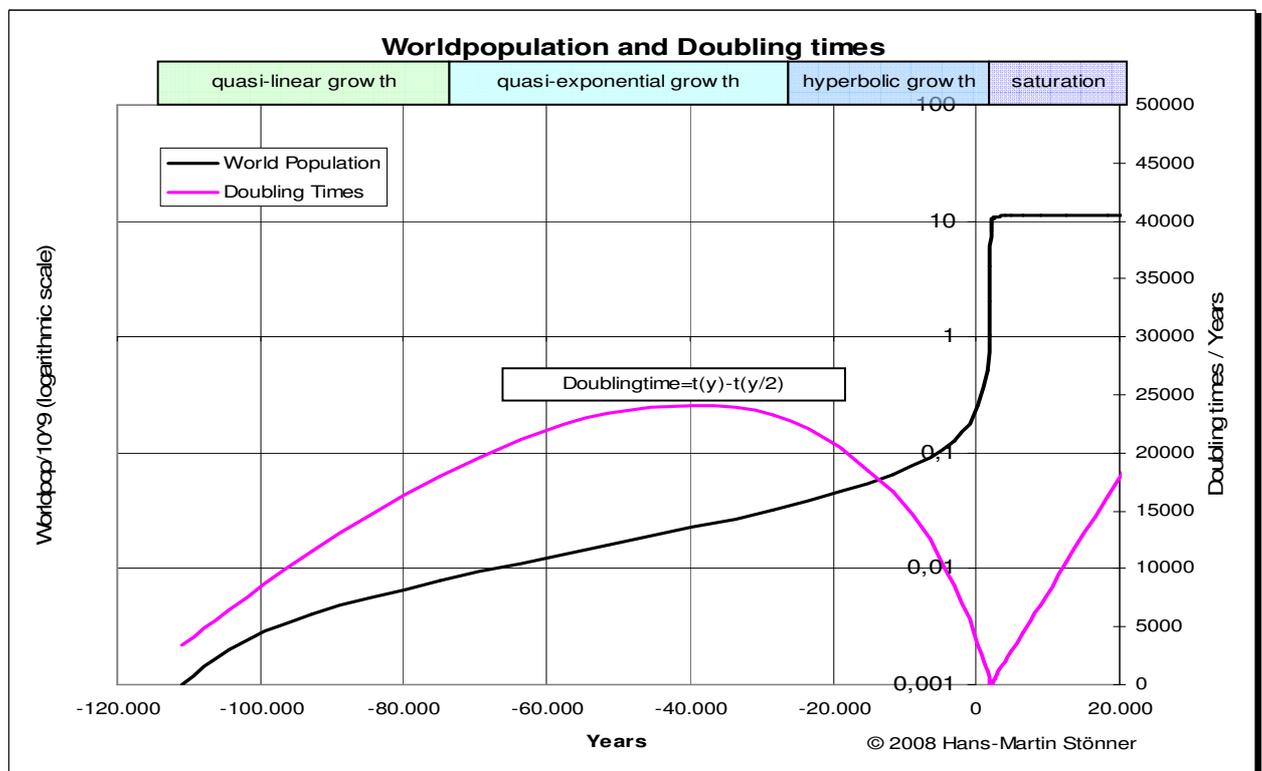


Auswertungen und Abschätzungen, die aus der Weltbevölkerungswachstumskurve folgen

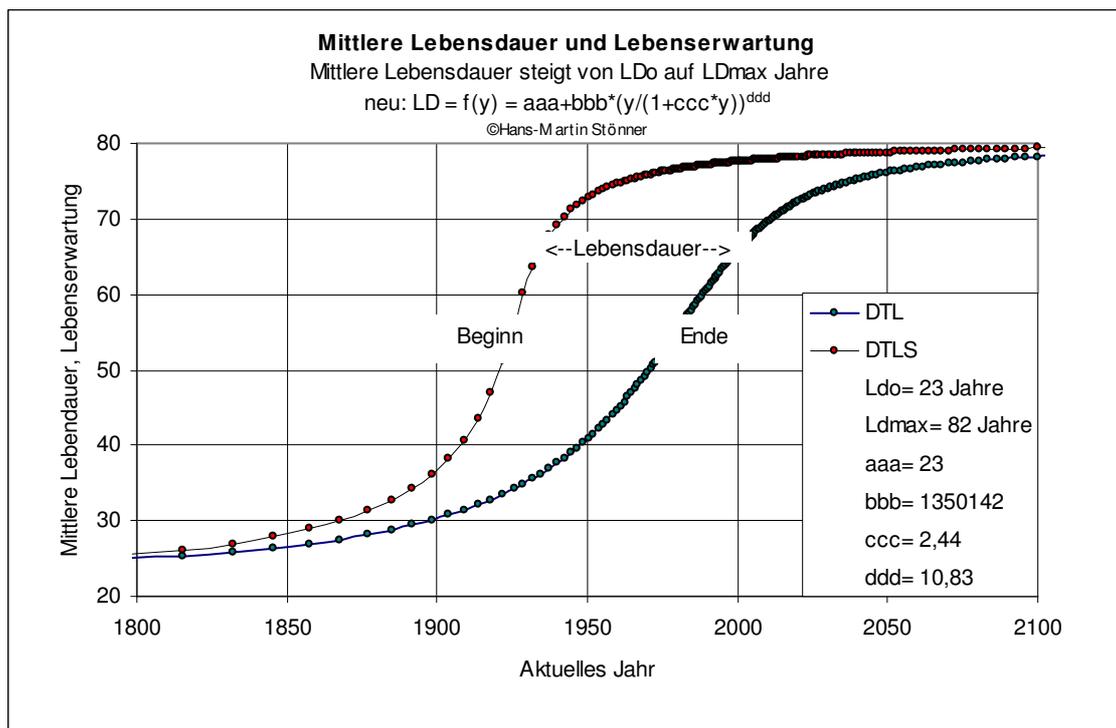
Diagramm-Übersicht

- A1 Die verschiedenen Wachstumsphasen der Weltbevölkerung (englisch)
- A2 Anstieg der mittleren Lebensdauer
- A3 Mittlere Geburtsjahre und mittlere Sterbejahre der jeweils Lebenden
- A4 „Kinder pro Frau“

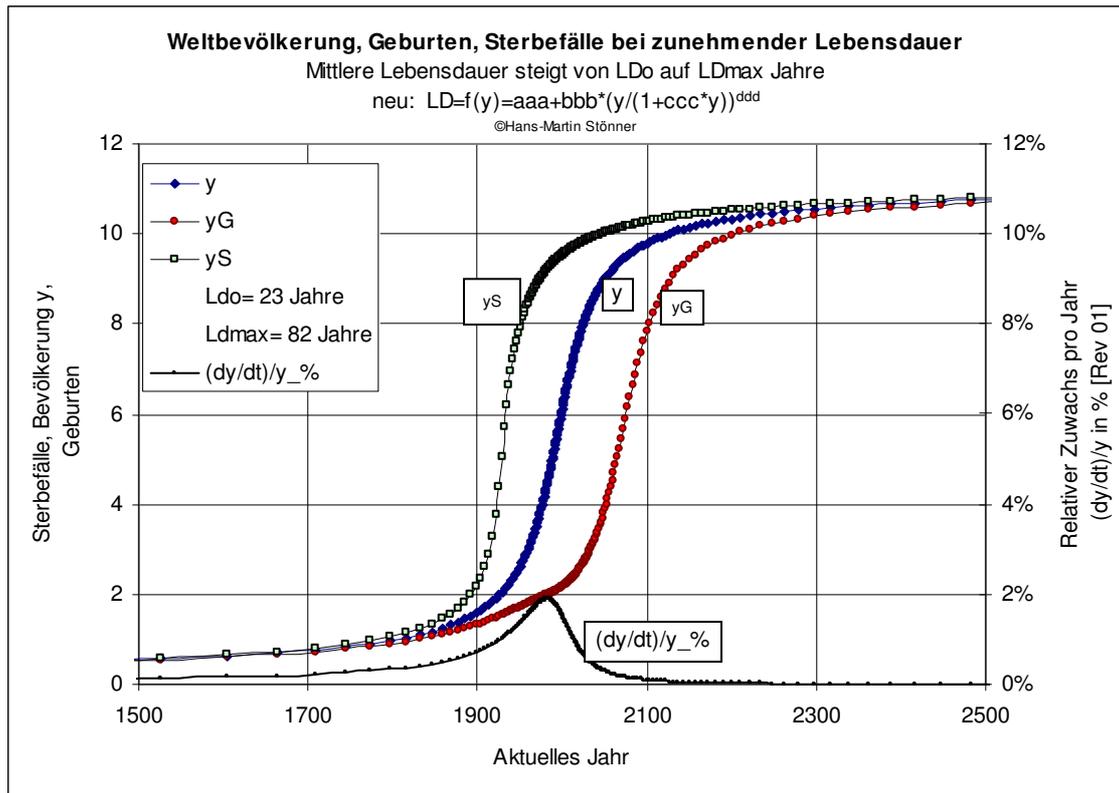
- **Diagramm A1 Die Wachstumsphasen in logarithmischer Darstellung.**
Anfänglich gab es ein quasi-lineares Wachstum in den ersten Jahrzehntausenden, gekennzeichnet durch eine Kurve mit abnehmender Steigung bei logarithmischer Darstellung und zunehmenden Verdopplungszeiten; darauf folgte ein quasi-exponentielles Wachstum, gekennzeichnet durch eine nahezu gerade Linie in logarithmischer Darstellung sowie nahezu konstanter Verdopplungszeit in den darauffolgenden Jahrzehntausenden. Dann folgte ein hyperbolisches (volkstümlich auch „überexponentiell“ genanntes) Wachstum, besonders stark in den letzten Jahrhunderten, bis fast zum Jahr 2000, gekennzeichnet durch rapide abnehmende Verdopplungszeiten. Dann gab es einen Wendepunkt. Seitdem nähert sich die Weltbevölkerung einem Sättigungswert, wenn sich die allgemeinen mittleren Lebensbedingungen nicht wesentlich ändern.



- Diagramm A2 Der Anstieg der weltweit mittleren Lebensdauer** wurde aus verschiedenen Publikationen entnommen und durch eine passende mathematische Kurve gemittelt. Er wird am besten durch eine Funktion in Abhängigkeit von der Weltbevölkerung näherungsweise beschrieben. (Verschiedene Modelle und Annahmen sind möglich, sie ändern aber die qualitative Aussage kaum. Wichtig für die quantitative Auswertung sind jedoch die möglichst genaue Erfassung der Phase des hyperbolischen Wachstums und eine sinnvolle Extrapolation für die Zukunft, das Zeitalter der Sättigung. Hierbei sind Angaben über das vermutliche Höchstalter einiger Ausnahmemenschen von 120 Jahren zwar interessant, aber wichtig für diese Auswertung hier ist eine über die ganze Menschheit gemittelte Lebensdauer, die wesentlich niedriger liegt.)

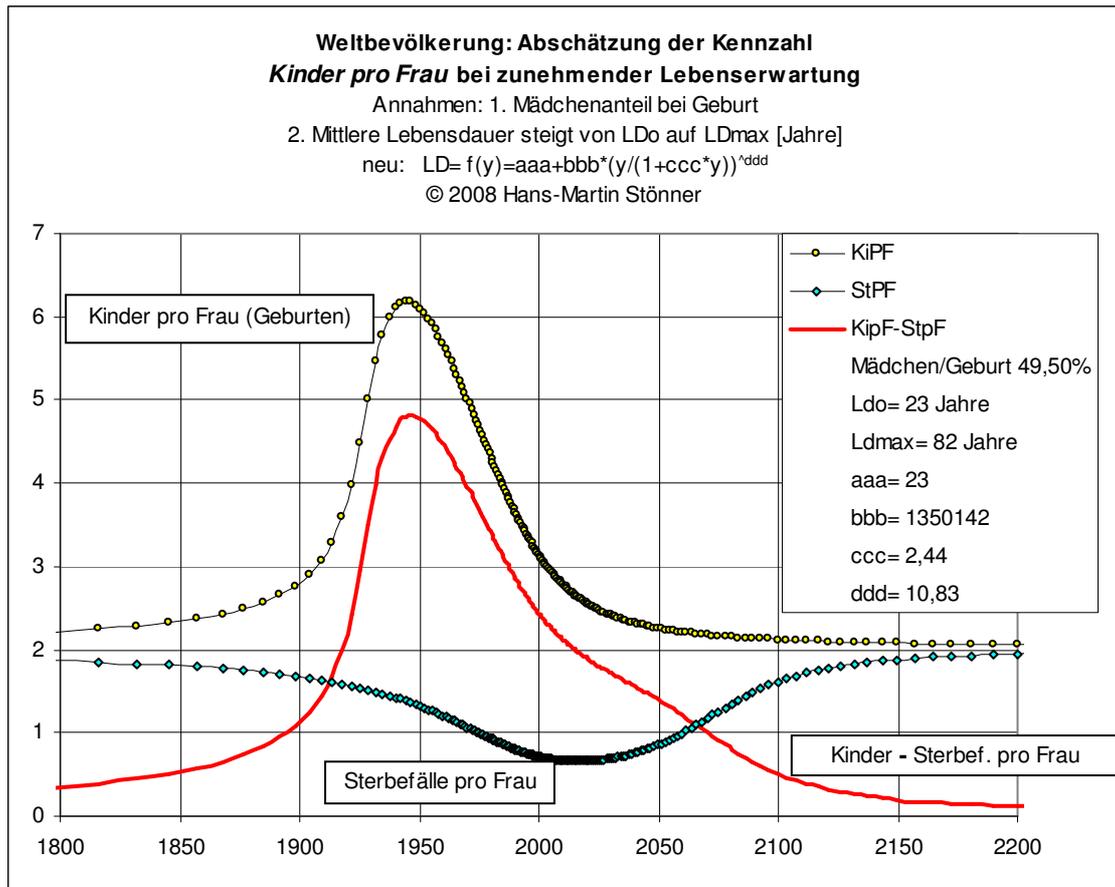


- Diagramm A3 Das Diagramm enthält die mittleren Geburtsjahre** der aktuell Sterbenden y_S und mittlere Sterbejahre der aktuell Geborenen y_G im Vergleich mit den aktuell Lebenden y . Dazu die relative Wachstumsrate $(dy/dt)/y$ in Prozent pro Jahr, also das absolute Wachstum dy/dt in Bezug auf die Weltbevölkerung y . Die mittlere Kurve y zeigt den Zeitpunkt der jeweils Sterbenden an, die im Mittel zum Zeitpunkt der Kurve y_S geboren wurden. Andererseits zeigt die rechte Kurve y_G den Zeitpunkt der im Mittel Sterbenden an, die zu der Zeit der Kurve y geboren wurden. Macht man einen waagerechten Schnitt, kann man aus der zeitlichen Differenz $t(y) - t(y_S)$ sowie aus $t(y_G) - t(y)$ die Lebensdauer der Vergangenheit und der Zukunft ablesen. Es handelt sich also um gemittelte Grenzlinien. [Rev. 01]



KINDER PRO FRAU

- **Diagramm A4** Versuch einer Umrechnung des relativen Wachstums der **Weltbevölkerung** in die demografische Definition „**Kinder pro Frau**“, wozu zwei Annahmen oder Informationen nötig sind: 1. der mittlere Anteil der Mädchen bei den Neugeborenen und 2. die im Laufe des Wachstums zunehmende mittlere Lebensdauer der Menschen, siehe Diagramm A2 und A3. Dabei gilt: Zuwachs gleich Anzahl der Geborenen abzüglich der Todesfälle. Folglich: Geburten = Zuwachs plus Todesfälle. Die Anzahl der Todesfälle ist aber abhängig von der (zunehmenden) Lebensdauer. Das alles bezogen auf die jeweils aktuell lebenden Frauen ergibt die resultierenden Zahlen „**Kinder pro Frau**“ und „**Todesfälle pro Frau**“. Um die beiden Zahlen miteinander vergleichbar zu machen, wird die gleiche Bezugsgröße „**pro Frau**“ verwendet.



- Diese beiden Zahlen lagen in der Vergangenheit nahe beieinander, die Differenz war im Mittel positiv (mehr Geburten als Todesfälle), so dass sich daraus ein moderates quasi-lineares bis quasi-exponentielles Wachstum ergab (siehe Diagramm A1) bei einer Geburtenrate von weniger als *2,1 Kindern pro Frau* und bei Todesfällen zwischen 1,9 und etwa 2,02 rein rechnerisch bezogen auf die lebenden Frauen. Diese Differenz ist als resultierende Kurve ebenfalls eingezeichnet.
- Seit den letzten Jahrhunderten, besonders seit etwa 1800, bewirkte ein starker Anstieg der mittleren Geburtenrate von über *2,1 Kindern pro Frau* bis auf etwa *6 Kindern pro Frau* ungefähr im Jahre 1940 bei gleichzeitig zunehmender Lebensdauer ein hyperbolisches („überexponentielles“) Wachstum. Die Geburten pro Frau nahmen seit 1940 wieder ab, lagen um das Jahr 2000 bei etwa *3 Kindern pro Frau* und werden vermutlich 2050 wieder im Bereich unter *2,1 Kindern pro Frau* (oder für Laien verständlicher: unter 21 Kindern pro 10 Frauen) liegen. Wegen der höheren Lebensdauer sterben die aktuell Geborenen im Mittel wesentlich später als die früher vor einem Lebensalter Geborenen. Das führt zwangsläufig zu einem Anstieg

des mittleren Lebensalters. (Demografen benutzen hierfür den Ausdruck „*Überalterung der Gesellschaft*“, worin auch eine Wertung enthalten ist.). Weltweit gemittelt liegt die Lebensdauer in hundert bis zweihundert Jahren, gerechnet ab dem Jahre 2000, vermutlich bei knapp 80 Jahren.

- Ein Minimum an „*Todesfällen bezogen auf die Anzahl der dann lebenden Frauen*“ wird es in der Zeit um 2020 geben. Danach steigt diese Zahl wieder an, bis irgendwann in ferner Zukunft ungefähr genau so viel Menschen sterben wie gleichzeitig geboren werden, eine vergleichbare Situation wie zu Anfang, aber eben auf dem hohem Niveau von etwa elf Milliarden (10^9) Menschen: dann wäre die Sättigung erreicht.
- Eine Abnahme der Weltbevölkerung setzt voraus, dass absolut mehr Menschen sterben, als geboren werden. Es könnte sein, dass der gealterte Teil der Menschheit aufhört sich zu vermehren, während der im Mittel jüngere Teil noch wächst. Voraussagen dazu sind sehr spekulativ und schwierig.
- Anmerkungen: Inwieweit dazu der demografische Begriff „*Kinder pro Frau*“ hilfreich ist, hängt sehr von der Anzahl der jeweils lebenden Frauen ab, also der Basis, mit der die Zahl „*Kinder pro Frau*“ zu multiplizieren ist. Vor allem ist mit diesem Modell eine Voraussage über das Wachstum der Weltbevölkerung sehr schwierig bis unmöglich, weil man damit eigentlich nur ein exponentielles Wachstum (Zinsen pro Kapital plus Zinsen, Kinder pro Frau plus zukünftiger Frauen) voraussetzt. Das reale hyperbolische Wachstum, bei dem sich diese Größe „*Kinder pro Frau*“ rapide ändert, ist aber nur schwer damit zu berechnen und vorauszusagen, ebenso wenig die Zeiten nach dem Wendepunkt, in denen die Sättigung beginnt. Die Demografen empfinden ihre Modelle auch selber als sehr mühsam zu handhaben. (H. Birg)
- Mathematisch/statistisch ist es bei der nachträglichen Abschätzung in der Summe egal, ob die Frauen im Mittel ihre Kinder zu Anfang oder am Ende ihres gebärfähigen Alters bekommen haben. Gesundheitlich ist es allerdings besser, wenn die Kinder zu Anfang geboren werden, weil beispielsweise innerhalb von vierzig Jahren doppelt so viele Umweltgifte sich im mütterlichen Körper ansammeln wie in nur zwanzig Jahren, und das hat einen riesigen Einfluss auf die Gesundheit der Nachkommen. Ein aussterbendes Volk zum Beispiel könnte wieder wachsen, wenn alle Frauen ihre mehr als zwei Kinder zu Beginn ihrer Gebärfähigkeit bekämen und die Karriere erst danach begännen. Das würde zu einer kürzeren Generationenfolge führen und zu jüngeren Großeltern und Urgroßeltern, die alle bei der Kinderbetreuung helfen könnten. Alle diese ungewissen Entwicklungen machen es schwer, die Zukunft vorauszusagen.
- Aber einige Dinge liegen fest, weil sie auf Zahlen der Gegenwart und der nahen Vergangenheit beruhen und deshalb Voraussagen für die nahe Zukunft erlauben. Die Zahlen überdecken den zeitlichen Bereich von etwa zwei verschiedenen Lebensaltern. Die Lebensdauer in der Vergangenheit ist nach den extrapolierten Erfahrungszahlen kürzer als die in der Zukunft. Die heute Sterbenden wurden im Mittel zu ihrer Zeit mit einer kürzeren Lebenserwartung geboren, während die heute Geborenen im Mittel nach einer zukünftig längeren Lebensdauer sterben werden, wenn man den Voraussagen vertrauen kann.