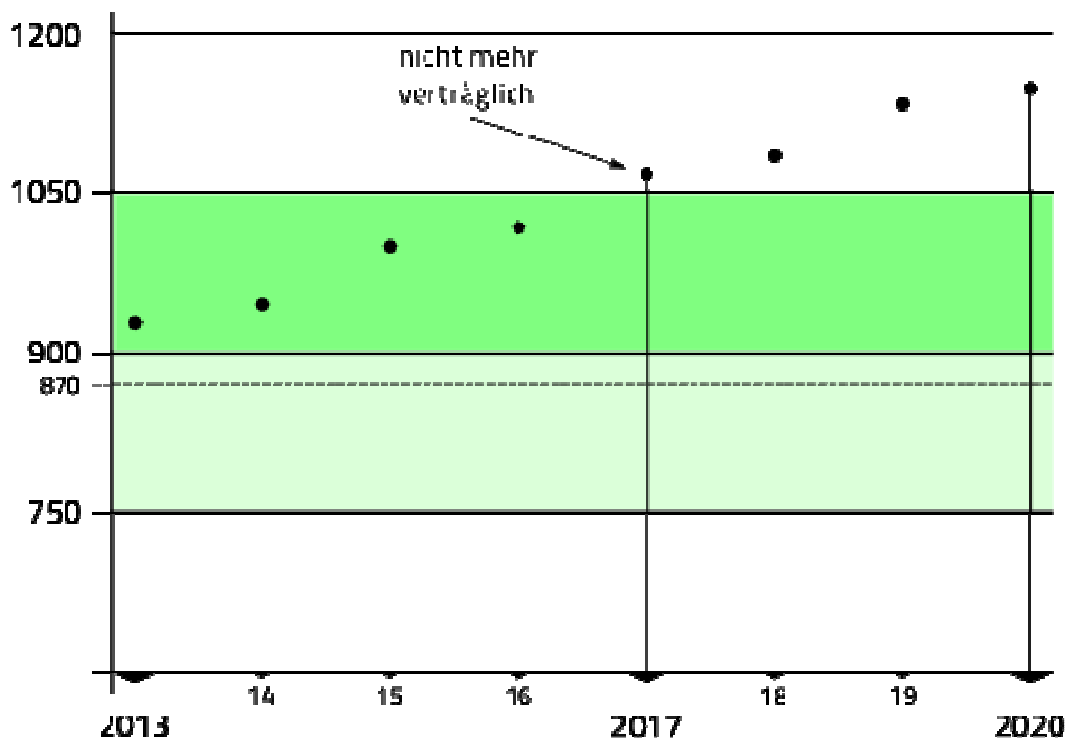
### Was sagt das Ergebnis?

Unter Einbezug der etwa 150 Milliarden Tonnen möglicher CO<sub>2</sub>-Bindungen aus dem „Sequestrierungs-Joker“, verbleibt man im Referenzszenario, wie oben dargestellt, bis 2050 mit 720 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub>-Emittierung (870 - 150) unter 750 Milliarden Tonnen kumulierter CO<sub>2</sub>-Emissionen. In den Jahren bis 2006 verringern sich die kumulierten Gesamtemissionen bis 2050 um 354,5 (1990 - 1995) bzw. 121,5 Milliarden Tonnen (in 2006). In 2006 wird letztmalig mit kumulierten Gesamtemissionen bis 2050 von 870 - 120 Milliarden Tonnen = 750

Milliarden Tonnen soeben noch die 66 % Chance für das Erreichen des 2° C Zielles erhalten. Der Joker wird dabei nicht benötigt.

Im Jahr 2007 wird mit  $870 - 80 = 790$  Tonnen das Ziel bereits deutlich verfehlt, der Joker wird gebraucht, zunächst zur Pufferung von mindestens 40 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub>. In 2006 wäre es also letztmalig möglich gewesen, ohne den Joker Aufforstung und ohne Wohlstandsverlust das 2° C Ziel mit Wahrscheinlichkeit  $\geq 66\%$  zu erreichen. Schon ein Jahr später hatte sich das Bild um 40 Milliarden Tonnen verschlechtert.

### 3.3 Herleitung der Werte für 2013 – 2020



Was, wenn die Weltgemeinschaft 2013 kein wirksames Klimaregime alla [1] umsetzt, bzw. wenn der Beginn des vorgeschlagenen strikten Klimaregimes nicht, wie unterstellt, Anfang 2013 erfolgt sondern später?

Wir berechnen die Wirkung im Folgenden unter folgenden Annahmen:

1. Annahme: Die CO<sub>2</sub>-Emissionen nehmen, wie in den letzten Jahren, jeweils in 2 Jahren um 1 Milliarde Tonnen zu

2. Die Reduktionen erfolgen nach Start eines Waldklimaregimes gemäß der harten Cap-Linie (0,5 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub>-Reduktion pro Jahr)
3. Das Waldprogramm (Vermeidung von kompensationsfreien Abholzungen / forciertes Weltaufforstprogramm) wird vom Starttermin an durchgeführt und zwar so forciert, dass bis 2050 (also in verkürzter Zeit) 150 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub> in Wäldern gebunden werden
4. In einem **erweiterten Joker- „Crash-Programm“** (wahrscheinlich nicht umsetzbar) wird unterstellt, dass dieser Wert noch einmal auf 300 Milliarden Tonnen gebundenes CO<sub>2</sub> bis 2050 verdoppelt werden kann

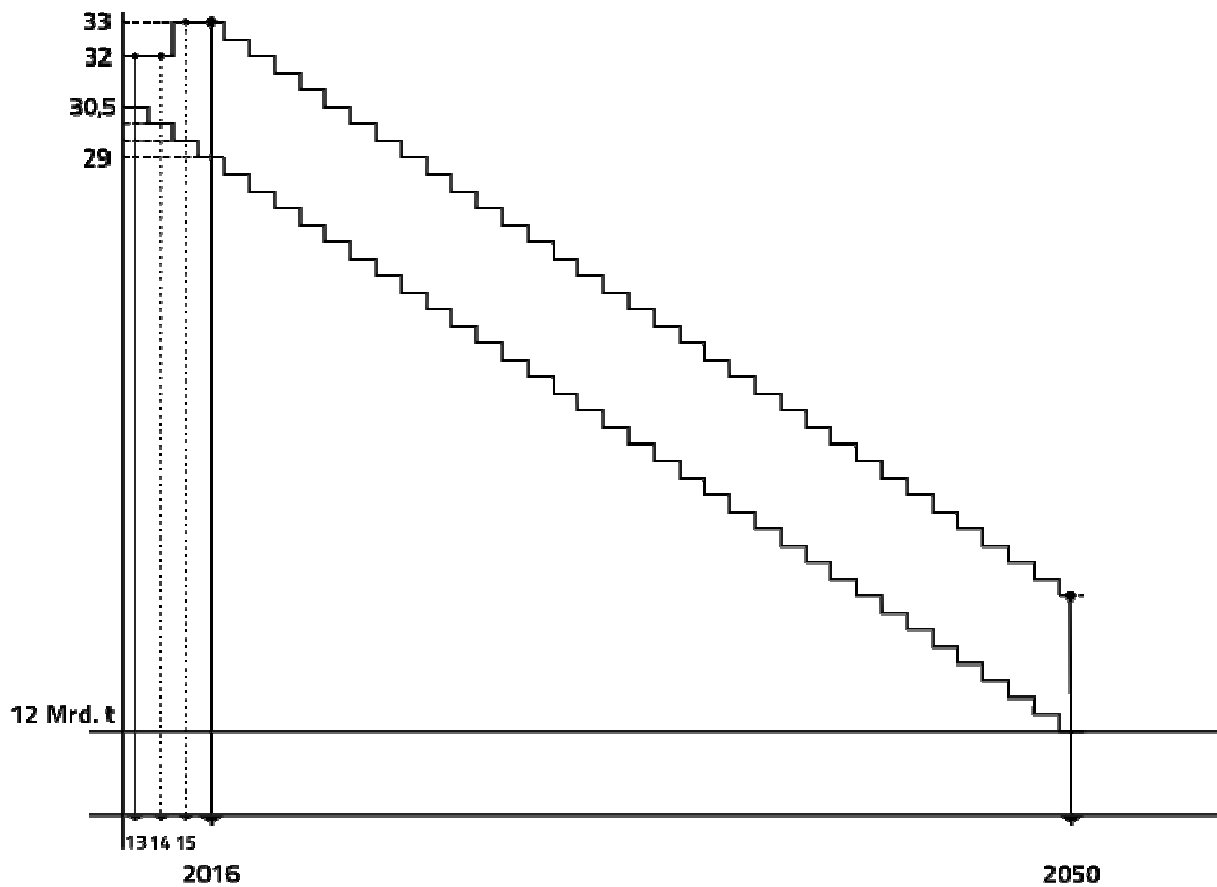
### Berechnungsergebnisse

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CO <sub>2</sub> -Emissionen	32	32	33	33	34	34	35	35
Zusatzbelastung	57,0	75,5	129,5	147,0	198,0	214,5	262,5	278,0

geht mit Verdoppelungs-Aufforstung

**Hinweis:** 2013 bedeutet Warten bis 2013 einschließlich, d. h. die Umsetzung eines strikten Klimaregimes beginnt erst 2014, während im Referenzszenario die Umsetzung am 01.01.2013 startet und die CO<sub>2</sub>-Emissionen in 2013 bereits von 31 Milliarden Tonnen auf 30,5 Milliarden Tonnen sinken. Bei späterem Handeln steigen sie in 2013 auf 32 Milliarden Tonnen an.

## Beispielrechnung 2016



Mehrbelastung (2013 – 2015) = 1,5 + 2,0 + 3,5 = 7,0 Milliarden Tonnen

Mehrbelastung (2016 – 2050) = 35 (Zeiteinheiten) x 4 (Differenz zwischen CO<sub>2</sub>-Emissionen, wenn nicht ab 2013 gehandelt wird zu dem Fall, dass ab 2013 gehandelt wird) = 140,0 Milliarden Tonnen

⇒ Mehrbelastung (2016) = 7,0 + 140,0 = 147,0 Milliarden Tonnen

Das Ergebnis ist klar und zeigt, wie die Zeit wegläuft. Selbst wenn das erweiterte **Joker-Crash-Programm** umsetzbar wäre und umgesetzt würde, würde es nur bis einschließlich 2016 Zielerreichung erlauben. Einer Zusatzbelastung von etwa 150 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub> gegenüber einem Beginn des Klimaregimes in 2013 gemäß Referenzszenario steht dann bei Beginn der Maßnahmen in 2006 eine ebensolche zusätzliche CO<sub>2</sub>-Bindung im Rahmen des Joker-Crash-Programms ge-

genüber. Schon im Jahr 2017 übersteigen die Gesamtemissionen mit 1070 Milliarden Tonnen (etwa 870 Milliarden Tonnen (Referenzszenario) + 200 Milliarden Tonnen Zusatzbelastung) den zulässigen Bereich von 750 Milliarden Tonnen (Budgetrestriktion) + 300 Milliarden Tonnen (Puffer Joker-Crash-Programm) = 1050 Milliarden Tonnen um 20 Milliarden Tonnen.

## Literatur

1. Radermacher, F. J.: Weltklimapolitik nach Kopenhagen - Umsetzung der neuen Potentiale. FAW/n Report, Mai 2010
2. Radermacher, F. J.: Die neue Zukunftsformel. bild der wissenschaft, Heft 4/2002, S. 78-86, April 2002
3. Radermacher, F. J.: Doppelter Faktor 10: Verantwortung und Wachstum im 21. Jahrhundert. Beitrag für das PwC Kundenmagazin, Sonderheft zum Thema „Nachhaltigkeit“, 2010
4. Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU): Kassensturz für den Weltklimavertrag – Der Budgetansatz. Sondergutachten, 2009
5. Hoff, Petrus (2009): CO2: a gift from heaven - The blue CO2 booklet, Delft (NL)