

Vorhersage zukünftiger CO₂-Niveaus

geschrieben von Chris Frey | 22. Oktober 2017

Natürlich lautet ein alternativer Standpunkt, dass während der letzten 30 Jahre während eines um 14% gestiegenen CO₂-Niveaus die Erde signifikant grüner geworden ist, d. h. unser Planet ist jetzt von mehr Vegetation überzogen als vor 30 Jahren. Ernteerträge haben sich deutlich verbessert, wofür der steigende CO₂-Gehalt zumindest teilweise ursächlich ist. Anstatt den Untergang zu prophezeien sollten wir vielleicht davon ausgehen, dass die Welt ein immer besserer Ort zum Leben wird.

Einen Aspekt, der kaum einmal von den Befürwortern einer Kontrolle des CO₂-Gehaltes angeführt wird ist, welche Auswirkungen Maßnahmen wie der Übergang zu erneuerbarer Energie wahrscheinlich haben wird. Wird dies überhaupt irgendwelche Auswirkungen auf das CO₂-Niveau haben? Gibt es irgendetwas, das wir tun können, um den weiteren Anstieg des CO₂ aufzuhalten, falls dies etwas ist, was wir überhaupt tun wollen? Welche CO₂-Niveaus sind wahrscheinlich in Zukunft zu erwarten? Dieser Beitrag versucht, einige dieser Fragen zu beantworten.

CO₂ und Bevölkerung

Abbildung 1 zeigt das atmosphärische CO₂-Niveau als Funktion der Weltbevölkerung im Zeitraum von 1960 bis 2015. Die Angaben zum CO₂-Niveau stammen von der NOAA, die Angaben zur Bevölkerung stammen aus Veröffentlichungen der UN Population Division. Man beachte, dass obwohl jeder Datenpunkt ein individuelles Jahr in fortlaufender Folge repräsentiert, die Zeit nicht explizit in dieser Graphik auftaucht, zeigt diese doch lediglich, wie der CO₂-Gehalt mit der Gesamt-Weltbevölkerung korreliert ist.

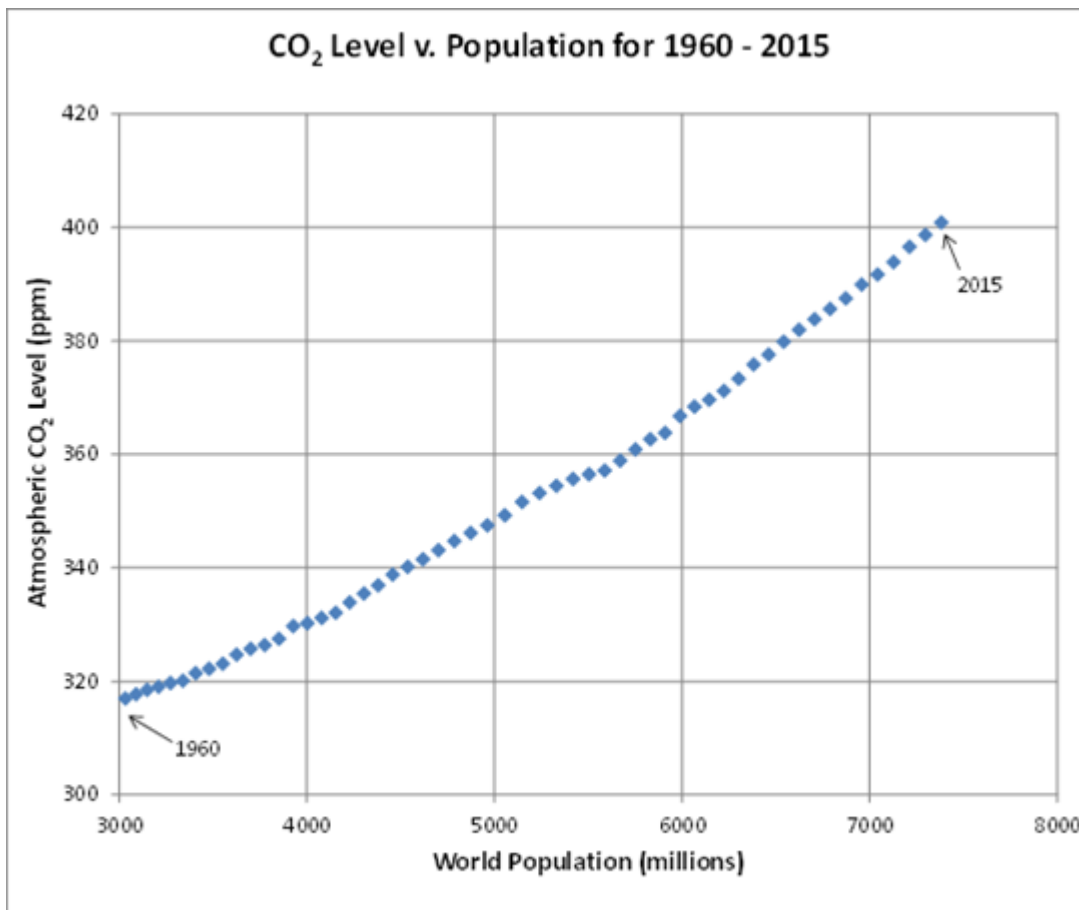


Figure 1

Man erkennt in Abbildung 1, dass CO₂ und Bevölkerung im Gleichschritt voranschreiten. (Diese Korrelation wurde zum ersten Mal von Newell and Marcus im Jahre 1987 beschrieben). Es gibt keine Anzeichen irgendeines signifikanten Rückgangs der Rate der CO₂-Zunahme vom Beginn bis zum Ende der Kurve. Daraus können wir folgern, dass keine der bisher von den industrialisierten Ländern ergriffene Maßnahme zur Reduktion des CO₂-Ausstoßes irgendwelche erkennbaren Auswirkung hat, zumindest nicht bis zum Jahr 2015

Ob nun Bevölkerung CO₂ verursacht oder CO₂ Bevölkerung steht auf einem anderen Blatt, aber falls wir davon ausgehen, dass sich dieser Gleichschritt in absehbarer Zukunft fortsetzen wird, dann wird mit steigender Bevölkerungszahl auch der CO₂-Gehalt steigen. Da die Bevölkerungszunahme ziemlich sicher zu erwarten ist, zumindest kurzfristig, wird das CO₂-Niveau vermutlich ebenfalls zunehmen.

Da CO₂ und Bevölkerungszahl in Relation zu stehen scheinen, lautet die sich jetzt erhebende Frage, ob die Bevölkerungszahl das CO₂-Niveau treibt oder das CO₂-Niveau die Bevölkerung.

1. Es gibt keine Verbindung zwischen beidem, Bevölkerung und CO₂ sind vollkommen unabhängig voneinander und der offensichtliche Gleichschritt ist lediglich ein Zufall. Möglich, aber unwahrscheinlich. Während es sicher richtig ist, dass Korrelation nicht notwendigerweise Kausalität

bedeutet, stimmt aber auch, dass je besser eine Korrelation ist, umso mehr irgendeine Art Kausalität im Spiel ist. Wie unten gezeigt, ist die Korrelation in diesem Fall so gut, dass man die Möglichkeit, es gebe keine kausale Verbindung, getrost ignorieren kann.

2. Bevölkerung treibt CO₂. Dies ist die ‚offensichtliche‘ Erklärung, welche die meisten Menschen anführen würden. Je mehr Menschen es auf unserem Planeten gibt, umso mehr CO₂ erzeugende Aktivitäten wird es geben wie etwa Stromerzeugung, industrielle Aktivitäten, Verkehrswesen, Heizung und so weiter.

3. CO₂ treibt Bevölkerung. Zu einem großen Teil dürfte der Bevölkerungszuwachs in absehbarer Zukunft auf die Entwicklung in Afrika südlich der Sahara zurückzuführen sein. Die Bevölkerungszunahme in diesen Gebieten ist zu einem großen Teil abhängig von der Versorgung mit Nahrungsmitteln, und wie wir wissen, macht mehr CO₂ in der Luft die Welt zu einem grüneren Ort mit höheren Ernteerträgen. Je höher das Nahrungsangebot, umso mehr Kinder werden das Erwachsenenalter erreichen.

4. Die Verbindung zwischen CO₂ und Bevölkerung ergibt sich aus einer Wechselwirkung der Punkte 2 und 3. Je mehr Menschen es gibt, umso mehr CO₂ erzeugen sie, und je mehr CO₂ es gibt, umso mehr Nahrungsmittel können erzeugt werden, was wiederum dazu führt, dass mehr Kinder erwachsen werden.

5. Sowohl CO₂ als auch Bevölkerung werden getrieben von einer dritten, jedoch bislang unbekanntem Kraft. Während dies nicht einfach so vom Tisch gewischt werden kann, muss man es doch als eine rein theoretische Möglichkeit ansehen, solange diese unbekannte Kraft nicht erkannt wird.

Nach meiner persönlichen Einschätzung, die ich durch nichts belegen kann, ist Möglichkeit 4 am wahrscheinlichsten. Höhere Bevölkerung erzeugt mehr CO₂, und mehr CO₂ führt zu höherer Bevölkerung.

Aber wie wird das in Zukunft sein? Können wir guten Gewissens prophezeien, wie der CO₂-Gehalt in zehn, zwanzig oder dreißig Jahren aussieht?

Wir können das tun mittels der Einführung einer Trendlinie in Abbildung 1, welche einfach eine zu den Daten passende mathematische Funktion ist. Die Trendlinie kann dann fortgeführt werden, um Vorhersagen bzgl. des zukünftigen CO₂-Niveaus zu erstellen auf der Grundlage der zukünftigen Bevölkerungszahl unter der Annahme, dass die Relation zwischen CO₂ und Bevölkerung konstant bleibt.

Auswahl der Trendlinie

Man kann leicht zeigen, dass eine Polynom-Funktion am besten zu den Daten passt. Die verbleibende Frage lautet, welche Größenordnung des Polynoms man anwendet ($ax^3 + bx^2 + cx + d$ beispielsweise ist ein Polynom dritter Ordnung). Abbildung 2 zeigt die Daten zu Bevölkerung/CO₂ von

Abbildung 1 (mit erweiterten Achsen) sowie Trendlinien von Polynomen 2. bis 6. Größenordnung. Alle fünf Trendlinien haben einen R^2 -Wert nicht unter 0,999, d. h. die Trendlinie korreliert mit den Daten bis auf eine Genauigkeit von mindestens 99,9%.

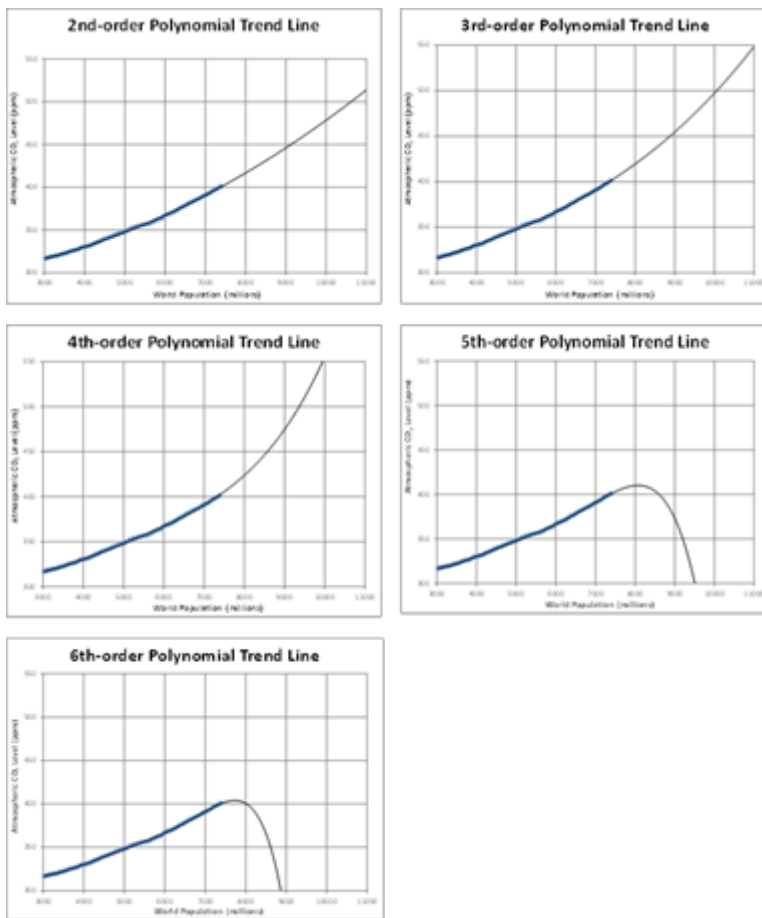


Figure 2

Vorhersagen der Bevölkerung

Das United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division, veröffentlicht eine Serie von Vorhersagen der Weltbevölkerung bis zum Jahr 2100. Drei verschiedene Schätzungen werden angeboten – hoch, mittel und niedrig – wie in Abbildung 3 gezeigt. (Die Quelle der Daten ist hier, dann kann man dort das Tabellenblatt mit der Bezeichnung *Total Population – Both Sexes* herunterladen.)

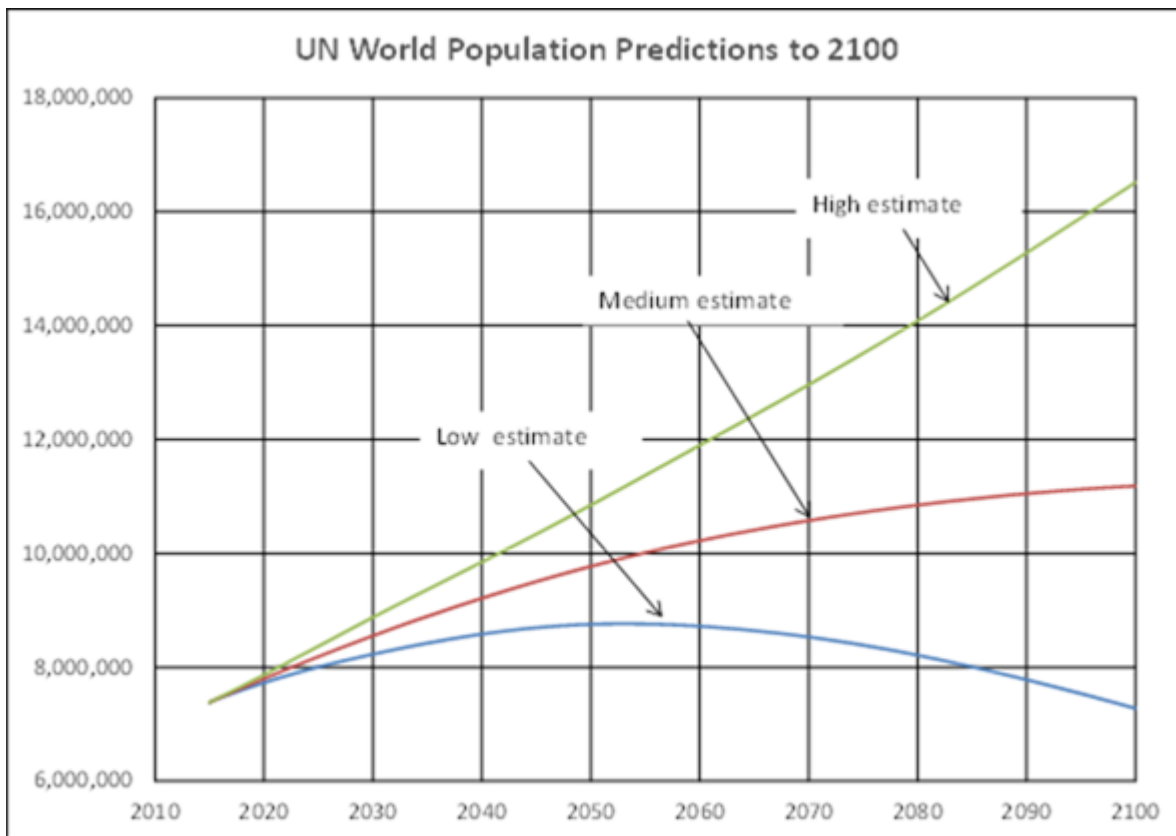


Figure 3

C02-Vorhersagen

Das zukünftige C02-Niveau kann mittels der Trendlinie C02/Bevölkerung aus Abbildung 2 zusammen mit den Vorhersagen bzgl. Bevölkerung aus Abbildung 3 vorhergesagt werden.

Die Trendlinien 5. und 6. Größenordnung in Abbildung 2 wurden zurückgewiesen, weil es keinen nachvollziehbaren physikalischen Mechanismus gibt, wodurch der C02-Gehalt bei einer Bevölkerung von 8 oder 9 Milliarden steil abfällt.

Der vorhergesagte zukünftige C02-Gehalt der verbleibenden drei Trendlinien 2., 3. und 4. Größenordnung werden jeweils in den Abbildung 4, 5 und 6* gezeigt. Jede Abbildung zeigt drei separate C02-Vorhersagen auf der Grundlage der Bevölkerungs-Schätzung hoch-mittel-niedrig in Abbildung 3. Während die UN-Vorhersagen bzgl. Bevölkerung bis zum Jahr 2100 ausgeweitet sind, wird davon ausgegangen, dass es unwahrscheinlich ist, dass C02-Trendlinien so weit in die Zukunft ein zuverlässiger Anhaltspunkt sind. Darum laufen die C02-Vorhersagen willkürlich nur bis zum Jahr 2050.

[*Im Original sind nur zwei Abbildungen. Möglicherweise liegt hier ein Versehen des Autors vor. Anm. d. Übers.]

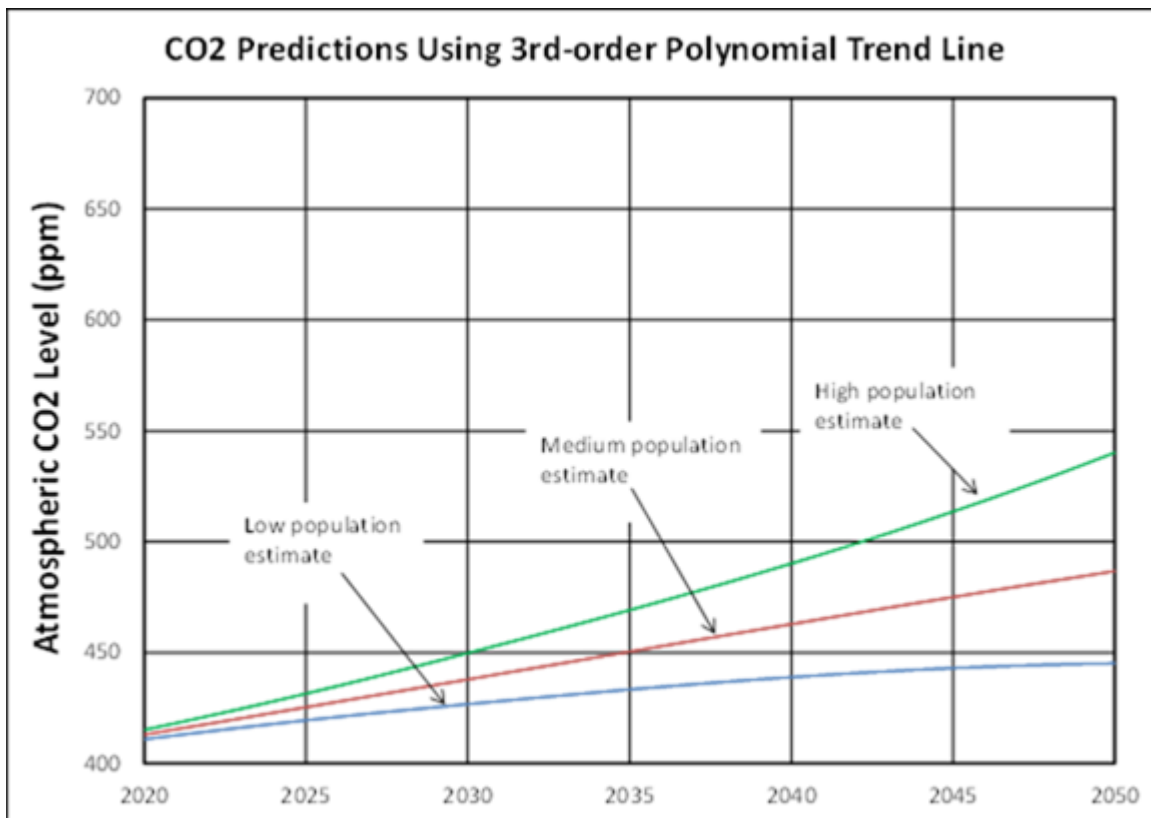


Figure 5

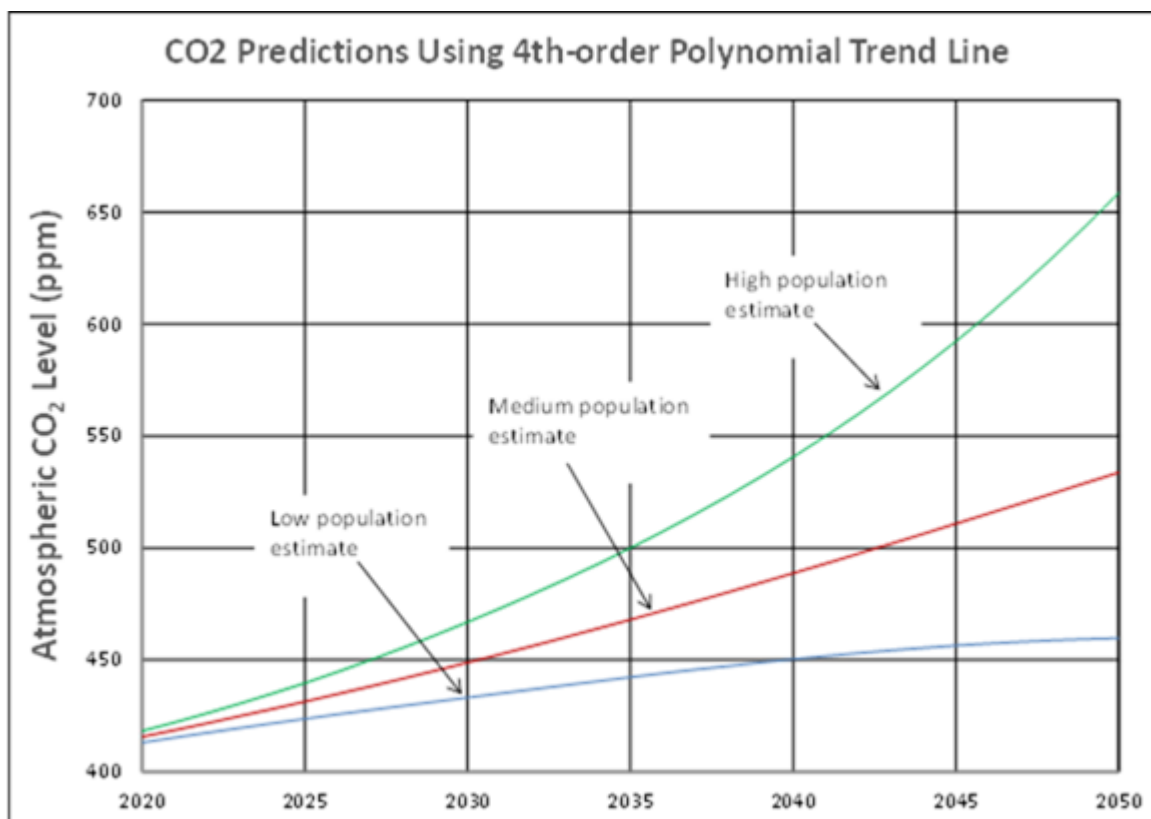


Figure 6

Die Ergebnisse dieser Vorhersagen des CO₂-Niveaus im Jahre 2050 zeigt die folgende Tabelle:

	2 nd -order trend	3 rd -order trend	4 th -order trend
Low population estimate	439	445	460
Medium population estimate	471	487	534
High Population estimate	508	540	659

Tabelle 1: Vorhergesagtes CO₂-Niveau (ppm) im Jahre 2050.

Die gezeigten Ergebnisse weisen eine große Spanne auf, von 439 bis 659 ppm. Allerdings kann diese Spannbreite eingeengt werden. Die Polynom-Trendlinie 4. Ordnung in Abbildung 2 wird als irgendwie verdächtig angesehen, weil anders als in den Trends 2. und 3. Größenordnung die Rate der CO₂-Zunahme jenseits der historischen Daten signifikant größer ist als die der historischen Daten selbst. Zwar ist dies nicht unmöglich, doch würde dadurch eine Änderung der CO₂/Bevölkerung-Relation eingeführt, für welche es derzeit keinerlei Rechtfertigung gibt. Als Konsequenz wird die Trendlinie 4. Ordnung provisorisch ignoriert. Falls man danach annimmt, dass die UN-Schätzung ‚mittel‘ bzgl. der Bevölkerungszahl am wahrscheinlichsten ist, verengt sich die Spanne des CO₂-Gehaltes im Jahre 2050 auf 471 bis 487 ppm innerhalb einer Gesamt-Wahrscheinlichkeits-Spannbreite von 439 bis 540 ppm.

Diese Ergebnisse sind abhängig von zwei fundamentalen Hypothesen:

1. Es gibt eine kausale Relation zwischen CO₂ und Weltbevölkerung, welche durch eine der oben besprochenen Trendlinien repräsentiert wird, und diese Relation wird bis mindestens zur Mitte dieses Jahrhunderts fortsetzen.
2. Bemühungen zur CO₂-Reduktion werden bis dahin kaum irgendwelche oder gar keine Auswirkungen haben, vermutlich auch noch darüber hinaus nicht.

Die zweite Hypothese ist einer weiteren Überlegung wert. Natürlich wurden in der westlichen Welt signifikante Bemühungen unternommen, um CO₂-Emissionen zu reduzieren, doch lässt sich darüber streiten, wie effektiv diese Bemühungen sind oder sein werden. Ein großer Teil der offensichtlichen Reduktion in Europa beispielsweise resultierte aus der Schließung kohlenintensiver Operationen wie Stahl kochen, aber dies hat lediglich dazu geführt, diese Operationen in andere Teile der Welt zu verlagern wie etwa nach China und Indien. Damit hat sich die Kapazität zur Stahlerzeugung in der Welt nicht geändert. Und außerdem: Während die Einführung erneuerbarer Energie in der westlichen Welt Kohlenstoff-Emissionen bis zu einem bestimmten Ausmaß reduziert hat [?], (jedoch in weit geringerem Ausmaß als allgemein erwartet), ist der Verbrauch fossiler Treibstoffe in anderen Teilen der Welt keineswegs rückläufig, sondern nimmt sogar zu.

Zusammenfassung

Die Weltbevölkerung wächst. Während das tatsächliche Ausmaß des Bevölkerungswachstums während der nächsten Jahrzehnte Gegenstand von Diskussionen ist, ist es die Tatsache, dass es ein solches Wachstum geben wird, nicht. Unter der Annahme, dass die Relation CO₂/Bevölkerung nach wie vor gilt, dann können wir auf der Grundlage von Schätzungen der UN bzgl. Bevölkerung ein CO₂-Gehalt vorhersagen, der bis Mitte dieses Jahrhunderts zwischen 471 und 487 ppm liegen wird, innerhalb einer gesamtöglichen Bandbreite von 439 bis 540 ppm, unabhängig von allem, was wir wissen. Ob die menschliche Rasse dann in einer Sintflut von Klimawandel-Katastrophen untergeht oder die Welt in ein goldenes Zeitalter unübertroffener Ernteerträge, bleibt abzuwarten.

[Die Meinung des Übersetzers: natürlich Letzteres, wie die Erfahrungen im Mittelalterlichen Klimaoptimum gezeigt haben!]

Link:

<https://wattsupwiththat.com/2017/10/05/predicting-future-CO2-levels/>

Übersetzt von Chris Frey EIKE